

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроника и схемотехника»

Шифр: 11.03.01

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Шпилевой Андрей Алексеевич, к. ф.-м. н., доцент института физико-математических наук и информационных технологий; Захаров Артём Игоревич, старший преподаватель института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий

Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Электроника и схемотехника».

Целью освоения дисциплины «Электроника» является: получение студентами широкого круга сведений из различных областей современной электроники, необходимых инженерам данного профиля в работе по квалифицированной эксплуатации изделий электронной техники; ознакомление студентов с особенностями построения и конструирования схем основных аналоговых и цифровых электронных устройств; обучение студентов схемотехническим решениям и методам, применяющихся в устройствах осуществляющих усиление, фильтрацию, генерацию и обработку сигналов; использовать в базовом объеме методы компьютерного моделирования электронных схем и устройств; освоение основных навыков ремонта телекоммуникационного оборудования.

Задачами изучения дисциплин по модулю являются достижение понимания студентами взаимосвязи между физическими закономерностями электронных процессов в твердых телах с конечными эксплуатационными характеристиками электронных приборов и умение осуществлять грамотную эксплуатацию радиоэлектронных устройств.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПКС-1 Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации</p>	<p>ПКС-1.1 Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>ПКС-1.2 Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение, принцип работы, основные характеристики и обозначение полупроводниковых элементов, операционных усилителей, интегральных микросборок и устройств на их основе; - принципы построения различных вариантов схем электронных устройств с отрицательной и/или положительной обратной связью (ОС), понимать причины влияния ОС на основные показатели и стабильность параметров изучаемых устройств; понимать причины возникновения неустойчивой работы усилителей с отрицательной ОС; - принципы работы изучаемых электронных устройств и понимать физические процессы, происходящих в них; основные законы и методы расчета электрических цепей; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять расчеты, связанные с выбором режимов работы и определением

	<p><i>работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры</i> ПКС-1.3 <i>Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению</i></p>	<p><i>параметров изучаемых электронных устройств;</i> - <i>формировать цепи ОС с целью улучшения качественных показателей и получения требуемых форм характеристик аналоговых электронных устройств;</i> - <i>объяснять физическое назначение элементов и влияние их параметров на электрические параметры и частотные свойства базовых каскадов аналоговых схем;</i> <i>и проектирование аналоговых и инфокоммуникационных электронных устройств, а так-же иметь представление о методах компьютерной оптимизации та-ких устройств;</i> Владеть: - <i>навыками чтения и изображения электронных схем на основе современной элементной базы;</i> - <i>навыками составления эквивалентных схем на базе принципиальных электрических схем изучаемых устройств;</i> - <i>навыками компьютерного моделирования и проектирования аналоговых и цифровых телекоммуникационных устройств;</i></p>
<p>ПКС-4 <i>Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей связи</i></p>	<p>ПКС-4.1 <i>Знает порядок и последовательность проведения работ по обслуживанию радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения</i> ПКС-4.2 <i>Умеет применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения</i> ПКС-4.3 <i>Владеет современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении схемотехнических, системных и сетевых задач, правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем</i></p>	<p>Знать: - <i>способы оценки устойчивости электронных устройств с внешними цепями ОС;</i> - <i>принципы и алгоритмы работы устройств формирования и генерирования сигналов;</i> - <i>принципы и алгоритмы работы радиоприемных - устройств и устройств обработки сигналов;</i> - <i>принципиальные схемы и элементную базу устройств, осуществляющих модуляцию и детектирование сигналов.</i> Уметь: - <i>применять на практике методы исследования аналоговых электронных устройств, основанных на аналитических и графо-аналитических процедурах анализа;</i> - <i>проводить компьютерное моделирование;</i> - <i>пользоваться справочными материалами («Datasheet») на аналоговые и цифровые элементы и ИС при проектировании телекоммуникационных устройств;</i> - <i>определять причины неисправностей инфокоммуникационных устройств и выбраковывать неисправные элементы;</i> - <i>составлять, подготавливать и заполнять техническую документацию, требуемую в порядке эксплуатации инфокоммуникационного оборудования.</i> Владеть:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - навыками чтения и изображения электронных схем на основе со-временной элементной базы; - навыками составления эквивалентных схем на базе принципиаль-ных электрических схем изучаемых устройств; - навыками проектирования и расчета простейших аналоговых и цифровых схем; - навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой; - навыками поиска и устранения простых неисправностей.
--	--	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электроника и схемотехника» представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-

заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Зонная теория проводимости твердых тел. Основы физики полупроводников	<p>Основы зонной теории строения твердых тел. Энергетические уровни электронов в изолированном атоме. Обобществление электронов в кристалле. Модель периодического потенциала поля в кристалле. Заполнение зон электронами и деление тел на металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственные полупроводники. Примесные полупроводники. Понятие о дырках. Локальные уровни в запрещенной зоне.</p> <p>Статистика носителей заряда в металлах, полупроводниках и диэлектриках.</p> <p>Статистические закономерности в коллективах частиц. Распределение Максвелла-Больцмана, Ферми-Дирака. Статистика электронов в металлах. Статистика носителей заряда в полупроводнике. Концентрация электронов и дырок в полупроводнике. Положения уровня Ферми и концентрация свободных носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках. Закон действующих масс. Кинетические явления в полупроводниках и металлах. Проводимость, подвижность носителей заряда. Зависимость подвижности носителей заряда от температуры. Дрейфовый ток. Механизмы рассеяния свободных носителей заряда. Температурная зависимость проводимости в полупроводнике и металле. Диффузионный ток в полупроводниках. Полный ток в полупроводнике. Соотношение Эйнштейна. Равновесные и неравновесные носители заряда. Время жизни. Уравнение непрерывности. Диффузионная длина носителей заряда. Электропроводность металлов</p>
2	Тема 2. Токи в полупроводниках	Туннельный эффект. Эффект Ганна. Явление ударной ионизации
3	Тема 3. Контактные явления на границе полупроводник-полупроводник и металл полупроводник	<p>Контакт двух полупроводников с различным типом проводимости. Равновесное состояние p-n перехода. Электронно-дырочный переход при нарушении равновесия электрическим полем. Теоретическая и реальная вольтамперная характеристика (ВАХ) p-n перехода. Пробой p-n-перехода. Барьерная и диффузионная емкость p-n-перехода. Импульсные и частотные свойства p-n-перехода.</p> <p>Работа выхода электронов из металлов и полупроводников. Электронная эмиссия. Контактная разность потенциалов. Контакт металла с полупроводником. Барьер Шоттки. Изменение контактного слоя во внешнем электрическом поле. ЭФФЕКТ Шоттки. Гетеропереходы. Их свойства и применение.</p>

4	Тема 4. Тепловые явления в полупроводниках	Эффект Пельтье и Томпсона. Термоэдс.
5	Тема 5. Фотозлектрические и фотомагнитные явления	Механизмы поглощения света веществом. Фотопроводимость, релаксация фотопроводимости. Люминесценция, ее виды. Эффект Дембера, фотомагнитоэлектрический эффект. Принципы работы лазеров.
6	Тема 6. Диоды, их разновидности	Устройство полупроводниковых диодов. Вольтамперная характеристика (ВАХ) полупроводникового диода, зависимость ВАХ от температуры. Разновидности полупроводниковых диодов, их параметры. Классификация и применение полупроводниковых диодов.
7	Тема 7. Транзисторы биполярные	Устройство и принцип работы биполярных транзисторов (БТ), их разновидности. Вольтамперные характеристики БТ в схемах включения с ОБ, ОЭ и их зависимость от температуры. Усижительные параметры БТ и их определение по ВАХ. Эквивалентные схемы замещения БТ (малосигнальные).
8	Тема 8. Транзисторы полевые	Устройство и принцип работы полевых транзисторов, их разновидности. Вольтамперные характеристики полевых транзисторов разных видов и их зависимость от температуры. Усижительные параметры (ПТ) и их определение по характеристикам. Эквивалентная схема замещения ПТ (малосигнальная).
9	Тема 9. Интегральные микросхемы	Выращивание и обработка кристаллов. Эпитаксия: назначение, характеристика процесса, разновидности. Термическое окисление: получение пленок двуокиси кремния, функции оксидной пленки. Легирование: диффузия примесей при высокой температуре, ионная имплантация. Способы осуществления диффузии. Травление: назначение и разновидности. Техника масок: фотолитография, фотошаблоны. Ограничения в применении фотолитографии и пути их решения. Нанесение тонких пленок: термическое напыление, катодное напыление, ионно-плазменное напыление, анодирование, электрохимическое осаждение. Металлизация: назначение, характеристика процесса, многослойная разводка, проблема омических контактов и ее решение. Сборочные операции: тестовый контроль электрических параметров, разделение пластины на отдельные кристаллы, посадка на ножку, термокомпрессия, корпусирование. Технология тонкопленочных гибридных ИС: изготовление пассивных элементов, монтаж навесных компонентов. Технология толстопленочных гибридных ИС: трафаретная печать, испарение растворов, спекание.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Зонная теория проводимости твердых тел. Основы физики полупроводников.	Статистические закономерности в коллективах частиц.
2	Тема 2. Токи в полупроводниках.	Распределение Максвелла-Больцмана, Ферми-Дирака.
3	Тема 3. Контактные явления на границе полупроводник-полупроводник и металл полупроводник.	Гетеропереходы. Их свойства и применение.
4	Тема 4. Тепловые явления в полупроводниках	Термоэлектронные преобразователи.
5	Тема 5. Фотозлектрические и фотомагнитные явления	Лазеры на гетеропереходах. Полупроводниковые материалы для солнечных батарей
6	Тема 6. Диоды, их разновидности	Импульсные диоды. Тиристоры. Стабилитроны. Варикапы.
7	Тема 7. Транзисторы биполярные.	Разновидности биполярных транзисторов.
8	Тема 8. Транзисторы полевые	Разновидности полевых транзисторов
9	Тема 9. Интегральные микросхемы	Технологии производства ИМ

Рекомендуемая тематика практических занятий (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Зонная теория проводимости твердых тел. Основы физики полупроводников.	Свойства $p-n$ перехода. Полупроводниковые диоды
2	Тема 2. Токи в полупроводниках.	Полупроводниковые диоды. Стабилитроны
3	Тема 7. Транзисторы биполярные.	Точка покоя биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером (режим класса А)
4	Тема 7. Транзисторы биполярные.	Расчет резисторного усилителя переменного тока. Расчет трансформаторного усилителя.
5	Тема 7. Транзисторы биполярные.	Двухтактный эмиттерный повторитель.
6	Тема 9. Интегральные микросхемы	Суммирование сигналов с помощью операционного усилителя. Интегрирование сигналов с помощью операционного усилителя.
7	Тема 9. Интегральные микросхемы	Блокинг-генератор. Генераторы на ОУ (ГЛИН, мультивибратор). Генераторы на логических элементах.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 6. Диоды, их разновидности	Лабораторная работа №1. Полупроводниковые устройства. Диод. Стабилитрон. Варикап. Светодиод. Динистор. Симметричный тиристор
2	Тема 6. Диоды, их разновидности	Лабораторная работа №2. «Выпрямители напряжения»
3	Тема 7. Транзисторы биполярные.	Лабораторная работа №3. «Биполярные транзисторы»

4	Тема 8. Транзисторы полевые	Лабораторная работа №4. «Полевые транзисторы»
5	Тема 6. Диоды, их разновидности	Лабораторная работа №5. «Стабилизаторы напряжения»
6	Тема 9. Интегральные микросхемы	Лабораторная работа №6. «Операционный усилитель»

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. *Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Понятия и основные проблемы электроники и схемотехники. Самостоятельная работа должна носить систематический и непрерывный характер в течение всего периода прохождения дисциплины.*

Основные виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Электроника и схемотехника»:

- работа с учебником;
- конспектирование отдельных вопросов пройденной темы;
- работа со справочной литературой;
- решение задач;
- использование Интернета.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и

свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Зонная теория проводимости твердых тел. Основы физики полупроводников.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-4</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 6. Диоды, их разновидности</i>	<i>ПКС-1 ПКС-4</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 7. Транзисторы биполярные.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-4</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 8. Транзисторы полевые</i>	<i>ПКС-1 ПКС-4</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 9. Интегральные микросхемы</i>	<i>ПКС-1 ПКС-4</i>	<i>Тестирование</i>

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

Тема 1. Зонная теория проводимости твердых тел. Основы физики полупроводников.

Тема 6. Диоды, их разновидности

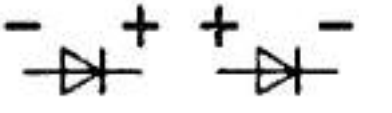

Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы	Сложность вопроса	Описание
Какая проводимость полупроводника обозначается «n»	Относительная	4	1	Физика полупроводников
	Дырочная			
	Абсолютная			
	Электронная			
	Протонная			
Какая проводимость полупроводника обозначается «р»	Относительная	2	1	Физика полупроводников
	Дырочная			
	Абсолютная			
	Электронная			
	Протонная			
Какие составляющие имеет ток при дырочной проводимости полупроводника	Ток от акцепторной и донорной примесей	3	1	Физика полупроводников
	Ток от основных носителей заряда и не основных носителей			
	Диффузионный и дрейфовый ток			
	Ток с положительными и отрицательными зарядами			
Что называют контактной разностью потенциалов в полупроводниках	Обусловленная собственным электрическим полем «р-n» перехода	1	1	Физика полупроводников
	Обусловленная внешним электрическим полем в «р-n» переходе			
	Обусловленная внесением акцепторной примеси в полупроводник			
	Обусловленная внесением донорной примеси в полупроводник			
	Обусловленная барьерной емкостью полупроводника в «р-n» переходе			
Что создает диффузионный ток	Электрические заряды областей при повышении напряжения в «р-n» переходе.	5	1	Физика полупроводников
	Ток в «р-n» переходе при сильном эл. поле			
	Ток созданный дрейфом зарядов при низком напряжении «р-n» перехода			
	Ток в «р-n» переходе под действием контактной разности потенциалов			
	Перемещение собственных носителей из области с большей концентрацией в			

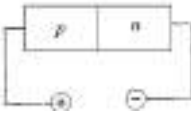
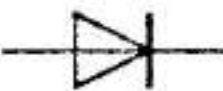




	область с меньшей концентрацией			
От чего возникает контактная разность потенциалов в п\п	Под действием внешнего эл. поля.	3	1	Физика полупроводников
	Под действием повышенной температуры			
	Под действием внутреннего электрического поля между границами контактного слоя			
	Под действием обратного напряжения			
	Под действием дрейфового и диффузионного токов			
В чистом п\п концентрация собственных носителей заряда n_i и p_i . В каком соотношении они находятся?	$p_i = n_i$	1	2	Физика полупроводников
	$p_i > n_i$			
	$p_i < n_i$			
	$p_i < n_i$			
	$p_i = 0; _ n_i > 0$			
Что называется генерацией собственных носителей заряда в п\п.	Образование электронов под действием электрического поле	4	3	Физика полупроводников
	Образование дырок под действием электрического поля			
	Образование диффузионного тока			
	Образование в чистом п\п пары электрон дырка			
	Образование диффузионной емкости			
Какой ток наз. дрейфовым	Ток, образованный полем «р-п» перехода	2	2	Физика полупроводников
	Ток, образованный внешним полем в п\п			
	Ток, образованный при пониженном потенциале «р-п» перехода			
	Ток под действием контактной разности потенциалов			
	Ток, под действием температурного потенциала			
Понятие «экстракция» носителей заряда в «р-п» переходе.	Перенос основных носителей под действием понижения потенциального барьера.	5	1	Физика полупроводников
	Перенос основных носителей через «р-п» переход под действием температуры			
	Перенос основных носителей через «р-п» переход под действием эл. поля «р-п» перехода			













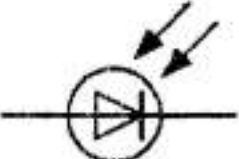
	<p>Перенос не основных носителей под действием температуры «р-п» перехода.</p> <p>Процесс перемещения неосновных носителей заряда из приконтактной области полем обратно включенного р-п перехода.</p>			
<p>Понятие «Инжекция» носителей заряда.</p>	<p>Введение носителей заряда через «р-п» переход при повышении потенциального барьера</p> <p>Введение носителей заряда через «р-п» переход при неизменном потенциальном барьере</p> <p>Введение носителей заряда через «р-п» переход при повышении температуры</p> <p>Введения носителей заряда через «р-п» переход при понижении потенциального барьера</p> <p>Введение носителей заряда через «р-п» переход при понижении температуры.</p>	4	2	Физика полупроводников
<p>Как изменяется концентрация основных носителей заряда при введении донорной примеси в п/п.</p>	<p>$n_n \gg p_n$</p> <p>$p_n > n_n$</p> <p>$p_n = n_n$</p> <p>$n_n = n_n p_n$</p> <p>$n_n = n_p p_p$</p>	1	2	Физика полупроводников
<p>Как изменяется концентрация основных носителей заряда при введении акцепторной примеси в п/п?</p>	<p>$n_p > p_p$</p> <p>$n_p = p_p$</p> <p>$n_p = n_n$</p> <p>$n_p = n_k p_n$</p> <p>$p_p \gg n_p$</p>	5	2	Физика полупроводников
<p>При $U_{\text{прямое}}=0.3\text{В}$ через диод проходит $I=50\text{мА}$; $\Delta U=0.05\text{В}$; $\Delta I=20\text{мА}$. Определить: 1) R_0-сопротивление по постоянному току 2) Дифференциальное сопротивление $\Gamma_{\text{дифф}}$</p>	<p>$R_0 = 5\text{ Ом}$ $\Gamma_{\text{дифф}} = 1,5\text{ Ом}$</p> <p>$R_0 = 6\text{ Ом}$ $\Gamma_{\text{дифф}} = 2,5\text{ Ом}$</p> <p>$R_0 = 10\text{ Ом}$ $\Gamma_{\text{дифф}} = 1,5\text{ Ом}$</p> <p>$R_0 = 6\text{ Ом}$ $\Gamma_{\text{дифф}} = 5\text{ Ом}$</p> <p>$R_0 = 5\text{ Ом}$ $\Gamma_{\text{дифф}} = 2\text{ Ом}$</p>	2	2	Расчетная задача

Для чего вводят в чистый п/п акцепторные примеси. Получают проводимость:	электронную	3	2	Физика полупроводников
	абсолютную			
	дырочную			
	относительную			
	сверхпроводимость			
Чем характерен тепловой пробой «р-п» перехода для п/п приборов Прибор:	Можно использовать при низких температурах	5	2	Физика полупроводников
	Можно использовать при пониженном напряжении			
	Можно использовать, изменив направление тока			
	Годен к дальнейшей работе			
	Выходит из строя			
Чем характерен электрический пробой «р-п» перехода для п/п приборов Прибор:	После пробоя годен к дальнейшей работе	1	2	Физика полупроводников
	Выходит из строя			
	Нельзя использовать, при низкой температуре			
	Нельзя использовать при пониженном напряжении			
	Можно использовать при высокой разности потенциалов			
Для чего предназначен стабилитрон	Для стабилизации больших напряжений	3	3	Полупроводниковые приборы
	Для стабилизации тока			
	Для стабилизации малых напряжений			
	Для стабилизации частоты			
	Для стабилизации температуры			
В чем особенность диода Шоттки	Используют контакт металл-оксид-п/п	4	3	Полупроводниковые приборы
	Используют контакт металл-диэлектрик			
	Используют переход «р-п» при пониженном напряжении			
	Вместо «р-п» перехода используют контакт металл-п/п			
	Используют «р-п» переход при высокой мощности			
Для чего используют «Варикап».	Как индуктивность	4	3	Полупроводниковые приборы
	В качестве потенциометра			
	В качестве резистора			
	В качестве конденсатора			
	Как импульсный диод			
Как влияет повышение температуры на параметры диода	Прямой ток не изменяется, обратный ток увеличивается, $C_{бар} = const$	5	3	Полупроводниковые приборы

	<p>Прямой ток уменьшается, обратный уменьшается, $C_{бар} = const$</p> <p>Прямой ток растет, обратный уменьшается $C_{бар}$ - возрастает</p> <p>Прямой ток растет, обратный не изменяется, $C_{бар}$ - уменьшается</p> <p>Прямой и обратный токи растут, растет барьерная емкость «$C_{бар}$»</p>			
Формула для определения ϕ_k (контактная разность потенциалов).	$\frac{kT}{e} \cdot \ln \frac{n_i^2}{N_D}$ $\frac{kT}{e} \cdot \ln \frac{n_i^2}{N_A}$ $\frac{kT}{e} \cdot \ln \frac{N_A N_D}{n_i^2}$ $\frac{kT}{e} \cdot \ln \frac{N_A}{n_i^2}$ $\frac{kT}{e} \cdot \ln \frac{N_D}{n_i^2}$	3	1	Физика полупроводников
Для диода $U_{пр} = 0,8 \text{ В}$, $I_{пр.мах} = 100 \text{ мА}$, $R_{нагрузки} = 100 \text{ Ом}$ (подключена последовательно). Определить максимальное напряжение на нагрузке $U_{н.мах}$.	<p>10 В</p> <p>12 В</p> <p>15 В</p> <p>5 В</p> <p>8 В</p>	1	3	Расчетная задача
В каком режиме работает стабилитрон?	<p>Усиления</p> <p>Электрического пробоя</p> <p>Насыщения</p> <p>Теплового пробоя</p> <p>Отсечки</p>	2	1	Полупроводниковые приборы
Показать полярности напряжений для прямого и обратного включения полупроводникового диода:		4	1	Полупроводниковые приборы

				
<p>Как соотносятся (больше, меньше) статические сопротивления полупроводникового диода в точках А, В, С? Точка А на обратной, точки В, С на прямой ветвях ВАХ:</p> 	<p>Нет правильного ответа</p> <p>$R_{ст.А} > R_{ст.В} < R_{ст.С}$</p> <p>$R_{ст.А} > R_{ст.В} > R_{ст.С}$</p> <p>$R_{ст.С} < R_{ст.А} < R_{ст.В}$</p> <p>$R_{ст.В} > R_{ст.С} > R_{ст.А}$</p> <p>$R_{ст.В} = R_{ст.С} > R_{ст.А}$</p>	2	3	Полупроводниковые приборы
<p>В основе диода лежит:</p>	<p>Два р-п-перехода</p> <p>Переход проводник-диэлектрик</p> <p>Полупроводник с дырочной электропроводностью</p> <p>р-п-переход</p> <p>Полупроводник с электронной проводимостью</p>	4	1	Полупроводниковые приборы
<p>ВАХ туннельного диода характеризуется:</p>	<p>Участком гистерезиса</p> <p>Отсутствием участка дифференциального сопротивления</p> <p>Наличием участка положительного дифференциального сопротивления</p> <p>Наличием участка отрицательного дифференциального сопротивления</p> <p>Правильный ответ отсутствует</p>	4	2	Полупроводниковые приборы
<p>Какие полупроводниковые материалы применяются при изготовлении полупроводниковых</p>	<p>Только р-типа</p> <p>Только n-типа</p> <p>Чистые</p> <p>Только i-типа</p> <p>Примесные</p>	5	2	Полупроводниковые приборы

приборов(диодов)?				
Какие носители заряда создают ток при прямом смещении р-п-перехода?	Неосновные Электроны Дырки Основные Нет правильного ответа	4	2	Физика полупроводников
Каково соотношение между прямым $R_{пр}$ и обратным $R_{обр}$ сопротивлениями у выпрямительного диода:	$R_{пр} \ll R_{обр}$ $R_{пр} < R_{обр}$ $R_{пр} > R_{обр}$ $R_{пр} \gg R_{обр}$ $R_{пр} = R_{обр}$	1	2	Полупроводниковые приборы
Какое свойство р-п-перехода используется в выпрямительных диодах?	Барьерная емкость Односторонняя проводимость Тепловой пробой Электрический пробой Туннельный пробой	2	1	Полупроводниковые приборы
На рисунке изображено включение диода: 	низкоомное высокоомное прямое обратное Нет правильного ответа	3	1	Полупроводниковые приборы
На рисунке изображен: 	Стабилитрон Варикап Туннельный диод Стабистор Диод	5	1	УГО
Укажите графическое изображение варикапа:	   	4	1	УГО

				
Укажите графическое изображение стабилитрона:		3	2	УГО
				
				
				
				
Укажите графическое изображение туннельного диода:		4	2	УГО
				
				
				
				
Укажите графическое изображение фотодиода:		2	2	УГО
				

	  				
При прямом включении полупроводника диода возникает емкость:	Барьерная Диодная Дырочная Электронная Диффузионная	5	2	Физика полупроводников	
Основной недостаток полупроводникового диода:	Зависимость от температуры Резкая зависимость от нагрузки Характеристики диода не зависят от температуры Высокая себестоимость Все вышеперечисленное	1	2	Физика полупроводников	
Чем отличается собственная и примесная проводимость полупроводников?			3	Теоретический вопрос	
Расскажите о токах в полупроводниках. Какие они бывают и чем обусловлены?			3	Теоретический вопрос	
Расскажите о прямом и обратном включении электронно-дырочного перехода.			3	Теоретический вопрос	
Что такое инжекция и экстракция?			3	Теоретический вопрос	
Объясните механизм туннельного пробоя.			3	Теоретический вопрос	
Что такое барьерная и диффузионная ёмкости р-п переходов?			3	Теоретический вопрос	

Как влияет повышение температуры на прямую ветвь вольт-амперной характеристики полупроводникового диода?			3	Теоретический вопрос
Полупроводниковый прибор, содержащий в одном корпусе источник излучения и приемник излучения.	Светодиод	3	2	Полупроводниковые приборы
	Фотодиод			
	Оптрон			
	Фототиристор			
	Фоторезистор			
Когда при включении тиристора в электрическую цепь – ток в цепи будет отсутствовать.	При большой нагрузке.	5	2	Полупроводниковые приборы
	При подаче сигнала на анод			
	При увеличении э.д.с. источника питания			
	При подачи сигнала на управляющий электрод			
	При отсутствии сигнала на управляющем электроде			
В каком случае тиристор находится всё время в закрытом состоянии.	При обратном напряжении	1	2	Полупроводниковые приборы
	При подаче прямого напряжения			
	При увеличении э.д.с. источника питания			
	При большом значении сопротивления нагрузки			
	При подаче тока управления			
Особенность динистора	При обратном напряжении всегда открыт	2	3	Полупроводниковые приборы
	При обратном напряжении всегда заперт			
	При прямом напряжении всегда заперт			
	При прямом токе заперт			
	При обратном токе открыт			
Отличительная конструктивная особенность динистора	Нет управляющего электрода	1	2	Полупроводниковые приборы
	Есть управляющий электрод			
	Многослойный переключающий прибор			
	Двух операционный тиристор.			
Многослойный переключающий прибор с симметричной "ВАХ"	Позистор	3	2	Полупроводниковые приборы
	Термистор			
	Симистор			
	Фоторезистор			
	Фотодиод			
К какому типу оптоэлектронных приборов относят светодиод это:	Фоторезистор	4	1	Полупроводниковые приборы
	Фотодиод			
	Оптрон			
	Источник излучения			
	Приемник излучения			

Важное достоинство оптоэлектронных приборов.	Не большое использование диапазона частот	5	2	Полупроводниковые приборы
	Незначительная информационная емкость			
	Много направленность потока информации.			
	Не полная гальваническая развязка источников и приемников излучения			
	Невосприимчивость оптических каналов к электромагнитным полям.			
Название пары: “светодиод – фотодиод”	Симистор	2	2	Полупроводниковые приборы
	Оптрон			
	Варикап			
	Динистор			
	Варактор			
В каком приборе используется выпрямляющий контакт “металл – полупроводник”	В диоде Шоттки	1	2	Полупроводниковые приборы
	В стабилитроне			
	Симисторе			
	Стабилитроне			
	Обращенном диоде			

Типовые задания лабораторных работ.

Лабораторная работа №1. Полупроводниковые устройства. Диод. Стабилитрон. Варикап.

Светодиод. Динистор. Симметричный тиристор

Цели работы.

1. Экспериментальное получение характеристики диода.
2. Исследование характеристик стабилитрона
3. Исследование характеристик светодиода
4. Исследование характеристик варикапа
5. Исследование характеристик динистора
6. Исследование характеристик тиристора

Используемые приборы:

1. Функциональный генератор.
2. Источник питания постоянного тока.
3. Измерительные приборы (цифровые вольтметры и амперметры).
4. Измеритель импеданса.
5. Модуль «Полупроводниковые приборы».

Теоретические сведения

Выпрямительные диоды. Полупроводниковые диоды и их краткая характеристика.

Полупроводниковым диодом называют полупроводниковый прибор с одним $p-n$ -переходом и двумя выводами, в котором используются свойства перехода. Классификация и условные графические обозначения полупроводниковых диодов приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Классификация и условные графические обозначения полупроводниковых диодов

В точечном диоде используется пластинка германия или кремния с электропроводностью n -типа толщиной 0,1-0,6 мм и площадью 0,5-1,5 мм²; с пластинкой соприкасается заостренная стальная проволочка. На заключительной стадии изготовления в диоде создают большой ток (несколько ампер), стальную проволочку вплавляют в полупроводник n -типа, образуя область с электропроводностью p -типа. Из-за малой площади контакта прямой ток таких диодов сравнительно невелик. По той же причине у них мала и межэлектродная область, что позволяет применять эти диоды в области очень высоких частот(СВЧ-диоды). Точечные диоды используют в основном для выпрямления.

В плоскостных диодах $p-n$ -переход образуется двумя полупроводниками с различными типами электропроводности, причём площадь перехода у полупроводников различных типов лежит в пределах от сотых долей квадратного микрометра (микроплоскостные) диоды до нескольких квадратных сантиметров(силовые диоды).

Электрические характеристики плоскостного диода определяются характеристиками $p-n$ -перехода.

Рассмотрим более подробно характеристики различных групп плоскостных диодов.

Выпрямительный полупроводниковый диод – полупроводниковый диод, предназначенный для выпрямления переменного тока.

Вольтамперная характеристика (ВАХ) выпрямительного диода, его условное графическое изображение и буквенное обозначение даны на рисунке 2. Основные

параметры выпрямительного диода: предельно допустимый постоянный ток диода $I_{пр.мах}$ и максимально допустимое обратное напряжение $U_{обр.мах}$.

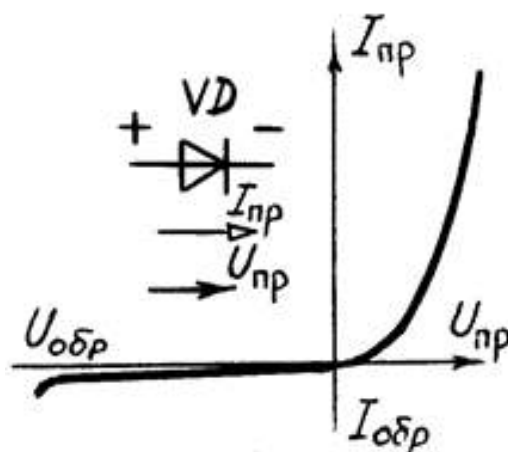


Рисунок 2 – ВАХ выпрямительного диода

Для сохранения работоспособности германиевого диода его температура не должна превышать 85°C . Кремниевые диоды могут работать при температуре до 150°C . Для уменьшения разогрева мощных диодов прямым током принимают специальные меры для их охлаждения: монтаж на радиаторах, обдув и т. д.

Для получения более высокого обратного напряжения диоды можно включать последовательно. Для последовательного включения подходящими являются диоды с идентичными характеристиками. В настоящее время выпускаются так называемые диодные *столбы*, в которых соединены последовательно от 5 до 50 диодов. Обратное напряжение $U_{обр}$ таких столбов лежит в пределах 2–40 кВ.

Более сложные соединения диодов имеют место в *силовых диодных сборках*. В них для увеличения прямого тока диоды соединяют параллельно, для увеличения обратного напряжения – последовательно и часто осуществляют соединения, облегчающие применение диодов в конкретных выпрямительных устройствах.

Полупроводниковый стабилитрон – полупроводниковый диод, напряжение на котором в области электрического пробоя слабо зависит от тока и который служит для стабилизации напряжения. Он представляет собой кремниевый диод, который нормально работает при электрическом пробое *n-p*-перехода. При этом напряжение на диоде незначительно зависит от протекающего тока. Электрический пробой не вызывает разрушения перехода, если ограничить ток до допустимой величины.

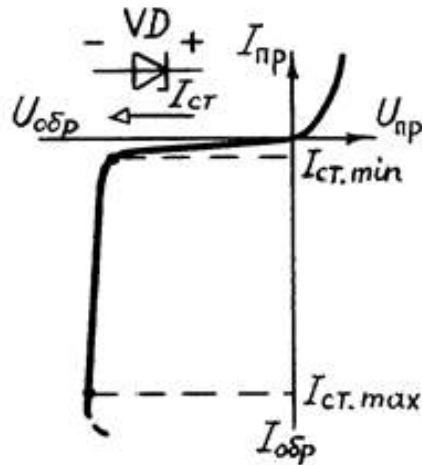


Рисунок 3 – ВАХ стабилитрона

Основные параметры стабилитрона: напряжение стабилизации $U_{ст.ном}$, минимальный $I_{ст.мин}$ и максимальный $I_{ст.мак}$ токи стабилизации, максимальная мощность $P_{ст.мак}$. Важным параметром стабилитрона является температурный коэффициент напряжения TKU , который показывает, на сколько процентов изменится напряжение стабилизации при изменении температуры полупроводника на 1°C . Для большинства стабилитронов $TKU = (-0,05 \div +0,2)\% / ^\circ\text{C}$.

Стабилизацию постоянного напряжения можно получить с помощью диода, включенного в прямом направлении. Кремниевые диоды, предназначенные для этой цели, называют стабисторами.

Туннельный диод — полупроводниковый диод на основе вырожденного полупроводника, в котором туннельный эффект приводит к появлению на вольт-амперных характеристиках при прямом напряжении участка с отрицательной дифференциальной электрической проводимостью. Материалом для туннельных диодов служит сильнолегированный германий или арсенид галлия. Основными параметрами туннельного диода являются ток пика $I_{п}$ и отношение тока пика к току впадины $I_{п}/I_{в}$. Для выпускаемых диодов $I_{п} = 0,1 \div 1000$ мА и $I_{п}/I_{в} = 5 \div 20$.

Туннельные диоды являются быстродействующими полупроводниковыми приборами и применяются в генераторах высокочастотных колебаний и импульсных переключателях.

Обращённый диод — диод на основе полупроводника с критической концентрацией примесей, в котором электрическая проводимость при обратном напряжении вследствие туннельного эффекта значительно больше, чем при прямом напряжении.

Обращённые диоды представляют собой разновидность туннельных диодов, у которых ток пика $I_{пр} = 0$. Если к обращённому диоду приложить прямое напряжение $U_{пр} \leq 0,3$ В, то ток диода $I_{пр} \approx 0$. В то время даже при небольшом обратном напряжении (порядка

десятков милливольт) обратный ток достигает нескольких миллиампер. Таким образом, обращённые диоды обладают вентильными свойствами при малых напряжениях именно в той области, где выпрямительные диоды обычно вентильными свойствами не обладают. При этом направлением наибольшей проводимости является направление, соответствующее обратному току.

Варикап — полупроводниковый диод, в котором используется зависимость ёмкости p - n -перехода от обратного напряжения и который предназначен для применения в качестве элемента с электрически управляемой ёмкостью.

Основными параметрами варикапа являются общая ёмкость C_v , которая фиксируется обычно при небольшом обратном напряжении $U_{обр}=2\div 5$ В, и коэффициент перекрытия по ёмкости $K_c=C_{max}/C_{min}$. Для большинства выпускаемых варикапов $C=10\div 500$ пФ и $K_c=5\div 20$.

Варикапы применяют в системах дистанционного управления и автоматической подстройки частоты и в параметрических усилителях с малым уровнем собственных шумов.

Фотодиоды, полупроводниковые фотоэлементы и светодиоды.

В этих трёх типах диодов используется эффект взаимодействия оптического излучения (видимого, инфракрасного или ультрафиолетового) с носителями заряда (электронами и дырками) в запирающем слое p - n -перехода возникает видимое или инфракрасное излучение.

Магнитодиод — полупроводниковый диод, в котором используется изменение вольт-амперной характеристики под действием магнитного поля.

В качестве магнитодиодов используют выпрямительные диоды на основе германия или кремния с увеличенной толщиной полупроводникового материала. Основным параметром магнитодиода является его чувствительность

$$\gamma = \Delta U_{np} / (\Delta B I)$$

где ΔU и ΔB — приращение соответственно прямого напряжения и магнитной индукции. Диапазон значений $\gamma=(10 \div 50) \cdot 10^3$ В/(Тл · мА).

Тензодиод — полупроводниковый диод, в котором используется изменение вольт-амперной характеристики под действием механических деформаций.

В качестве тензодиодов обычно применяют туннельные диоды, у которых отдельные участки вольт-амперной характеристики существенно зависят от деформации рабочего тела диода.

Светодиоды

Основные характеристики светодиодов (LED) осветительного класса.

У светодиода при прикладывании к нему напряжения в прямом направлении, происходит рекомбинация дырок (р-типа) и электронов (n-типа) в запрещенной зоне. В результате выделяются фотоны света.

Излучение света направленное, в узком телесном угле. Это свойство светодиода позволяет получить освещаемую поверхность в строго определенном направлении, в отличие от традиционных ненаправленных источников света.

Для придания направленному излучению LED определенной формы в виде кривой силы света (КСС), используется вторичная оптика: рефлекторы, линзы, диффузоры.

Светодиод, являясь полупроводниковым прибором, имеет свойства, характерные для диодов и осветительных приборов. К наиболее важным характеристикам светодиодов относятся фотометрические (световые), радиометрические (энергетические), колориметрические (спектральные), гониометрические (угловые) и эксплуатационные. Рядового потребителя, кроме чисто эксплуатационных характеристик (срок службы, потребляемая энергия и т.д.), чаще всего интересуют оптические свойства и, среди них, яркость светодиодов и всё что с ней связано. Например, что такое люмен и как преобразовать его в канделы, почему измерения не всегда совпадают с показателями на упаковке и т.п.

Основными фотометрическими характеристиками являются световой поток ($1 \text{ лм} = 1 \text{ кд} \cdot \text{ср}$ или сила света (1 кд). Поскольку научное определение данной физической единицы достаточно сложно, её легче объяснить, исходя из происхождения названия кандела (свеча), по сути — это сила света обычной свечки.

До недавних пор выпускаемые промышленностью светодиоды использовались по большей части в качестве индикаторов в различных приборах, и их главной потребительской характеристикой была сила света, которая, как мы знаем, измеряется в канделах. Однако использование этого параметра не совсем удобно, когда речь идёт о мощных светодиодах. А поскольку именно они сейчас являются наиболее используемыми, то основное внимание обращено сейчас на величину светового потока. Таким образом, именно люмен стал более подходящей мерой оценки яркости светодиодов, а не традиционная кандела. Поскольку при выполнении расчётов также пользуются люменом, то довольно часто возникает необходимость пересчета кандел в люмены. По причине объективной неточности такого пересчёта и возникает несоответствие между заявленной яркостью светодиода и приведённой в документации. Как и многие другие характеристики, точные значения силы света светодиодного светильника можно получить только после непосредственного измерения. При этом также следует иметь в виду, что не существует двух светодиодов, описание которых будут полностью совпадать. В полной мере это

касается и светового потока светодиодов. Поэтому параметры, приведённые в документации, характеризуют устройство с большой точностью, но не являются абсолютными, имеют разброс в пределах указанной в документации погрешности.

Варикапы

Варикап – это полупроводниковый диод, который способен изменять свою ёмкость в зависимости от приложенного обратного напряжения. Варикапы предназначены для применения в качестве элементов с электрически управляемой ёмкостью. Варикапы используются, в основном, в радиоприёмных узлах телевизоров, приёмников и радиотелефонов для настройки на частоту передатчика. Раньше в таких узлах применялись переменные конденсаторы, которые имели большие габариты и массу, а также другие недостатки. Применение варикапов позволило в разы уменьшить габариты и массу радиоприёмной аппаратуры. Внешний вид варикапов (примеры) показан на рис. 4.

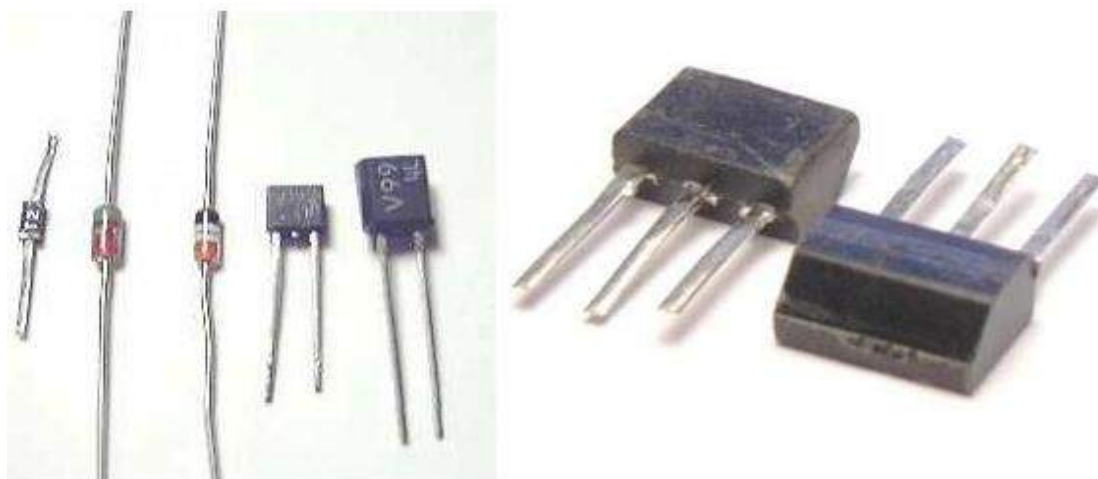


Рисунок 4 – Варикапы

Вольт-фарадная характеристика варикапа – это основная характеристика данного прибора. График этой характеристики приведён на рисунке 5. Из графика следует, что чем больше приложенное к варикапу обратное напряжение, тем меньше ёмкость варикапа.

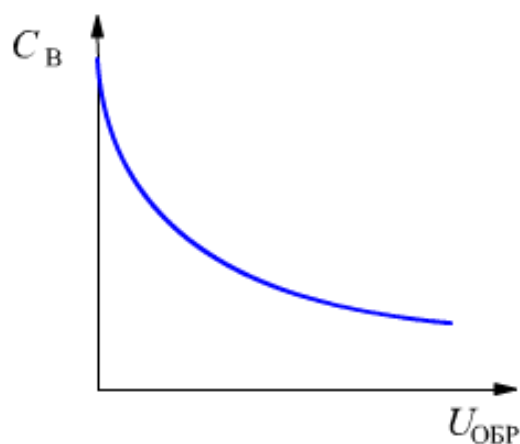


Рисунок 5 – Вольт-фарадная характеристика варикапа

Основные параметры варикапов:

$U_{\text{ОБР}}$ – заданное обратное напряжение;

C_B – номинальная ёмкость, измеренная при заданном обратном напряжении $U_{\text{ОБР}}$;

K_C – коэффициент перекрытия ёмкости, который определяется отношением ёмкостей варикапа при двух значениях обратного напряжения;

$U_{\text{ОБР.МАКС}}$ – максимально допустимое обратное напряжение;

Q_B – добротность, определяемая как отношение реактивного сопротивления варикапа к сопротивлению потерь.

Типовая схема включения варикапа в колебательный контур приведена на рисунке 6.

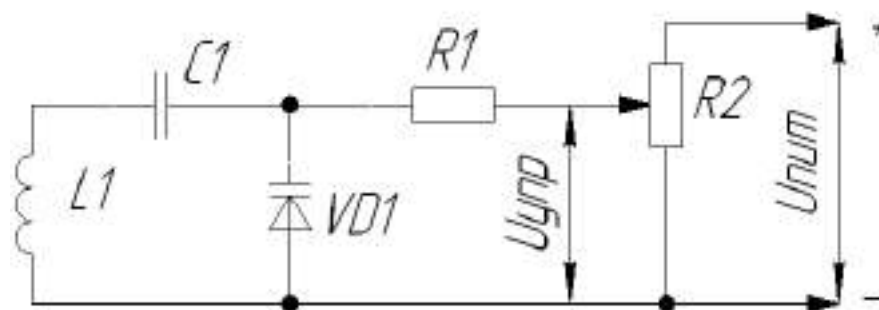


Рисунок 6 – Схема включения варикапа

На этой схеме на R2 подаётся стабилизированное напряжение $U_{\text{пит}}$. Напряжение управления варикапом $U_{\text{упр}}$ формируется с помощью переменного резистора R2. Изменяя напряжение управления $U_{\text{упр}}$ с помощью резистора R2, мы изменяем ёмкость варикапа. Это, в свою очередь, приводит к изменению резонансной частоты колебательного контура.

Практическая часть

1. Характеристики диода.

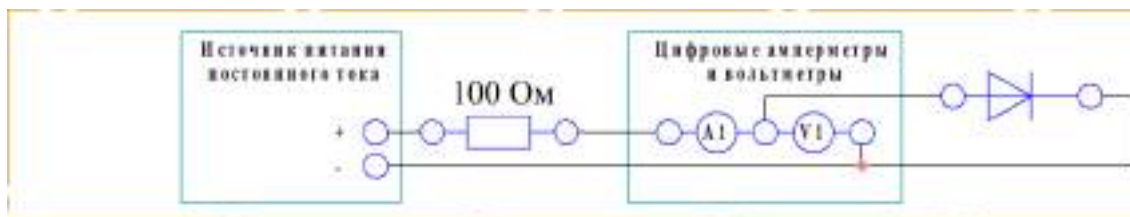


Рисунок 1 – Схема электрических соединений

Порядок выполнения работы

4. По данным наблюдения постройте ВАХ стабилитрона. По ВАХ найдите напряжение стабилизации $U_{ст}$, дифференциальное сопротивление стабилитрона $r_{диф}$. Укажите их на вольт-амперной характеристике.

5. Сделайте вывод о проделанной работе.

3. Характеристики светодиода.

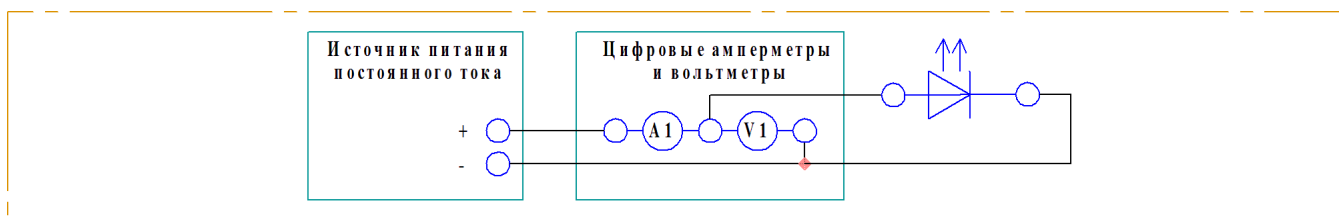


Рисунок 3 – Схема электрических соединений

Порядок выполнения работы

1. Убедитесь, что лабораторный стенд отключен от сети электропитания, автомат СЕТЬ должен быть выключен.

2. Включите питание стенда.

3. Соберите схему электрических соединений.

4. Используя окно измерений, исследуйте работу полупроводникового диода: изменяя напряжение блока питания, заполните таблицу.

Таблица 1 – Значения тока диода и напряжения на диоде

$U_{БП}$, В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U_D , В												
I_D , мА												

5. Постройте вольт-амперную характеристику (ВАХ) диода. По вольт-амперной характеристике найдите напряжение отсечки, при котором открывается диод $U_{отс}$, прямое напряжение $U_{пр}$, дифференциальное сопротивление диода $r_{диф}$. Укажите их на вольт-амперной характеристике.

6. Сделайте вывод о проделанной работе.

4. Характеристики варикапа.

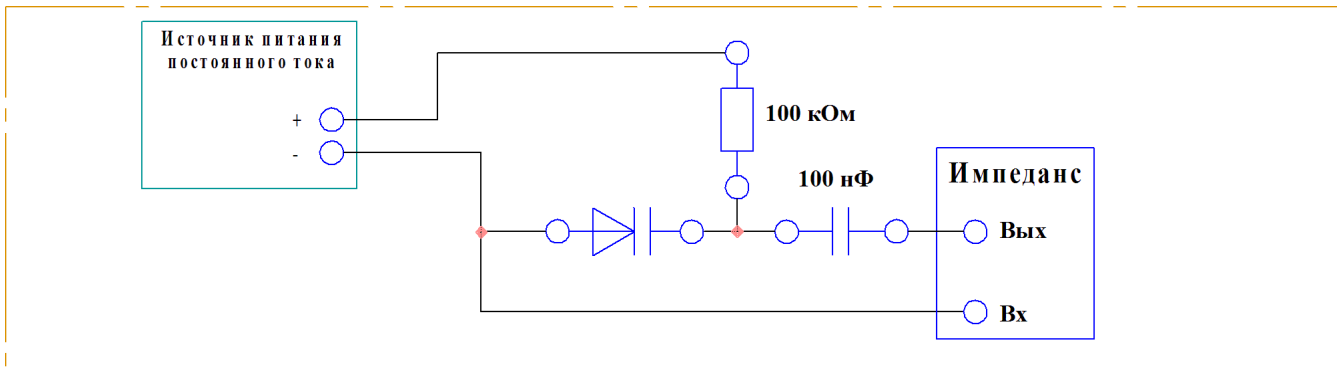


Рисунок 4 – Схема электрических соединений

Порядок выполнения работы

1. Соберите схему электрических соединений.
2. Включите питание стенда.
3. На ПК запустите «Программный комплекс Элтекс». Выставьте частоту измерителя импеданса 30 кГц. Изменяя напряжение на БП от 0 до 10 В, измеряйте с помощью импеданса ёмкость варикапа.

Таблица 4 - Значения ёмкости варикапа и напряжения на варикапе

U, В	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C, пФ											

4. Постройте зависимость величины емкости варикапа от напряжения (вольт-фарадную характеристику – ВФХ).
5. По ВФХ определите минимальную емкость варикапа $C_{в \text{ min}}$, максимальную ёмкость варикапа $C_{в \text{ max}}$, коэффициент перекрытия по емкости $K = C_{в \text{ max}}/C_{в \text{ min}}$.
6. Сделайте вывод о проделанной работе.

5. Характеристики диностора.

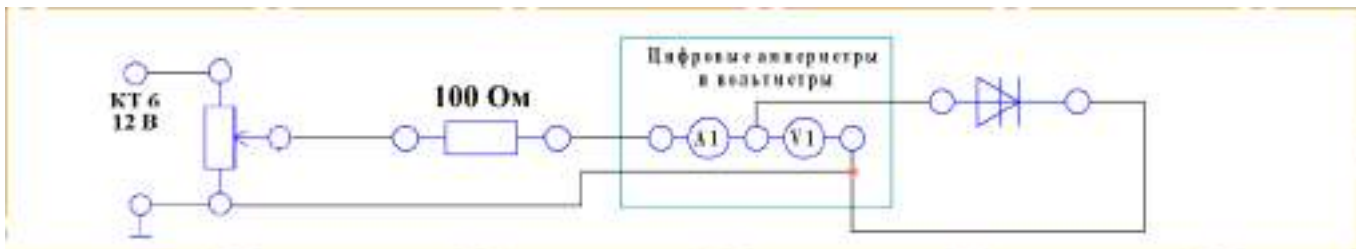


Рисунок 5 – Схема электрических соединений

Порядок выполнения работы

1. Убедитесь, что лабораторный стенд отключен от сети электропитания, автомат СЕТЬ должен быть выключен.
2. Включите питание стенда.
3. Соберите схему электрических соединений.

$U_D, В$												
$I_D, МА$												
$U_{упр} = 0.6 В$												
$U_{БП}, В$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U_D, В$												
$I_D, МА$												
$U_{упр} = 0.8 В$												
$U_{БП}, В$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U_D, В$												
$I_D, МА$												

5. Постройте вольт-амперную характеристику (ВАХ) диода.

6. Сделайте вывод о проделанной работе.

Требования к отчету

Отчёт должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
3. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
4. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Отчет должен быть оформлен в соответствии со следующими правилами.

Текст:

1. Текст отчета набирается шрифтом Times New Roman размером (кеглем) 14, строчным, без выделения, с выравниванием по ширине; абзацный отступ должен быть одинаковым и равен по всему тексту 1,25 см; строки разделяются полуторным интервалом; поля страницы: верхнее и нижнее – 20 мм, левое не меньше 20 мм, правое – 10 мм.
2. Заголовок подраздела (пункта лабораторной работы) – кеглем 14, строчным, полужирным шрифтом;
3. Заголовки от текста отделяют сверху тремя интервалами, снизу – двумя интервалами;
4. Заголовки разделов и подразделов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая;

5. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой;
6. Переносы слов в заголовках не допускаются;
7. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей работы, обозначенные арабскими цифрами;
8. После номера раздела и подраздела в тексте точку не ставят.
9. Страницы лабораторной работы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту работ. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц, но номер страницы на нем не проставляют.

Формулы:

1. Формулы располагают на отдельных строках, их номер записывают на уровне формулы в конце строки, справа от формулы в круглых скобках;
2. Непосредственно под формулой приводится расшифровка символов, если они не были пояснены ранее в тексте;
3. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной строки.

Таблицы:

1. Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире;
2. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице;

Иллюстрации:

1. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в отчете;
2. иллюстрации, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией;
3. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст), слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных (например, Рисунок 1 – Детали прибора).

Вопросы

1. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Что такое разрешенные и запрещенные энергетические зоны? Что такое уровень Ферми? Как влияет концентрация примеси на положение уровня Ферми? Что такое собственная

электропроводность полупроводника? Концентрация носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках.

2. Токи в полупроводниках. Дрейфовый ток. Диффузионный ток. Время жизни носителей и диффузионная длина.

3. Поясните механизм образования электронно-дырочного перехода. Что такое инжекция и экстракция носителей заряда?

4. Как влияет внешнее напряжение на высоту потенциального барьера и ширину р-п-перехода. Прямое и обратное смещение р-п-перехода.

5. Нарисуйте вольт-амперную характеристику р-п-перехода и напишите уравнение, описывающее эту характеристику.

6. Вольт-амперная характеристика реальных р-п-переходов. Генерация и рекомбинация носителей заряда в р-п-переходе, поверхностные токи утечки, активное сопротивление р- и п- областей.

7. Объясните механизм лавинного и туннельного (зенеровского) пробоя.

8. Что такое барьерная ёмкость р-п-перехода? Что такое диффузионная ёмкость?

9. Что называется полупроводниковым диодом? Назовите основные характеристики полупроводниковых диодов, дайте их определения.

10. Как влияет повышение температуры на прямую ветвь вольт-амперной характеристики полупроводникового диода? Перечислите и объясните отличия в свойствах и параметрах кремниевых и германиевых диодов.

11. Что такое стабилитрон и стабистор? В чем разница между стабилитроном и стабистором? Поясните принцип их работы.

Список литературы

1. Бурбаева Н.В. Днепрова Т.С. Основы полупроводниковой электроники. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 312 с.

2. Бурбаева Н.В. Днепрова Т.С. Сборник задач по полупроводниковой электронике. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 168 с.

3. Лаврентьев Б.Ф. Схемотехника электронных средств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Б.Ф.Лаврентьев. – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 336 с.

4. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника.

5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники.

6. Глазачёв А. В., Петрович В. П. Физические основы электроники. Конспект лекций.

7. Попов А. П., Степанов В. И. Физические основы электроники: Учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2004. – 167 с.

Типовые задания практик. Самостоятельная работа по теме 7. Транзисторы биполярные.

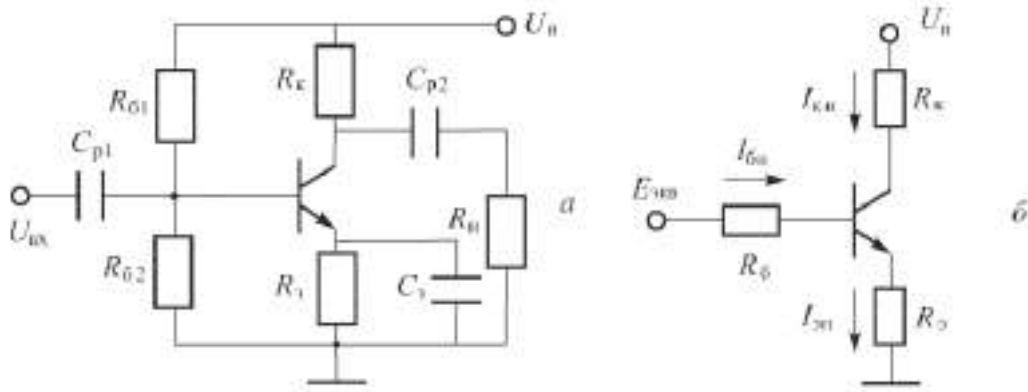


Рис.1. Эквивалентная схема резистивного усилителя для определения точки покоя

Задача 1. Определить точку покоя резисторного усилителя (рис. 1) на транзисторе КТ 3176 А9, если: $U_{п} = 10$ В, $R_{к} = 19,5$ Ом, $R_{э} = 0,5$ Ом, $R_{B1} = 385$ Ом, $R_{B2} = 40$ Ом, $h_{21Э} = 180$. Характеристики транзистора приведены на рис. П.3. приложения. Определить дифференциальный параметр $h_{11Э}$ в точке покоя.

Задача 2. Определить точку покоя резисторного усилителя (рис. 1) на транзисторе 2Т 860 А, если: $U_{п} = 16$ В, $R_{к} = 9$ Ом, $R_{э} = 1$ Ом, $R_{B1} = 650$ Ом, $R_{B2} = 100$ Ом, $h_{21Э} = 140$. Характеристики транзистора приведены в приложении на рис. П.1. Определить дифференциальный параметр $h_{11Э}$ в точке покоя.

Задача 3. Определить точку покоя резисторного усилителя (рис. 1) на транзисторе 2Т 860 А, если: $U_{п} = 24$ В, $R_{к} = 19$ Ом, $R_{э} = 1$ Ом, $R_{B1} = 900$ Ом, $R_{B2} = 100$ Ом, $h_{21Э} = 130$. Характеристики транзистора приведены в приложении на рис. П.1. Определить дифференциальный параметр $h_{11Э}$ в точке покоя.

Задача 4. Определить точку покоя резисторного усилителя (рис. 2.3) на транзисторе КТ 216 А, если: $U_{п} = 30$ В, $R_{к} = 4,9$ кОм, $R_{э} = 100$ Ом, $R_{B1} = 95$ кОм, $R_{B2} = 5$ кОм, $h_{21Э} = 54$. Характеристики транзистора приведены в приложении на рис. П.4. Определить дифференциальный параметр $h_{11Э}$ в точке покоя.

Задача 5. Резисторный усилитель собран на транзисторе 2Т 860 А по схеме рис. 1 а. Рассчитать сопротивления R_{B1} и R_{B2} , обеспечивающие точку покоя с параметрами $I_{кп} = 0,8$ А, $U_{кэп} = 6$ В, а $R_{э} = 1$ Ом. Известно, что ток через сопротивление R_{B1} в режиме покоя в 5 раз больше тока $I_{бп}$, $U_{п} = 10$ В, а $R_{э} = 1$ Ом. Характеристики транзистора приведены в приложении на рис. П.1.

Задача 6. Резисторный усилитель собран на транзисторе КТ 3176 А9 по схеме рис. 2.3. Рассчитать сопротивления R_{B1} и R_{B2} , обеспечивающие точку покоя с параметрами $I_{бп} = 2$ мА; $U_{кэп} = 2,8$ В. Известно, что ток через сопротивление R_{B1} в режиме покоя в 10 раз больше тока $I_{бп}$, $U_{п} = 5$ В, а $R_{э} = 0$. Характеристики транзистора приведены в приложении на рис. П.3.

Задача 7. Резисторный усилитель собран на транзисторе КТ 216 А по схеме рис. 1. Рассчитать сопротивления R_{B1} и R_{B2} , обеспечивающие точку покоя с параметрами $U_{бэп} = 0,7$

В; $U_{кЭП} = 25$ В. Известно, что ток через сопротивление $R_{б1}$ в режиме покоя в 6 раз больше тока $I_{бп}$, $U_{п} = 40$ В, $R_{э} = 100$ Ом. Характеристики транзистора приведены в приложении на рис. П.4.

Задача 8. Для резисторного каскада на транзисторе КТ 3176 А9 определить $R_{к}$ и K_{I} если $I_{бп} = 3,5$ мА, $R_{н} = 2R_{к}$. Характеристики транзистора приведены на рис. П.3. Положение нагрузочной прямой по переменному току задано координатами $[0$ В, 1000 мА] и $[3,5$ В, 0 мА]. Считать, что в схеме есть $C_{э}$, а сопротивление базового делителя велико: $R_{б} \gg h_{11э}$.

Задача 9. Для резисторного каскада на транзисторе КТ 3176 А9 определить $R_{к}$, K_{U} , $P_{вх}$ и $P_{н}$, если $U_{вх.м} = 14$ мВ, $I_{бп} = 3,5$ мА, $R_{н} = R_{к}$, $R_{э} = 1$ Ом. Характеристики транзистора приведены на рис. П.3. Положение нагрузочной прямой по переменному току задано координатами $[0$ В, 1000 мА] и $[3,5$ В, 0 мА]. Считать, что сопротивление базового делителя велико: $R_{б} \gg h_{11э}$, $R_{б} \gg h_{21э}R_{э}$ - Как изменятся K_{U} , $P_{вх}$ и $P_{н}$, если отпаять $C_{э}$?

Примечание. 1) При достаточно больших $R_{б}$, $P_{вх} = 1/2 I_{б.м} U_{вх.м}$, т.к. $I_{вх} \approx I_{б}$, 2) Если отпаять $C_{э}$, то $I_{б.м} = \frac{U_{вх.м}}{h_{11э} + (1 + h_{21э})R_{э}}$.

Задача 10. Для резисторного каскада на транзисторе КТ 218 А определить $R_{н}$ и K_{I} , если $U_{бп} = 0,54$ В, $R_{н} = 3 R_{к}$, $R_{э} = 20$ Ом, $R_{б1} = 9$ кОм, $R_{б2} = 1$ кОм. Характеристики транзистора приведены на рис. П.5. Положение нагрузочной прямой по постоянному току задано координатами $[0$ В, 45 мА] и $[10$ В, 0 мА]. В схеме есть $C_{э}$.

Указание. Для определения $(R_{к} + R_{э})$ можно воспользоваться формулой $I_{кз} = \frac{U_{п}}{R_{к} + R_{э}}$

Задача 11. Для резисторного каскада на транзисторе КТ 218 А определить K_{U} , $P_{вх}$ и $P_{н}$, если $U_{вх.м} = 30$ мВ, $U_{бп} = 2$ мА, $R_{н} = 3R_{к}$, $R_{э} = 20$ Ом, $R_{б1} = 900$ Ом, $R_{б2} = 100$ Ом. Характеристики транзистора приведены на рис. П.5. Положение нагрузочной прямой по постоянному току задано координатами $[0$ В, 45 мА] и $[10$ В, 0 мА]. Как изменятся K_{U} , $P_{вх}$, и $P_{н}$, если отпаять $C_{э}$?

Примечание. Если нет $C_{э}$, то входное сопротивление каскада равно

$$R_{вх} = \frac{R_{б}(h_{11э} + (1 + h_{21э})R_{э})}{R_{б} + (h_{11э} + (1 + h_{21э})R_{э})}$$

Задача 12. Для резисторного усилителя определить коэффициенты усиления K_{U} , K_{I} , и K_{P} , если $h_{11э} = 1$ кОм, $R_{к} = 4$ кОм, $R_{н} = 6$ кОм, $h_{21э} = 120$, $R_{б1} = 8$ кОм, $R_{б2} = 2$ кОм, в схеме есть $C_{э}$. Как нужно изменить $R_{н}$ чтобы увеличить K_{P} ?

Указания. Максимальное значение K_{P} при прочих равных условиях достигается, когда $R_{н} = R_{к}$. В этом можно убедиться, исследовав на экстремум выражение $K_{P} = \frac{h_{21э}^2}{h_{11э}} \frac{R_{н}R_{к}^2}{(R_{н} + R_{к})^2}$ как функцию $R_{н}$.

Задача 13. Для резистивного усилителя определить коэффициенты усиления K_{U} , K_{I} , и K_{P} , если $h_{11э} = 200$ Ом, $R_{к} = 1$ кОм, $R_{н} = 4$ кОм, $h_{21э} = 50$, $R_{б1} = 9$ кОм, $R_{б2} = 1$ кОм, $R_{э} = 20$ Ом. Как изменятся коэффициенты усиления, если отпаять $C_{э}$?

Задача 14. Для резисторного усилителя на транзисторе КТ 216 А определить сопротивления $R_{к}$ и $R_{э}$, если $U_{п} = 27$ В, $U_{кЭП} = 8$ В, $I_{бп} = 0,1$ мА, $R_{б1} = 9,5$ кОм, $R_{б2} = 500$ Ом. Входная характеристика транзистора приведена на рис. П.4. Определить K_{I} , если $R_{н} = R_{к}$.

Задача 15. Для резисторного усилителя на транзисторе 2Т 860 А определить сопротивления R_K и $R_{\text{Э}}$, если $U_{\text{П}} = 24 \text{ В}$, $U_{\text{КЭП}} = 7,4 \text{ В}$, $I_{\text{бп}} = 6 \text{ мА}$, $R_{\text{б1}} = 1 \text{ кОм}$, $R_{\text{б2}} = 180 \text{ Ом}$. Характеристики транзистора приведены на рис. П.1. Определить K_I , если K_I , если $R_{\text{Н}} = 4 R_K$.

Задача 16. Для резисторного каскада на транзисторе 2Т 827 А определить $R_{\text{б2}}$, $R_{\text{Н}}$, $P_{\text{Н}}$ и к.п.д., если известны $U_{\text{П}} = 20 \text{ В}$, $U_{\text{КЭП}} = 10 \text{ В}$, $U_{\text{бэп}} = 1,5 \text{ В}$, $R_{\text{б1}} = 1 \text{ кОм}$, $R_{\text{Э}} = 0$, $U_{\text{вх.м}} = 0,2 \text{ В}$. Нагрузочная прямая по полному переменному току пересекает ось $U_{\text{КЭ}}$ в точке $U_{\text{КЭ.ХХ}} = 15 \text{ В}$.

Задача 17. Для резисторного каскада на транзисторе КТ 3176 А9 определить $R_{\text{Н}}$, K_U , и $P_{\text{Н}}$, если известны $U_{\text{П}} = 4 \text{ В}$, $I_{\text{бп}} = 4 \text{ мА}$, $R_K = 4 \text{ Ом}$, $R_{\text{Э}} = 1 \text{ Ом}$, $U_{\text{вх.м}} = 0,025 \text{ В}$, $U_{\text{кэ.м}} = 0,5 \text{ В}$. Характеристики транзистора приведены на рисунке П.3. В схеме есть $C_{\text{Э}}$.

Задача 18. Для резисторного каскада на транзисторе КТ 218 А9 определить $R_{\text{Н}}$ и $U_{\text{вх.м}}$, если $U_{\text{П}} = 10 \text{ В}$, $U_{\text{бэп}} = 0,53 \text{ В}$, $R_K = 240 \text{ Ом}$, $R_{\text{Э}} = 10 \text{ Ом}$, $I_{\text{б.м}} = 0,6 I_{\text{бп}}$, $U_{\text{кэ.м}} = 1,5 \text{ В}$. Характеристики транзистора приведены на рис. П.5. В схеме есть $C_{\text{Э}}$.

Задача 19. Для резисторного каскада на транзисторе КТ 860 А определить K_U и к.п.д. каскада η , если $I_{\text{к.м}} = 0,3 \text{ А}$, $I_{\text{бп}} = 4 \text{ мА}$, $R_{\text{Н}} = 3 R_K$, $R_{\text{Э}} = 2 \text{ Ом}$. Характеристики транзистора приведены на рис. П.1. Положение нагрузочной прямой по постоянному току задано координатами $[0\text{В}, 1,2 \text{ А}]$ и $[24\text{В}, 0 \text{ А}]$. В схеме есть $C_{\text{Э}}$.

Задача 20. Для резисторного каскада на транзисторе RN 216 А определить K_U и к.п.д. каскада η , если $U_{\text{П}} = 35 \text{ В}$, $I_{\text{б.м}} = 60 \text{ мкА}$, $I_{\text{бп}} = 80 \text{ мкА}$, $R_{\text{Н}} = R_K$. Характеристики транзистора приведены на рис. П4. Положение нагрузочной прямой по полному переменному току задано координатами $[0 \text{ В}, 10 \text{ мА}]$ и $[30 \text{ В}, 0 \text{ мА}]$. В схеме есть $C_{\text{Э}}$.

Задача 21. Для резисторного каскада на транзисторе КТ 3176 А9 определить R_K , K_U , и $U_{\text{вх.м}}$, если $U_{\text{П}} = 5 \text{ В}$, $I_{\text{к.м}} = 100 \text{ мА}$, $U_{\text{бэп}} = 0,75 \text{ В}$, $R_{\text{Э}} = 1 \text{ Ом}$. Характеристики транзистора приведены на рисунке П.4. Положение нагрузочной прямой по полному переменному току задано координатами $[0 \text{ В}, 1000 \text{ мА}]$ и $[4 \text{ В}, 0 \text{ мА}]$. В схеме есть $C_{\text{Э}}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Характеристики биполярных транзисторов [14]

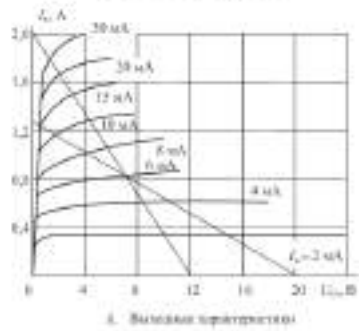
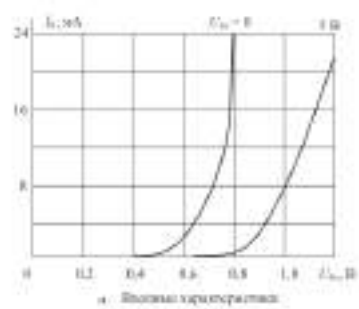


Рис. 11.1 Характеристики транзистора 2190А — В

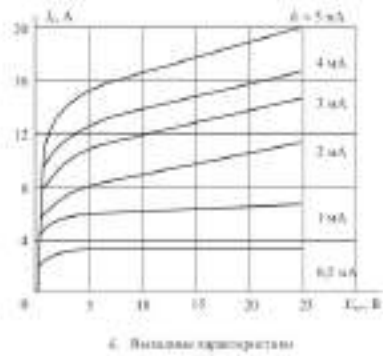
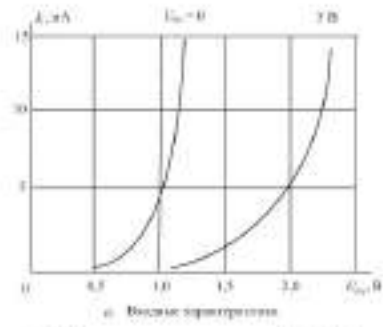


Рис. 11.2 Характеристики транзистора 2Т827А — В

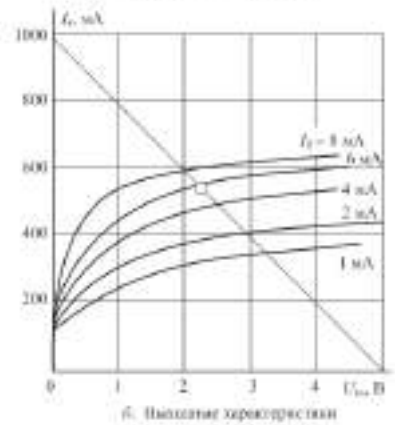
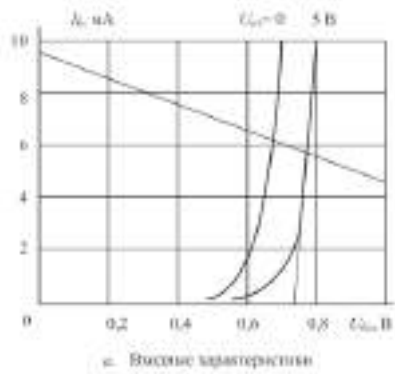


Рис. 11.3 Характеристики транзистора КТ 1176 А9

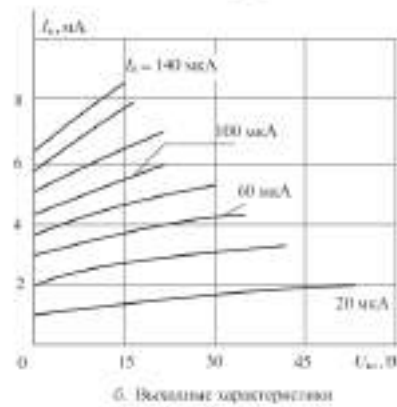
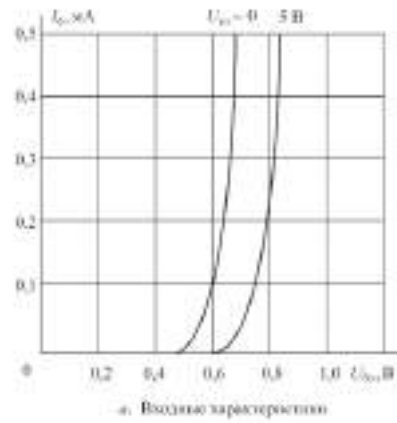
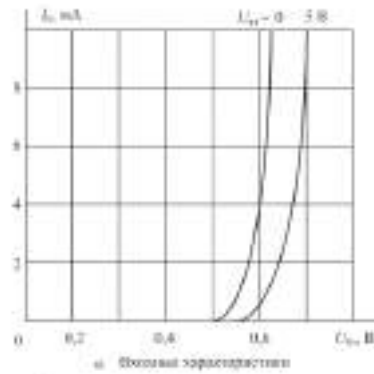
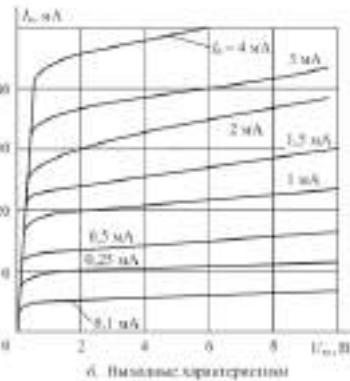


Рис. 11.4 Характеристики транзистора КТ 216 А

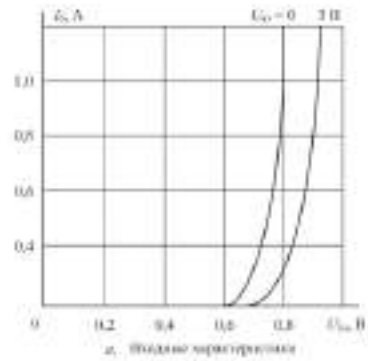


а. Статические характеристики

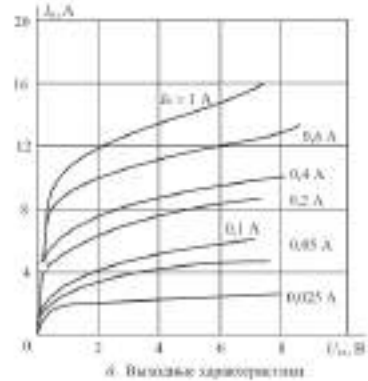


б. Выходные характеристики

Рис. П.5. Характеристики транзистора КТ 218 А9 (А9—Т8)

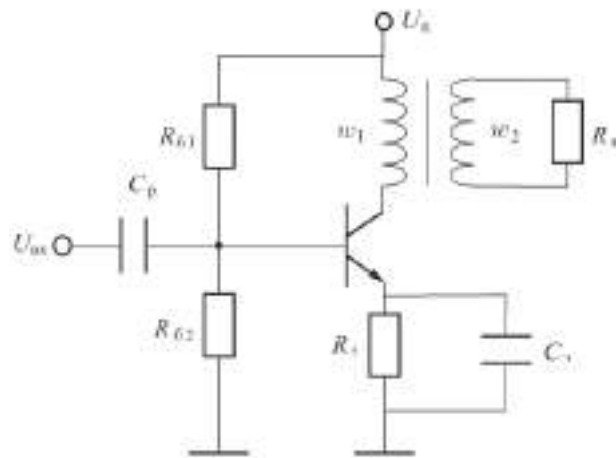


а. Статические характеристики



б. Выходные характеристики

Рис. П.6. Характеристики транзистора КТ 847 А



Задача 1. Для трансформаторного каскада на транзисторе КТ 218 А9 определить величины: $R_э$, R_n , $U_{вх.м}$, K_U , K_I , P_n и к.п.д., если $U_{п} = 5$ В, $I_{бп} = 1$ мА, $U_{кэп} = 4$ В, $I_{к.м} = 10$ мА, $U_{кэ.м} = 2$ В, $\eta_T = 0,95$, $K_T = 2$. Считать, что $R_б \gg h_{11э}$, в схеме есть $C_э$.

Задача 2. Для трансформаторного каскада на транзисторе 2Т 860 А определить $R_{б2}$, R_n , P_n и к.п.д., если известны: $U_{п} = 6$ В, $I_{кп} = 0,8$ А, $R_{б1} = 200$ Ом, $R_э = 0$, $I_{б.м} = 4$ мА. Нагрузочная прямая по полному переменному току пересекает ось $U_{кэ}$ в точке $\Gamma_{кэ.хх} = 10$ В. Считать, что активное сопротивление первичной обмотки трансформатора пренебрежимо мало, $\eta_T = 1$, $K_T = 3$.

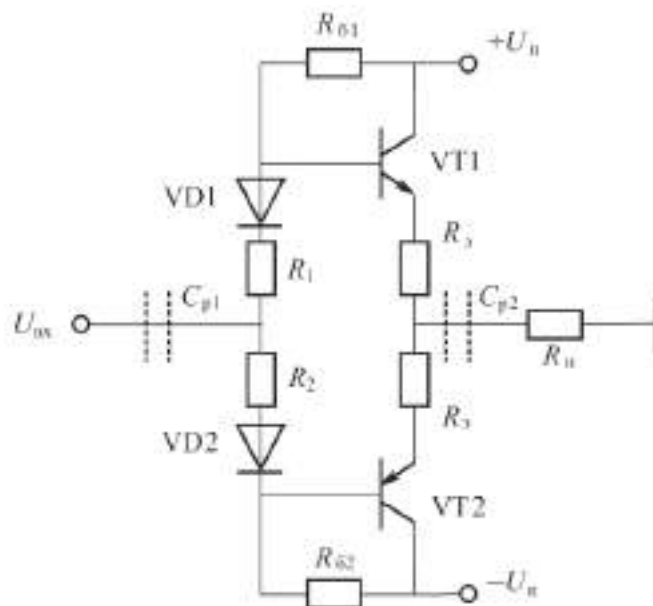
Примечание. Уравнение нагрузочной прямой по полному переменному току имеет тот же вид, что и соответствующее уравнение для резисторного усилителя

$$U_{\text{xx.}\sim} = U_{\text{кэп}} + I_{\text{кп}} R'_H,$$

$$I_{\text{кз.}\sim} = I_{\text{кп}} + U_{\text{кэп}}/R'_H,$$

только под R'_H подразумевается приведенное к первичной обмотке сопротивление нагрузки

$$R'_H = \eta_T \frac{R_H}{k_T^2}.$$



Задача 3. Двухтактный эмиттерный повторитель собран на комплементарных транзисторах КТ 825 А, КТ 827 А. Каскад работает в режиме класса АВ, $I_{\text{бп}} = 0,1 I_{\text{б.м}}$, $U_{\text{бэп}} = 1,2 \text{ В}$. Стабисторы 2С 113 А имеют напряжение стабилизации 1,2 В; $I_{\text{ст.мин}} = 1 \text{ мА}$; $I_{\text{ст.макс}} = 100 \text{ мА}$; $U_{\text{п}} = 35 \text{ В}$; $U_{\text{н.м}} = 12 \text{ В}$; $R_{\text{н}} = 2 \text{ Ом}$; $R_3 = 1 \text{ Ом}$; $R_6 = 3 \text{ кОм}$; $R_1 = 0$. Принять, что $h_{11э} = 120 \text{ Ом}$; $h_{21э} = 2000$. Определить K_U , минимальное $R_{\text{вх.эп}}$ и токи, протекающие через стабисторы при максимальном положительном входном сигнале.

Задача 4. В условиях предыдущей задачи нет стабисторов, а есть сопротивления R_1 , R_2 . $U_{\text{п}} = 32 \text{ В}$; $R_6 = 30 \text{ кОм}$. Определить R_1 , R_2 и минимальное $R_{\text{вх.эп}}$.

Задача 5. Двухтактный эмиттерный повторитель собран на комплементарных транзисторах КТ 825 А и КТ 827 А. Стабисторы КС 107 А имеют напряжение стабилизации $U_{\text{ст}} = 0,715 \text{ В}$; минимальный ток стабилизации $I_{\text{ст.мин}} = 1 \text{ мА}$; максимальный $I_{\text{ст.макс}} = 100 \text{ мА}$; $U_{\text{п}} = 35 \text{ В}$; $U_{\text{н.м}} = 12 \text{ В}$; $R_{\text{н}} = 2 \text{ Ом}$; $R_3 = 1 \text{ Ом}$; $R_6 = 3 \text{ кОм}$; $R_1 = 43 \text{ Ом}$; $h_{11э} = 120 \text{ Ом}$; $h_{21э} = 2000$; $I_{\text{бп}} = 0,1 I_{\text{б.м}}$, $U_{\text{бэп}} = 1,2 \text{ В}$. Определить K_U , минимальное $R_{\text{вх.эп}}$ и токи, протекающие через стабисторы при максимаксимальном положительном входном сигнале. Сопротивлением стабисторов можно пренебречь.

Задача 6. В схеме двухтактного эмиттерного повторителя на комплементарных транзисторах КТ 860, КТ 861 использованы стабисторы 2С107 А, имеющие напряжение стабилизации $U_{\text{ст}} = 0,7 \text{ В}$; минимальный ток стабилизации $I_{\text{ст.мин}} = 1 \text{ мА}$, максимальный $I_{\text{ст.макс}} = 100 \text{ мА}$; $U_{\text{п}} = 30 \text{ В}$; $U_{\text{н.м}} = 12 \text{ В}$; $R_{\text{н}} = 20 \text{ Ом}$; $R_3 = 2 \text{ Ом}$; $R_6 = 2,7 \text{ кОм}$; $R_1 = 0$, $h_{21э} = 130$. Каскад работает в режиме класса АВ. Определить K_U , минимальное $R_{\text{вх.эп}}$ и величину

входного сопротивления при максимальном отрицательном напряжении входного сигнала. Характеристики транзистора КТ 860 приведены на рис. П.1.

Задача 7. В схеме двухтактного эмиттерного повторителя на комплементарных транзисторах КТ 860, КТ 861 нет стабилитров. $U_{п} = 15 \text{ В}$; $U_{н.м} = 8 \text{ В}$; $R_{н} = 10 \text{ Ом}$; $R_{э} = 1 \text{ Ом}$, $h_{21э} = 125$. Каскад работает в режиме класса АВ, поэтому $I_{бп} = 0,1 I_{б.м}$, $U_{бэп} = 0,72 \text{ В}$. Определить сопротивления R_6 и R_1 , обеспечивающие ток делителя покоя (т. е. ток через сопротивление R_6) $I_{дп} = 3I_{бп}$. Характеристики транзистора КТ 860 приведены на рис. П. 1.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. *Основы зонной теории полупроводниковых кристаллов. Носители тока в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников; примесные полупроводники.*
2. *Токи в полупроводниковых материалах. Дрейфовый ток. Диффузионный ток. Время жизни носителей, диффузионная длина.*
3. *Идеальный р–п-переход при отсутствии внешнего напряжения. Прямое и обратное смещение идеального р–п-перехода. Распределение носителей тока вблизи идеального р–п-перехода.*
4. *Токи через идеальный р–п-переход при прямом и обратном смещении. Зависимость тока от напряжения для идеального р–п-перехода. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) идеального р–п-перехода. Пробой р–п-перехода.*
5. *Полупроводниковые приборы: диоды, принцип действия, разновидности, схемы включения. Статические характеристики диода.*
6. *Различные типы диодов: выпрямительный диод, стабилитрон и стабилитрон, светоизлучающий диод. Вольт-амперные характеристики, основные параметры.*
7. *Параметрические полупроводниковые компоненты с р-п-переходом.*
8. *Схемы включения биполярных транзисторов. Основные параметры, определяющие частотные и импульсные свойства биполярных транзисторов, как активных компонентов электронной аппаратуры.*
9. *h-параметры и статические характеристики биполярных транзисторов в схемах с общей базой и общим эмиттером.*
10. *Схемы включения биполярных транзисторов. Схема включения транзистора с общей базой (ОБ). Схема включения транзистора с общим эмиттером (ОЭ). Схема включения транзистора с общим коллектором (ОК).*

11. *Динамический режим работы биполярного транзистора. Построение нагрузочной характеристики. Влияние параметров транзистора на амплитудно-частотную характеристику устройства.*
12. *Режимы работы биполярного транзистора. Активный режим. Режим отсечки. Режим насыщения. Примеры.*
13. *Униполярные (полевые) транзисторы с управляющим электронно-дырочным переходом и МДП-структуры (MOSFET). Принцип действия, классификация, параметры, статические характеристики, схемы включения, режимы работы.*
14. *Различия в использовании биполярных и МДП (MOSFET) – транзисторов. Особенности применения транзисторов, изготовленных по технологии IGBT.*
15. *Флуктуационные шумы в транзисторах. Тепловой шум. Дробовой шум. Фликкер-шум. Зависимость коэффициента шумов транзистора от рабочих параметров.*
16. *Транзисторный ключ. Статические режимы работы транзисторного ключа. Переходные процессы в транзисторном ключе. Включение и выключение транзистора. Способы повышения быстродействия транзисторных ключей.*
17. *Триггер на транзисторных ключах. Стационарное состояние триггера. Переключение триггера на транзисторных ключах.*
18. *Влияние эффекта Миллера на работу транзисторных каскадов. Меры по ослаблению эффекта Миллера в полупроводниковых цепях.*
19. *Устройство и принцип действия динистора и тиристора. Вольт-амперные характеристики. Динамические свойства.*
20. *Конструктивные особенности силовых тиристорных; их использование в вентиляльных преобразователях.*
21. *Элементная база на основе полупроводниковых гетероструктур. Область её использования. Арсенид- и нитрид-галлиевые транзисторы, их преимущества по сравнению с электронными компонентами на традиционных полупроводниковых материалах.*
22. *Светочувствительные полупроводниковые элементы: фотодиоды, фототранзисторы, фоторезисторы.*
23. *Однопереходные транзисторы. Диодные структуры на основе туннельного эффекта и эффекта переноса заряда. Диодные структуры p-i-n и их использование в приемно-передающих устройствах. Элементы с барьером Шоттки.*
24. *Разновидности интегральных схем. Технологические варианты их реализации. Базовый матричный кристалл. Классификация параметров интегральных схем. Основные правила проектирования.*

25. *Этапы разработки и проектирования электронных изделий.*
26. *Классификация радиоэлектронной аппаратуры, радиокомпонентов и узлов. Конструктивные уровни РЭА. Классификация радиоэлектронной аппаратуры, радиокомпонентов и узлов.*
27. *Понятие надёжности электронной аппаратуры, её компонентов и узлов. Составляющие понятия надёжности. Интенсивность отказов. Внешние факторы, влияющие на факторы надёжности электронных устройств.*
28. *Усилительные устройства. Их основные параметры и характеристики. Классификация усилительных устройств; условия их устойчивости.*
29. *Широкополосные усилители: назначение и конструктивные особенности. Аперриодические усилители. Специфика их использования в электронной аппаратуре.*
30. *Усилители напряжения. Особенности работы электронных устройств, в режиме усиления слабых сигналов.*
31. *Разновидности обратных связей в усилительных устройствах и их значение в функционировании электронной аппаратуры. Влияние отрицательной обратной связи на устойчивость усилителя. Варианты схемотехнических решений.*
32. *Усилители медленно изменяющегося сигнала; усилители постоянного тока. Назначение и особенности конструкции.*
33. *Усилители высокой частоты. Использование частотно-зависимых цепей в резонансных и полосовых усилителях.*
34. *Связанные колебательные контуры. Влияние расстройки контуров и глубины связи на амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики. Системы с переменной индуктивностью.*
35. *Высокочастотные трансформаторы. Трансформаторы с магнитными связями. Трансформаторы на длинных линиях. Особенности использования магнитопроводов на основе феррита.*
36. *Частотно-зависимые цепи с нелинейной емкостью. Использование параметрических приборов в целях перестройки и автоподстройки частотно-зависимых цепей.*
37. *Усилители мощности. Характеристики классов усиления: А, АВ, В, С. Способы повышения КПД усилителя. Обеспечение согласования в усилителях мощности.*
38. *Двухтактный эмиттерный повторитель в режимах классов В и АВ. Эквивалентная схема. Расчет входного сопротивления, коэффициента усиления по напряжению, коэффициента усиления по току, КПД.*

39. Резисторный усилитель переменного тока. Расчет усилителя по постоянному и полному переменному токам.
40. Дифференциальный усилитель. Дифференциальный каскад с симметричным выходом; с несимметричным выходом. Дифференциальный усилитель с нагрузкой в виде «токового зеркала».
41. Неинвертирующая схема включения идеального операционного усилителя. Суммирование при подаче сигналов на неинвертирующий вход при заземленном инвертирующем входе.
42. Инвертирующая схема включения идеального операционного усилителя. Суммирование при подаче сигналов на инвертирующий вход при заземленном неинвертирующем входе.
43. Интегрирование сигналов с помощью операционных усилителей. Схема и расчет интегратора на операционном усилителе.
44. Фильтрующие цепи: фильтры низкой, высокой частоты, полосно-пропускающие; заградительные (режекторные) фильтры и их характеристики.
45. Активные фильтрующие цепи. Схемы и расчет фильтров нижних и верхних частот первого порядка на ОУ.
46. Способы частотной коррекции в цепях электронной аппаратуры. Стабилизация параметров в условиях внешних воздействий. Фазовая автоподстройка частоты.
47. Усилители импульсных и цифровых сигналов. Влияние постоянной времени цепи на искажение передаваемого импульса. Переходные процессы в усилительных трактах.
48. Автогенераторы. Условия самовозбуждения генераторов. Основные схемы построения. Стабилизация и подстройка частоты автогенераторов.
49. Схема, принцип действия и расчет генератора линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН) на ОУ.
50. Детекторы сигналов. Аппаратная реализация процесса детектирования в радиоэлектронной аппаратуре.
51. Особенности функционирования импульсных электронных устройств. Мультивибраторы: назначение, особенности конструкции, режимы работы. Блокинг-генераторы.
52. Триггеры. Их назначение, разновидности, особенности использования.
53. Схема, принцип действия и расчет мультивибратора на операционном усилителе.
54. Простейший элемент И-НЕ ТТЛ. Логический элемент И-НЕ со сложным инвертором.
55. Логический элемент И-НЕ диодно-транзисторной логики (ДТЛ).

56. Основные технологические этапы производства электронных изделий. Цеха и участки производственного предприятия, их компоновочные решения.
57. Параметры печатных плат. Компоновка, размещение и монтаж радиокомпонентов на плате. Виды многослойного печатного монтажа.
58. Особенности технологии производства многослойных печатных плат.
59. Основы электронной гигиены. Предотвращение электростатических разрядов и электрических перегрузок. Требования к чистым помещениям (комнатам, зонам) и их классификация.
60. Основные правила сборки установочных изделий в электронном производстве. Этапы выполнения монтажных операций автоматическим и ручным способом.
61. Основные правила монтажа радиокомпонентов на печатную плату. Отклонения в процессе выполнения монтажных операций.
62. Особенности процесса пайки. Этапы образования паяного соединения. Виды технологии. Припой и флюсы.
63. Причины, ограничивающие чувствительность радиоэлектронной аппаратуры. Меры, применяемые для снижения уровня шумов. Взаимное влияние блоков и узлов электронной аппаратуры. Понятие электромагнитной совместимости.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения	хорошо		71-85

		или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков	удовлетворительного уровня	неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Шишкин, Г. Г. *Электроника [Электронный ресурс]: учеб. для бакалавров/ Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. - 2-е изд., испр. и доп.. - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 702 с.. - (Бакалавр. Базовый курс). - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-9916-3391-8: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Юрайт(1)*
2. Миленина, С. А. *Электроника и схемотехника [Электронный ресурс]: учеб. и практикум для СПО/ С. А. Миленина ; под ред. С. А. Миленина; Рос. технолог. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 270 с.. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 267-269. - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-534-06085-0: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Юрайт(1)*

Дополнительная литература

1. Вадутов, О. С. *Электроника. Математические основы обработки сигналов [Электронный ресурс]: учеб. и практикум для акад. бакалавриата/ О. С. Вадутов; Нац. исслед. Томский политехн. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 307 с.. - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-9916-6551-3: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Юрайт(1)*
2. Прянишников, В. А. *Электроника: полный курс лекций/ В. А. Прянишников. - 4-е изд. 5-е изд.. - СПб.: КОРОНА принт, 2004, 2006; М.: Бином-Пресс. - 415 с. - (Учебник для высших и средних учебных заведений). - Библиогр.: с. 415. - ISBN 5-7931-0018-0: 151.80, 181.50, р. Имеются экземпляры в отделах 11: УБ(10), ч.з.Н10(1)*

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания

- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 500 «Лаборатория электроники и схемотехники»

Лабораторный стенд «Электротехника, основы электроники, электрические машины, электрический привод» предназначен для обучения студентов, изучающих дисциплины «Электротехника и основы электроники», «Теория электрических цепей», «Физические основы электроники», «Основы электроники», «Электромеханика», «Электрические машины», «Электрический привод».

Стенд обеспечивает изучение следующих разделов:

- 1. Измерительные приборы и измерения в электрических цепях.*
- 2. Электрические цепи постоянного, одно- и трехфазного переменного токов.*
- 3. Исследование полупроводниковых приборов, аналоговых электронных устройств.*
- 4. Изучение основ цифровой техники.*
- 5. Однофазный и трехфазный трансформаторы.*
- 6. Трехфазные асинхронные машины.*
- 7. Машины постоянного тока.*
- 8. Разомкнутые системы регулирования электроприводом*
- 9. Замкнутые системы регулирования электроприводом.*

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые устройства и микропроцессоры»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Алещенко Алексей Николаевич, доцент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-
математических наук и информационных
технологий

Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Цифровые устройства и микропроцессоры».

Цель дисциплины «Цифровые устройства и микропроцессоры» - Основной целью дисциплины является подготовка обучающихся к следующим видам профессиональной деятельности:

*проектно-конструкторской;
эксплуатационной деятельности.*

Задачами дисциплины являются:

- анализ состояния научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников, определение цели и постановка задач проектирования;*
- разработка электрических схем инфокоммуникационных технологий и систем связи с использованием средств компьютерного проектирования, проведение расчетов и технико-экономическое обоснование принимаемых решений;*
- сбор, обработка, анализ и систематизации научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в сфере профессиональной деятельности;*
- оптимизации параметров инфокоммуникационных технологий и систем связи (устройств) с использованием различных методов исследований;*
- эксплуатация и техническое обслуживание инфокоммуникационных устройств и систем связи.*

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПКС-1 Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации</i>	<i>ПКС-1.1 Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.2</i>	Знать: <i>основы схемотехники и элементную базу цифровых электронных устройств, архитектуру, условия и способы использования микропроцессоров и микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи</i> Уметь: <i>проводить анализ структурных схем типовых устройств инфокоммуникационных технологий и систем связи</i> Владеть:

	<p>Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры</p> <p>ПКС-1.3</p> <p>Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключен</p>	<p>методами исследования типовых цифровых устройств, микропроцессоров и микропроцессорных систем.</p>
<p>ПКС-4</p> <p>Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей связи</p>	<p>ПКС-4.1</p> <p>Знает порядок и последовательность проведения работ по обслуживанию радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения</p> <p>ПКС-4.2</p> <p>Умеет применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения</p> <p>ПКС-4.3</p> <p>Владеет современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении схемотехнических, системных и сетевых задач, правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем</p>	<p>Знать:</p> <p>принципы организации схемотехники и элементную базу цифровых электронных устройств, архитектуру, условия и способы использования микропроцессоров и микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить инструментальный анализ структурных схем типовых устройств инфокоммуникационных технологий и систем связи</p> <p>Владеть:</p> <p>современными отечественными и зарубежными методами исследования типовых цифровых устройств, микропроцессоров и микропроцессорных систем.</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Цифровые устройства и микропроцессоры» представляет собой дисциплину части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной

внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Раздел 1. Основы схемотехники и элементная база цифровых электронных устройств Тема 1. Основы теории цифровых устройств	Логические основы построения цифровых устройств, асинхронные потенциальные и синхронные автоматы.
2	Тема 2. Комбинационные устройства	Функциональные узлы цифровых устройств: преобразователи кодов, мультиплексоры, демультимплексоры, программируемые логические интегральные схемы. Исследование функциональных узлов цифровых устройств.
3	Тема 3. Последовательностные устройства	Функциональные узлы цифровых устройств: триггеры, счетчики, регистры, сумматоры, АЛУ. Исследование функциональных узлов цифровых устройств. Аналого-цифровые (АЦП) и цифроаналоговые (ЦАП)

		преобразователи, анализ структурных схем и их применение.
4	Раздел 2. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров и микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи Тема 4. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	Общие принципы построения микропроцессоров (МП), организация многоуровневых МП, система команд МП.
5	Тема 5. Архитектура, условия и способы использования микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	Понятие о микропроцессорных системах (МПС) и микроконтроллерах, организация памяти МПС, БИС памяти, организация обмена данными, интерфейсы микропроцессорных систем, способы использования микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Раздел 1. Основы схемотехники и элементная база цифровых электронных устройств Тема 1. Основы теории цифровых устройств	<i>Логические основы построения цифровых устройств Асинхронные потенциальные и синхронные автоматы Синтез дискретных автоматов</i>
2	Тема 2. Комбинационные устройства	<i>Устройства кодирования, коммутации и сравнения Программируемые логические схемы</i>
3	Тема 3. Последовательностные устройства	<i>Триггеры Счётчики Регистры Сумматоры. АЛУ Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи</i>
4	Раздел 2. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров и микропроцессорных	<i>Общие принципы построения микропроцессоров (МП) Организация многоуровневых МП</i>

	систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи Тема 4. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	<i>Система команд МП</i>
5	Тема 5. Архитектура, условия и способы использования микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	<i>Понятие о микропроцессорных системах (МПС) и микроконтроллерах Организация памяти МПС БИС памяти. Организация обмена данными Интерфейсы микропроцессорных систем. Способы использования микропроцессорных систем в радиоэлектронных устройствах Программное обеспечение</i>

Рекомендуемая тематика *практических* занятий (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
...

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных работ* (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Раздел 1. Основы схемотехники и элементная база цифровых электронных устройств Тема 1. Основы теории цифровых устройств	Исследование логического элемента 2И
2	Раздел 1. Основы схемотехники и элементная база цифровых электронных устройств Тема 1. Основы теории цифровых устройств	Исследование логического элемента 2ИЛИ
3	Раздел 1. Основы схемотехники и элементная база цифровых электронных устройств Тема 1. Основы теории цифровых устройств	Исследование логического элемента НЕ
4	Тема 2. Комбинационные устройства	Исследование элемента дешифратор/демультиплексор
5	Тема 2. Комбинационные устройства	Исследование элемента дешифратор с семисегментным индикатором
6	Тема 3. Последовательностные устройства	Исследование элемента JK-триггер
7	Раздел 2. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров и микропроцессорных систем в инфокоммуникационных	Изучение программной оболочки

	технологиях и системах связи Тема 4. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	
8	Раздел 2. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров и микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи Тема 4. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	Формирование выдержек времени
9	Раздел 2. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров и микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи Тема 4. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	Формирование сигнала заданной частоты
10	Раздел 2. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров и микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи Тема 4. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	Определение длительности внешних сигналов с помощью таймера
11	Тема 5. Архитектура, условия и способы использования микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	Изучение счетчика с программируемым коэффициентом деления на базе таймера
12	Тема 5. Архитектура, условия и способы использования микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	Использование прерываний при программировании микроконтроллера

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. *Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Логические основы построения цифровых устройств. Асинхронные потенциальные и синхронные автоматы*

Синтез дискретных автоматов. Устройства кодирования, коммутации и сравнения. Программируемые логические схемы. Триггеры. Счётчики. Регистры. Сумматоры. АЛУ. Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Общие принципы построения микропроцессоров (МП). Организация многоразрядных МП. Система команд МП. Понятие о микропроцессорных системах (МПС) и микроконтроллерах. Организация памяти МПС. БИС памяти. Организация обмена данными. Интерфейсы микропроцессорных систем. Способы использования микропроцессорных систем в радиоэлектронных устройствах. Программное обеспечение.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее ответы на вопросы к данной лабораторной работе, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым

работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Раздел 1. Основы схемотехники и элементная база цифровых электронных устройств Тема 1. Основы теории цифровых устройств	<i>ПКС-1 ПКС-4</i>	<i>Тестирование, опрос, выполнение лабораторной работы. Защита лабораторной работы с использованием презентации.</i>
Тема 2. Комбинационные устройства	<i>ПКС-1 ПКС-4</i>	<i>Тестирование, опрос, выполнение лабораторной работы. Защита лабораторной работы с использованием презентации.</i>
Тема 3. Последовательностные устройства	<i>ПКС-1 ПКС-4</i>	<i>Тестирование, опрос, выполнение лабораторной работы. Защита лабораторной работы с использованием презентации.</i>
Раздел 2. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров и микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи Тема 4. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	<i>ПКС-1 ПКС-4</i>	<i>Тестирование, опрос, выполнение лабораторной работы. Защита лабораторной работы с использованием презентации.</i>
Тема 5. Архитектура, условия и способы использования микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи	<i>ПКС-1 ПКС-4</i>	<i>Тестирование, опрос, выполнение лабораторной работы. Защита лабораторной работы с использованием презентации.</i>

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

Раздел 1. Основы схемотехники и элементная база цифровых электронных устройств

К теме 1. Основы теории цифровых устройств

1. Какая переключательная функция описывает работу полусумматора

1. $S_i = \overline{a_i}b_i + a_i\overline{b_i}$

2. $P_i = a_ib_i$

3. $S_i = \overline{a_i}b_i + a_i\overline{b_i}$

$P_i = a_ib_i$

4. $S_i = a_ib_i + a_i\overline{b_i}$

$P_i = \overline{a_i}b_i$

5. $S_i = \overline{\overline{a_i}b_i} + a_ib_i$

$P_i = \overline{\overline{a_i}b_i}$

2. Какая переключательная функция описывает работу сумматора

1. $S_i = \overline{a_i}\overline{b_i}p_i + \overline{a_i}b_i\overline{p_i} + a_i\overline{b_i}\overline{p_i} + a_ib_ip_i$

2. $S_i = a_ib_ip_i + a_i\overline{b_i}p_i + \overline{a_i}b_ip_i + \overline{a_i}\overline{b_i}\overline{p_i}$

3. $S_i = a_ib_ip_i + a_i\overline{b_i}\overline{p_i} + \overline{a_i}\overline{b_i}p_i$

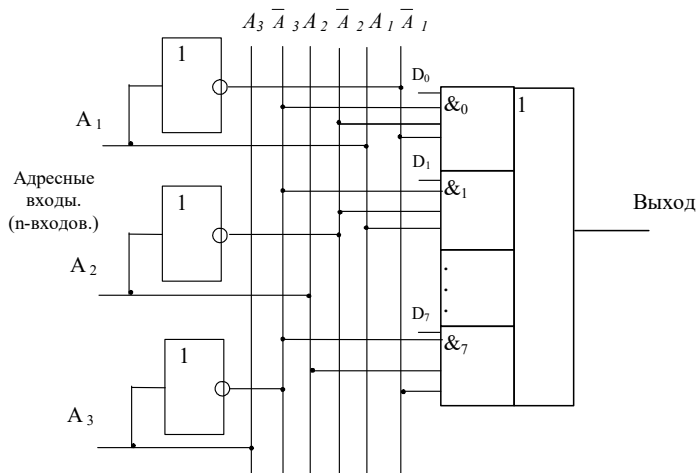
4. $S_i = \overline{a_i}b_ip_i + a_i\overline{b_i}\overline{p_i} + \overline{a_i}\overline{b_i}p_i + a_ib_ip_i$

5. $S_i = \overline{a_i} \cdot b_i + a_i\overline{b_i}$

$P_i = a_ib_i$

К теме 2. Комбинационные устройства

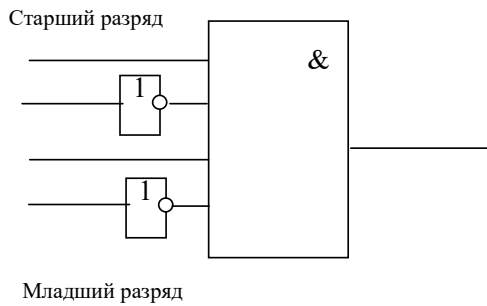
1. Какая схема представлена на рисунке



Ответ:

1. Шифратор
2. Дешифратор
3. Демультимплексор
4. Мультиплексор
5. Устройство сравнения

2. Дешифратор какого числа представлен на рисунке



Ответ:

1. 8
2. 9
3. 10
4. 11
5. 12

3. Сколько выходов имеет полный дешифратор на 3 входа

1. 3
2. 4
3. 5
4. 8
5. 16

4. Сколько разрядов имеет шифратор для преобразования десятичного числа 12 в двоично-десятичный код число

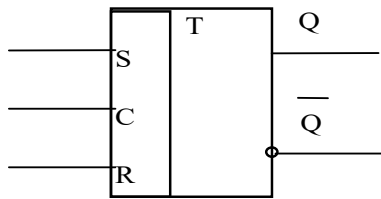
1. 2
2. 4
3. 8

4. 16

5. 5

К теме 3. Последовательные устройства

1. Какая комбинация на входах синхронного RS-триггера, изображенного на рисунке является запрещенной



	S	C	R
1.	1	0	1
2.	0	1	1
3.	0	0	0
4.	1	1	0
5.	1	1	1

- 1

- 2

- 3

- 4

- 5

2. JK - триггер работает в режиме переключения. Работу какого устройства будет напоминать процесс изменения состояний выходов триггера при подаче на вход C тактовых импульсов?

1. Одноступенчатого RS - триггера

2. Двух ступенчатого RS - триггера

3. D - триггера

4. DV - триггера

5. T - триггера

3. На каких триггерах строятся суммирующие и вычитающие синхронные счетчики импульсов?

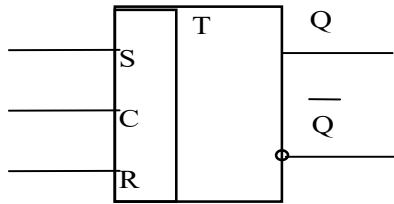
1. На RS - триггерах

2. На JK - триггерах

3. На D - триггерах

4. На DV - триггерах

4. Какая комбинация на входах синхронного RS-триггера, изображенного на рисунке переключает триггер в 1



	S	C	R
1.	1	0	1
2.	0	1	1
3.	0	0	0
4.	1	1	0
5.	1	1	1

- 1

- 2

- 3

- 4

- 5

5. Основное назначение регистров.

1. Для подсчета импульсов.

2. Для преобразования двоичного кода в десятичный.

3. Для записи, сдвига, хранения и выдачи информации.

4. Для преобразования десятичного кода в двоичный.

5. Для суммирования кодовых комбинаций.

6. В параллельном регистре сдвига на микросхеме К155ИР11 для занесения данных через входы параллельной загрузки нужно подать на тактовый вход

1. Один импульс

2. Два импульса

3. Четыре импульса

4. Пять импульсов

5. Восемь импульсов

7. Что является базовым элементом регистров памяти.

1. Счетчики импульсов
2. Шифраторы
3. Дешифраторы
4. Триггеры
5. Мультиплексоры

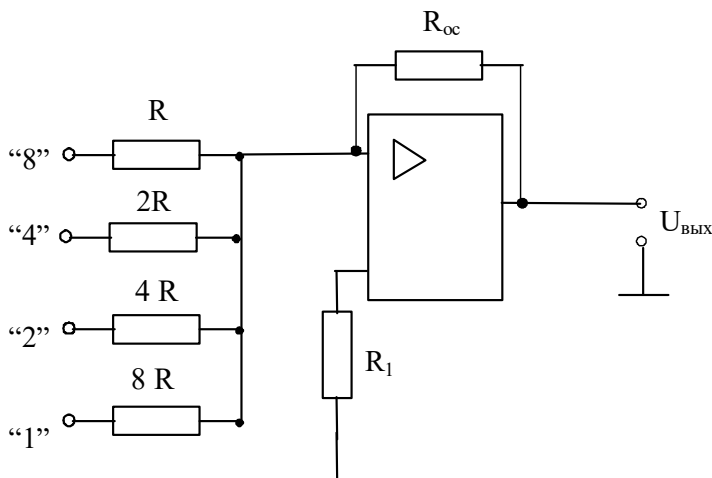
8. Для 4-х разрядного регистра сдвига для занесения данных через входы последовательной загрузки нужно подать на тактовый вход

1. Один импульс
2. Два импульса
3. Четыре импульса
4. Пять импульсов
5. Восемь импульсов

9. Какие элементы не входят в состав АЦП

1. Счетчик
2. ЦАП
3. Сумматор
4. Триггер
5. Регистр

10. Какая схема представлена на рисунке



1. ЦАП с двоично-взвешенными резисторами
 2. ЦАП с резисторной матрицей суммирующей напряжения
 3. ЦАП с резисторной матрицей суммирующей токи
 4. АЦП последовательного счета
 5. АЦП кодоимпульсный
11. Что является запоминающим элементом в микросхеме статической памяти
1. Конденсатор
 2. Транзистор
 3. Транзисторный ключ
 4. Триггер
 5. Регистр
12. Буферные регистры служат для:
1. Усиления сигналов по мощности при работе на
 2. Для подключения к магистрали внешнего устройства
 3. Для взаимодействия с устройством выдающим информацию в параллельном коде
 4. Для взаимодействия с устройством выдающим информацию в последовательном коде
 5. Для организации прерываний

Раздел 2. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров и микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи

К теме 4. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров в инфокоммуникационных технологиях и системах связи

1.Изучение архитектуры МП обычно начинают со знакомства с:

- технологией изготовления
- квалификационными признаками

- интерфейсом микропроцессора
- изучения assembler

2. К запоминающим устройствам с произвольной выборкой относят:

- ОЗУ, ПЗУ, ВЗУ и СОЗУ
- ОЗУ, ПЗУ и ППЗУ
- ВЗУ, СОЗУ и буферные ЗУ
- ОЗУ, СОЗУ, ВЗУ

3. К регистрам общего назначения относятся:

- AX, BX, SP, BP
- AX, BX, SI, DI
- AX, BX, CX, DX
- BX, CX, DX

4. По способу управления микропроцессоры могут быть:

- со схемным и микропрограммным управлением
- с жестким и мягким управлением
- с мягким и микропрограммным управлением
- со схемным и жестким управлением

5. Команда микропроцессора состоит:

- адреса и данных
- кода операции и адреса
- кода операции, данных и адреса
- адреса и кода операции

6. Память с определенной формой адресации называется:

- стеком
- КЭШ- памятью
- оперативной памятью
- логической памятью

7. Локальной шиной называется шина, ... выходящая на контакты микропроцессора:

- физический

- логический
- электрический
- гармонический

8. Впервые встроенный (синхронный) сопроцессор появился у микропроцессоров:

- пятого поколения
- третьего поколения
- первого поколения
- второго поколения

9. Микропроцессоры с наращиваемой разрядностью ориентированы на:

- микропрограммное управление
- специализированное управление
- логическое управление
- машинное управление

10. Вводом – выводом называется передача данных между ядром ЭВМ и

- контроллером ввода – вывода
- системной шиной
- внешним устройством
- ОЗУ

11. Дефекты подразделяются на:

- сбои, отказы, ошибки
- сбои, отказы, неисправности
- сбои, отказы
- отказы, ошибки

12. Интерфейс с изолированными шинами характеризуется:

- прямой адресацией памяти

- косвенной адресацией памяти
- раздельной адресацией памяти
- совместной адресацией памяти

13. Архитектура микропроцессора -этоорганизация:

- структурная и логическая
- схемная и логическая
- схематическая, логическая и структурная - схемная и структурная

14. По характеру временной организации работы микропроцессоры делят на:

- синхронные и логические
- синхронные и асинхронные
- асинхронные и потенциальные
- логические и потенциальные

15. Основным химическим элементом, используемым при производстве процессоров, является:

- германий
- железо
- кремний
- алюминий

16. Командные слова – это управляющие данные от.....инициирующие действие:

- контроллера ввода-вывода
- процессора
- оперативной памяти
- шины данных

К теме 5. Архитектура, условия и способы использования микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи

1. Сторожевой таймер защищает процессор от:

- «зависания»
- скачков напряжения
- провалов напряжения
- задержек

2. Главным преимуществом микропроцессора с жестким управлением является:

- высокая производительность
- высокое быстродействие
- высокая надежность
- высокая стоимость

3. В качестве адресного регистра часто используется регистр общего назначения:

- AX
- CX
- BX
- DX

4. Существуют два способа передачи слов информации по линии данных:

- параллельный и последовательный
- синхронный и асинхронный
- параллельно-последовательный и последовательный
- параллельный и перпендикулярный

5. Ассемблер asmSS поддерживает две псевдокоманды

- GLOBAL и LABEL

- GLOBAL и EXTERNAL
- EXTERNAL и LABEL
- LABEL и EXTERNAL

6. По виду обрабатываемых входных сигналов различают микропроцессоры:

- цифровые и аналоговые
- логические и аналоговые
- цифровые и логические
- аналоговые и логические

7. Набор программно-доступных регистров располагается внутри:

- арифметическо-логического устройства
- центрального процессора
- оперативной памяти
- портов ввода/вывода

8. В работе контроллера можно выделить две фазы:

- сложная и простая
- простая и активная
- активная и пассивная
- активная и сложная

9. В режиме прямого доступа к памяти процессор отключается от:

- шин управления и адреса
- системных шин
- шин адреса и данных
- шины ввода

10. Частота машинных циклов определяется:

- тактовой частотой шины данных

- тактовыми сигналами центрального процессора
- тактовой частотой системной шины
- тактовой частотой сигнала

11. В исполнительном блоке находятся:

- арифметический блок, регистры общего назначения, управляющие регистры
- арифметический блок и управляющие регистры
- арифметический блок и регистры общего назначения
- управляющие регистры

12. Доступ к отдельным битам регистров осуществляется:

- логическими командами с масками
- арифметическими командами с масками
- командами управления
- последовательными командами

13. Промежуток времени от начало стартового бита до конца стопового бита называется:

- протоколом
- трафиком
- кадром
- задержкой

14. В производстве микросхем используется процесс, называемый:

- фотолитографией
- фотоэффектом
- тензоэффектом
- эффектом Доплера

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:

К разделу 1. Основы схемотехники и элементная база цифровых электронных устройств

Тема 1. Исследование логического элемента 2И

1. Цель работы: изучение одного из базовых логических элементов 2И, получение навыков работы с цифровым измерительным прибором мультиметром.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- 1) Какие виды логики вы знаете?*
- 2) Назовите основные преимущества и недостатки КМОП-логики по сравнению с ТТЛ*
- 3) Что такое комбинационные схемы?*
- 4) Какие логические элементы исследуются в данной лабораторной работе, к какому виду логики они относятся?*
- 5) Перечислите основные параметры логических элементов*
- 6) Приведите структурную схему логического элемента «2И» на основании КОМП-логики*
- 7) Составьте таблицы истинности для логических элементов «И», «ИЛИ», «исключающее или»*
- 8) Нарисуйте схемы обозначения трехходовых логических элементов «И», «ИЛИ», «исключающее или»*
- 9) Как составить таблицу истинности логического элемента в лабораторной работе?*
- 10) Как снять временные диаграммы входных и выходного сигналов логического элемента при помощи осциллографа в лабораторной работе?*

Работа № 2. Исследование логического элемента 2ИЛИ

1. Цель работы: изучение одного из базовых логических элементов 2ИЛИ, получение навыков работы с цифровым измерительным прибором мультиметром

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- 1) Какие виды логики вы знаете?*
- 2) Назовите основные преимущества и недостатки КМОП-логики по сравнению с ТТЛ*
- 3) Что такое комбинационные схемы?*
- 4) Какие логические элементы исследуются в данной лабораторной работе, к какому виду логики они относятся?*

- 5) *Перечислите основные параметры логических элементов*
- 6) *Приведите структурную схему логического элемента «2И» на основании КОМП-логики*
- 7) *Составьте таблицы истинности для логических элементов «И», «ИЛИ», «исключающее или»*
- 8) *Нарисуйте схемы обозначения трехходовых логических элементов «И», «ИЛИ», «исключающее или»*
- 9) *Как составить таблицу истинности логического элемента в лабораторной работе?*
- 10) *Как снять временные диаграммы входных и выходного сигналов логического элемента при помощи осциллографа в лабораторной работе?*

Работа № 3. Исследование логического элемента НЕ

1. *Цель работы: изучение одного из базовых логических элементов НЕ (инвертор), получение навыков работы с цифровым измерительным прибором мультиметром.*
2. *Сведения, необходимые для выполнения работы.*
 - 1) *Какие виды логики вы знаете?*
 - 2) *Назовите основные преимущества и недостатки КМОП-логики по сравнению с ТТЛ*
 - 3) *Что такое комбинационные схемы?*
 - 4) *Какие логические элементы исследуются в данной лабораторной работе, к какому виду логики они относятся?*
 - 5) *Перечислите основные параметры логических элементов*
 - 6) *Приведите структурную схему логического элемента «2И» на основании КОМП-логики*
 - 7) *Составьте таблицы истинности для логических элементов «И», «ИЛИ», «исключающее или»*
 - 8) *Нарисуйте схемы обозначения трехходовых логических элементов «И», «ИЛИ», «исключающее или»*
 - 9) *Как составить таблицу истинности логического элемента в лабораторной работе?*
 - 10) *Как снять временные диаграммы входных и выходного сигналов логического элемента при помощи осциллографа в лабораторной работе?*

К теме 2. Комбинационные устройства

Работа №4. Исследование элемента дешифратор/демультиплексор

Цель работы:

изучение одного из базовых элементов цифровой техники дешифратор/демультиплексор, получение навыков работы с цифровым измерительным прибором мультиметром.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы.

- 1. Каково назначение дешифратора?*
- 2. На какие два типа делятся все цифровые схемы?*
- 3. К какому типу цифровых схем относится дешифратор?*
- 4. Какие бывают типы дешифраторов?*
- 5. Какие входы и выходы имеются у дешифратора?*
- 6. Поясните таблицы истинности для дешифраторов*
- 7. Как составить таблицу истинности дешифраторов в лабораторной работе?*
- 8. Как снять временные диаграммы входных и выходного сигналов?*

Работа №5. Исследование элемента дешифратор с семисегментным индикатором

1.Цель работы:

Изучение одного из базовых элементов цифровой техники «Дешифратор с семисегментным индикатором», получение навыков работы с цифровым измерительным прибором мультиметром.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы.

- 1. Каково назначение дешифратора?*
- 2. На какие два типа делятся все цифровые схемы?*
- 3. К какому типу цифровых схем относится дешифратор?*
- 4. Какие бывают типы дешифраторов?*
- 5. Какие входы и выходы имеются у дешифратора?*
- 6. Поясните таблицы истинности для дешифраторов*
- 7. Как составить таблицу истинности дешифраторов в лабораторной работе?*
- 8. Как снять временные диаграммы входных и выходного сигналов?*

К теме 2. Последовательностные устройства

Работа №6. Исследование элемента JK-триггер

1.Цель работы: изучение одного из базовых элементов цифровой техники «JK- триггер», получение навыков работы с цифровым измерительным прибором мультиметром.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы.

- 1) Какое устройство называется триггером?
- 2) Чем отличаются последовательные схемы от комбинационных?
- 3) Что означает термин «запрещающая комбинация» для RS-триггера?
- 4) В каком положении устанавливается выход Q и \bar{Q} JK-триггера после ухода синхронизирующего импульса для различных сочетаний сигналов J и K ?
- 5) Чем отличаются таблицы RS и JK- триггера?
- 6) В чем отличие синхронных и асинхронных триггеров?
- 7) Почему JK-триггер называют универсальным?
- 8) Нарисуйте схему T-триггера, реализованную на базе JK-триггера.
- 9) Нарисуйте схему D-триггера, реализованную на базе JK-триггера.

К разделу 2. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров и микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи

Тема 4. Архитектура, условия и способы использования микропроцессоров в инфокоммуникационных технологиях и системах связи

Работа №7. Изучение программной оболочки

1. Цель работы: Ознакомление со средой программирования микроконтроллеров Atmel "AVR Studio" на примере минимодулей с ATmega16U4 или AT90usb162.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы.

1. Какие источники тактирования возможны для применения с микроконтроллерами AVR.
2. Что такое BOD?
3. Какие языки программирования доступны для написания программ к микроконтроллерам AVR?
4. Что такое "атомарная операция"?
5. Для чего служит стек?

Работа №8. Формирование выдержек времени

1. Цель работы: Оперирование с внутренним таймером микроконтроллера, использование одного из его режимов работы.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы.

1. Дать определение микротакту.
2. Чем определяется длительность микротакта?
3. Дать определение режиму CTC.

4. Перечислить регистры контроллера и их назначение в данной лабораторной работе.
5. Дать определение машинному циклу.
6. Дать определение командному циклу.

Работа №9. Формирование сигнала заданной частоты

1.Цель работы: Использование возможностей внутреннего таймера микроконтроллера для генерирования меандров заданной частоты.

2.Сведения, необходимые для выполнения работы.

1. Система адресации МП.
2. Система команд МП.
3. Форматы команд МП.
4. Основные типы команд МП.
5. Структура команд МП.

Работа №10. Определение длительности внешних сигналов с помощью таймера

1.Цель работы: Использовать функцию захвата внутреннего таймера микроконтроллера

2.Сведения, необходимые для выполнения работы.

1. Кодирование команд в микропроцессорах.
2. Выполнение команд в микропроцессорах.
3. Принципы организации микроконтроллеров и микро-ЭВМ.
4. Способы адресации в микропроцессорах.

К теме 5. Архитектура, условия и способы использования микропроцессорных систем в инфокоммуникационных технологиях и системах связи

Работа №11. Изучение счетчика с программируемым коэффициентом деления на базе таймера

1.Цель работы: рассмотрение тактирования таймера от внешних сигналов, использование микроконтроллера в качестве счётчика с делителем количества событий.

2.Сведения, необходимые для выполнения работы.

1. Принципы организации микроконтроллеров и микро-ЭВМ.
2. Устройство микропроцессорной системы.
3. Функционирование микропроцессорной системы.
4. Принципы организации памяти микропроцессорных систем.

Работа №12. Использование прерываний при программировании микроконтроллера

1.Цель работы: научиться применять возможности аппаратных прерываний в микроконтроллере на примере событий от внутреннего таймера.

2.Сведения, необходимые для выполнения работы.

- 1. Принципы организации обмена данными.*
- 2. Интерфейсы микропроцессоров.*
- 3. Проектирование микроконтроллеров на микропроцессорах.*
- 4. Программное обеспечение микроконтроллеров.*

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

- 1 1. Виды кодов в цифровых системах.*
- 2. Логические основы построения цифровых устройств (основные понятия).*
- 3. Технические способы реализации логических переменных.*
- 4. Общие сведения о дискретных автоматах.*
- 5. Понятие о двоичных функциях.*
- 6. Двоичные функции одного аргумента.*
- 7. Двоичные функции двух аргумента.*
- 8. Основные соотношения, правила и теоремы алгебры логики.*
- 9. Способы представления логических функций и порядок их минимизации и оптимизации.*
- 10. Алгоритм построения логических схем по заданной функции.*
- 11. Общие сведения о триггерах.*
- 12. Асинхронные RS-триггеры на элементах И-НЕ.*
- 13. Асинхронный RS-триггер на элементах ИЛИ-НЕ.*
- 14. Синхронные RS-триггеры (одноступенчатые).*
- 15. Синхронные RS-триггеры (двухступенчатые).*
- 16. T-триггеры.*
- 17. Однотактные D-триггеры.*
- 18. DV-триггеры.*
- 19. Двухступенчатые D-триггеры.*
- 20. JK-триггеры.*
- 21. Синтез различных типов триггеров на базе JK- триггерах.*
- 22. Общие сведения о счётчиках. Синтез счётчиков.*
- 23. Суммирующие асинхронные счётчики.*

24. *Вычитающие асинхронные счётчики.*
25. *Суммирующий декадный счётчик.*
26. *Суммирующие синхронные счётчики.*
27. *Реверсивные синхронные счётчики.*
28. *Общие сведения о счётчиках делителей.*
29. *Счётчики-делители с постоянным коэффициентом деления: делители с исключением последних состояний.*
30. *Счётчики-делители с постоянным коэффициентом деления: делители с исключением начальных состояний.*
31. *Делители с переменным коэффициентом деления.*
32. *Общие сведения о регистрах.*
33. *Общие сведения о последовательных регистрах. Регистры сдвига вправо.*
34. *Общие сведения о последовательных регистрах. Кольцевые регистры.*
35. *Общие сведения о последовательных регистрах. Реверсивные регистры сдвига.*
36. *Параллельные регистры.*
37. *Общие сведения о ЦАП.*
38. *ЦАП с двоично-взвешенными резисторами.*
39. *ЦАП с суммированием напряжения на резисторной матрице.*
40. *Общие сведения о АЦП.*
41. *АЦП временного преобразования.*
42. *АЦП уравновешенных преобразований.*
43. *АЦП последовательных приближений.*
44. *Общие сведения о сумматорах.*
45. *Одноразрядный комбинационный полусумматор.*
46. *Полный двоичный одноразрядный комбинационный сумматор.*
47. *Многоразрядный сумматор. Сумматор последовательного действия.*
48. *Многоразрядный сумматор. Сумматор параллельного действия.*
49. *Общие сведения об АЛУ.*
50. *Операционная часть АЛУ. Принципы построения суммирующей части АЛУ.*
51. *Общие сведения о ПЛМ.*
52. *Структура, схема, принцип работы ПЛМ.*
53. *Программируемые логические интегральные схемы.*
54. *Общие сведения о шинных формирователях.*
55. *Схема шинного приёмопередатчика. Работа схемы.*
56. *Методика и средства проектирования цифровых устройств.*

57. *Общие сведения о преобразователях кодов (ПК).*
58. *Преобразователи кодов (ПК). ПК в обратный и дополнительный код.*
59. *Шифраторы.*
60. *Общие сведения о дешифраторах.*
61. *Линейный дешифратор.*
62. *Пирамидальный дешифратор.*
63. *Общие сведения о мультиплексорах.*
64. *Схемы мультиплексоров.*
65. *Общие сведения о демльтиплексорах.*
66. *Схемы демльтиплексоров.*
67. *Устройства сравнения.*
68. *Общие сведения о микропроцессорах.*
69. *Общие принципы построения микропроцессоров (структура МП).*
70. *Структурная схема микропроцессора. Назначение составных частей.*
71. *Особенности архитектуры современных микропроцессоров.*
72. *Тенденции развития микропроцессоров.*
73. *Общие сведения о командах микропроцессоров. Классификация команд микропроцессора.*
74. *Общие сведения о командах микропроцессоров. Основные типы команд микропроцессора.*
75. *Общие сведения о командах микропроцессоров. Структура команд микропроцессора.*
76. *Кодирование команд в микропроцессорах. Выполнение команд в микропроцессорах.*
77. *Принципы организации микроконтроллеров и микро-ЭВМ.*
78. *Устройство микропроцессорной системы.*
79. *Функционирование микропроцессорной системы*
80. *Способы адресации в микропроцессорах.*
81. *Принципы организации памяти микропроцессорных систем.*
82. *Микросхемы памяти.*
83. *Принципы организации обмена данными.*
84. *Интерфейсы микропроцессоров.*
85. *Проектирование микроконтроллеров на микропроцессорах.*
86. *Программное обеспечение микроконтроллеров.*

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры [Электронный ресурс]: учеб. пособие для академ. бакалавриата/ А. М. Сажнев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 139 с.. - (Бакалавр. Академический курс). - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-534-10883-5: Б.ц.

Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ЭБС Юрайт(1)

Свободны / free: ЭБС Юрайт(1)

Дополнительная литература

2. Браммер, Ю. А. Импульсная техника: учеб. пособие для сред. проф. образования/ Ю. А. Браммер, И. Н. Пащук. - Москва: Форум; Москва: ИНФРА-М, 2014. - 207 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 202 (7 назв.). - ISBN 978-5-8199-0152-5. - ISBN 978-5-16-002184-1.

3. Новиков, Ю. В. Основы микропроцессорной техники: учеб. пособие/ Ю. В. Новиков, П. К. Скоробогатов. - 4-е изд., испр.. - М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 357 с.: граф., табл.. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 356-357 (32 назв.). - ISBN 978-5-9963-0023-5

Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N3(1)

4. Гуров, В. В. Архитектура микропроцессоров: учеб. пособие/ В. В. Гуров. - М.: Интернет-Ун-т Информ. технологий: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 271 с.: граф., табл.. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 270-271 (24 назв.). - ISBN 978-5-9963-0267-3.

Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N3(1)

5. Одинок, В. В. Программирование на ассемблере: учеб. пособие для вузов/ В. В. Одинок, В. П. Коцубинский. - М.: Горячая линия-Телеком, 2011. - 278, [1] с. - Библиогр. в конце кн. (9 назв.). - ISBN 978-5-9912-0162-9.

Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N3(1)

6. Новожилов, О. П. Новожилов, О. П. Основы микропроцессорной техники: учеб. пособие : в 2 т./ О. П. Новожилов. - 3-е изд.. - Москва: РадиоСофт, 2014 - 2014 Т. 2. - 333 с.: ил.. - Предм. указ.: с. 329-331. - Библиогр.: с. 332-333. - ISBN 978-5-93037-289-2.

Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N3(1)

7. Новожилов, О. П. Новожилов, О. П. Основы микропроцессорной техники: учеб. пособие : в 2 т./ О. П. Новожилов. - 3-е изд.. - Москва: РадиоСофт, 2014 - 2014 Т. 1. - 431 с.: табл.. - Предм. указ.: с. 428-429. - Библиогр.: с. 430-431. - ISBN 978-5-93037-288-5.

Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N3(1)

8. Безуглов, Д. А. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие для вузов/ Д. А. Безуглов, И. В. Калиенко. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. - 469, [11] с.: ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: 464-465 (18 назв.). - ISBN 5-222-08211-3.

Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N3(1)

9. Юров, В.И. Assembler: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направл. подгот. дипломир. спец. "Информатика и вычислительная техника"/ В. И. Юров . - 2-е изд.. - М.; СПб.; Нижний Новгород: Питер, 2005. - 636,[4] с. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с.625(18 назв.) . - ISBN 5-94723-581-1.

Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N3(1)

10. Юров, В. И. Assembler. Практикум: учеб. пособие для студентов вузов/ В. И. Юров. - 2-е изд.. - М.; СПб.; Нижний Новгород: Питер, 2006. - 398 с.: ил. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 396-398 (48 назв.). - ISBN 5-94723-671-0.

Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N3(1)ная литература

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;

- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 310 «Лаборатория микропроцессоров и интегрированных систем»

Состав лабораторного оборудования:

*Лабораторный учебный комплект <Основы цифровой и микропроцессорной техники>
ОЦ_МТ_ПО - 6 шт.*

Осциллограф цифровой Agilent Technologies DSO1002A - 3 шт.

Осциллограф цифровой Hantek DS05102P - 3 шт.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ИММАНУИЛА КАНТА**

**Институт физико-математических наук и
информационных технологий**

«Согласовано»
Ведущий менеджер ООП ИФМНиИТ

/_____
« ____ » _____ 2022 г.

«Утверждаю»
Директор ИФМН и ИТ

« ____ » _____ 2022 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
«ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ»

для студентов 2 курса
очной формы обучения

направления подготовки 11.03.02
**«ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ
СВЯЗИ»**

Профиль подготовки
«Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

уровень высшего образования - бакалавриат

Калининград, 2022

Лист согласования

Составители: старший преподаватель института физико-математических наук и информационных технологий Руднев Г.С.

Программа обсуждена и утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий.

Протокол № ___ / ___ от « ___ » _____ 202_ г.

Председатель учебно-методического совета _____ первый заместитель директора института, к.ф.-м.н., доцент, Шпилевой А. А.

Программа пересмотрена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий.

Внесены следующие изменения (или изменений не внесено) _____

Протокол № ___ от « ___ » _____ 202_ г.

Ведущий менеджер ООП _____ / _____

СОДЕРЖАНИЕ

РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» профиль подготовки «Многоканальные телекоммуникационные системы»

2 Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

6.2 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

11 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование дисциплины – «Цифровая обработка сигналов».

**1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ
РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
11.03.02 «ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И
СИСТЕМЫ СВЯЗИ», ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ
«ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И
ТЕХНОЛОГИИ»**

Целью освоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является усвоение студентами принципов цифровой обработки сигналов, принципов построения систем цифровой обработки информации в информационно-управляющих системах (ИУС), приобретения ими навыков расчета и практического применения современных устройств и систем цифровой обработки сигналов (ЦОС).

Задачами дисциплины являются изучение преобразований, лежащих в основе математического аппарата цифровой обработки сигналов, изучение методов разработки и использования алгоритмов цифровой обработки информации.

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПКС-7	Способность к обоснованию выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного	<p>Знать: принцип действия, устройство и основные свойства систем ЦОС, методы разработки и использования алгоритмов цифровой обработки информации.</p> <p>Уметь: пользоваться современными средствами проектирования систем ЦОС и рассчитывать характеристики устройств ЦОС.</p> <p>Владеть: основными методами и средствами проектирования, создания и эксплуатации устройств ЦОС в инфокоммуникационных системах.</p>

обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи	
---	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

«Цифровая обработка сигналов» представляет собой дисциплину вариативной части (Б1.В.01.03), блока дисциплин (модулей) подготовки студентов по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (профиль подготовки «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»).

Логическая и содержательная связь дисциплин, участвующих в формировании представленных в п.1 компетенций, содержится в ниже представленной таблице:

Компетенция	Предшествующие дисциплины	Данная дисциплина	Последующие дисциплины
ПКС-7	Языки программирования Операционные системы Базы данных	Цифровая обработка сигналов	Аппаратные средства вычислительной техники Информационная безопасность инфокоммуникационных системы Квантовые методы защиты и обработки информации Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика Производственная преддипломная практика Выполнение выпускной квалификационной работы

Дисциплина изучается на 2-ом курсе в 4-ом семестре на очном отделении.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоёмкость дисциплины «**Цифровая обработка сигналов**» составляет 4 зачётные единицы и 144 академических часа, из них на контактную работу обучающихся с преподавателем отводится 80,25 академических часов (36 часов лекционных занятий, 36 часов лабораторных занятий, 8 часов контроль самостоятельной работы), 63,75 часа отводится на самостоятельную работу обучающихся.

3.1. Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Объём дисциплины	Всего часов		
	Для очной формы обучения	Для заочной формы обучения	Для очно-заочной формы обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	144		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	80.25		
Аудиторная работа (всего):	72		
в т. числе:			
Лекции	36		
Семинары, практические занятия	-		
Практикумы	-		
Лабораторные работы	36		
Курсовое проектирование	-		
Групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем	-		
Контроль самостоятельной работы студентов	8		
Самостоятельная работа обучающихся	63,75		
Вид промежуточной аттестации обучающегося	Зачет. 0,25 ч. на одного обучающегося		

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО
ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ
КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ
ЗАНЯТИЙ**

4.1. Тематический план.

№ п/п	Наименование тем и разделов	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				
				Лекции	Лабор. занятия	Самост. работа	КСР	Промежуточная аттестация
1	Тема 1. Основные понятия цифровой обработки сигналов.	4	20	2	4	5,75		
2	Тема 2. Спектральное представление сигналов.	4	21–24	8	8	8		
3	Тема 3. Дискретные преобразования сигналов.	4	25–28	8	4	8		
4	Тема 4. Линейные системы.	4	29–32	8	8	16	2	
5	Тема 5. Принципы построения цифровых фильтров.	4	33–35	6	8	10	2	
6	Тема 6. Рекурсивные цифровые фильтры	4	36–37	4	4	16	4	
	Зачет	4	38					0,25
Итого 144 ак. часа, 4 ЗЕ				36	36	63,75	8	0,25

4.2. Содержание тематических разделов дисциплины

1	Тема 1 Основные понятия цифровой обработки сигналов	Цифровые и аналоговые сигналы. Классификация сигналов. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования. Функциональные и интегральные преобразования сигналов. Основные применения цифровой обработки сигналов.
2	Тема 2 Спектральное представление сигналов	Разложение сигналов по гармоническим функциям. Понятие собственных функций. Непрерывные преобразования Фурье и Лапласа. Тригонометрический ряд Фурье. Параметры эффекта Гиббса. Обобщенный ряд Фурье. Основные свойства преобразования Фурье. Линейность. Свойства четности. Изменение аргумента функции. Теорема запаздывания (задержки). Преобразование

		<p>производной. Преобразование интеграла. Преобразование свертки. Преобразование произведения. Преобразование автокорреляции и взаимной корреляции. Производная свертки. Спектры мощности. Равенство Парсеваля. Спектры некоторых сигналов. Единичные импульсы. Гребневая функция. Спектр прямоугольного импульса. Треугольные импульсы. Экспоненциальный импульс. Функции Лапласа и Гаусса. Гармонические колебания. Радиоимпульс.</p>
3	Тема 3 Дискретные преобразования сигналов	<p>Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Прореживание по времени и по частоте. Переход от преобразования Лапласа к z-преобразованию. Определение z-преобразования. Примеры z-преобразования. Связь с преобразованием Фурье. Свойства z-преобразования. Отображение z-преобразования. Аналитическая форма z-образов. Обратное z-преобразование. Дискретная свертка (конволюция), дискретная авто- и взаимная корреляции. Уравнение дискретной свертки. Техника свертки.</p>
4	Тема 4 Линейные системы	<p>Линейные системы. Общие понятия систем и их свойства: линейность, стационарность, устойчивость, физическая реализуемость. Линейные системы и основные системные операции. Инвариантность систем к сдвигу. Математическая модель системы. Нерекурсивные цифровые системы. Рекурсивные цифровые системы. Стационарные и нестационарные системы. Импульсная характеристика системы и импульсный отклик. Реакция системы на произвольный сигнал. Частотные характеристики систем, комплексный коэффициент передачи, АЧХ и ФЧХ. Передаточные функции цифровых систем в z-области. Реакция систем на случайные сигналы. Математическое ожидание и дисперсия выходного сигнала. Структурные схемы систем. Графы систем. Параллельное и последовательные объединения систем. Схемы реализации систем.</p>
5	Тема 5 Принципы построения цифровых фильтров	<p>Математическая модель системы, разностное уравнение дискретной системы, связь с разностным уравнением непрерывной системы. Нули и полюса передаточной функции. Нерекурсивные и рекурсивные дискретные системы и фильтрация. Простейшие фильтры. Классификация фильтров по частотным характеристикам. Порядок фильтров, задание и аппроксимация АЧХ и коридоры АЧХ. Расчет операторов нерекурсивных фильтров. Представление фильтров в виде цепочки фильтров второго порядка (SOS). Понятие групповой и фазовой задержек.</p>

6	Тема 6 Рекурсивные цифровые фильтры	<p>Принципы рекурсивной фильтрации. Конструкция рекурсивных ЦФ. Каскадная форма. Параллельная форма. Стандартные блоки рекурсивных фильтров. Аппроксимационная задача. Виды фильтров по типу аппроксимации АЧХ: фильтры Баттерворта, Чебышёва I и II рода, эллиптические фильтры. Устранение и компенсация фазовых сдвигов.</p> <p>Разработка рекурсивных цифровых фильтров. Этапы разработки рекурсивных фильтров. Метод размещения нулей и полюсов. Метод инвариантного преобразования. Билинейное преобразование и деформация частотной оси. Пересчет нормированной передаточной функции в требуемую.</p> <p>Режекторные и селекторные фильтры. Режекторный фильтр постоянной составляющей сигнала.</p> <p>Режекторный фильтр произвольной частоты.</p> <p>Селекторные фильтры.</p>
---	-------------------------------------	--

4.3. Тематика лабораторных занятий

№ п/п	№ темы	Наименование темы лабораторной работы	Трудоемкость (час)
1	1	Основы работы и программирования в MATLAB	4
2	2	Функции спектрального анализа в MATLAB	8
3	3	Дискретные сигналы в среде MATLAB. Свертка	4
4	4	Формирования дискретных систем в программных средах. Импульсная характеристика	8
5	5	Дискретная фильтрация в среде MATLAB	8
6	6	Синтез цифровых фильтров в системе MATLAB	4

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- Тематика самостоятельных работ

№ п/п	№ темы	Тематика самостоятельных работ
1	1	Изучение методов квантования и их особенностей
2	1	Изучение шума квантования и его влияние на качество цифрового сигнала
3	2	Оптимизация вычисления дискретного преобразования Фурье. Быстрое преобразование Фурье
4	2	Знакомство с вейвлет-преобразованием
5	3	Изучение линейной и круговой свёрток
6	3	Исследование вычислительной сложности свёрток
7	3	Оптимизация вычислительных алгоритмов сворачивания
8	4	Изучение специальных свойств линейных дискретных систем
9	4	Исследование принципов интерполяции
10	4	Исследование принципов экстраполяции

11	4	Исследование передискретизации
12	5	Представление фильтров цепочкой фильтров второго порядка (SOS)
13	5	Исследование аппроксимаций частотных характеристик фильтров
14	6	Синтез рекурсивных цифровых фильтров Чебышёва
15	6	Синтез рекурсивных эллиптических фильтров

Основными видами самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины «Цифровая обработка сигналов» являются:

- изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка и выполнение заданий по тематике самостоятельных работ;
- подготовка к промежуточной аттестации (зачету).

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся составляют:

- Материалы лекций
- Учебно-методическая литература
- Информационные ресурсы "Интернета"
- Материалы лабораторных занятий, методические указания к ним
- Фонды оценочных средств

При организации самостоятельного изучения ряда тем лекционных курсов дисциплины студент работает в соответствии с указаниями, выданными преподавателем. Указания по изучению теоретического материала курса составляются дифференцированно по каждой теме и включают в себя следующие элементы:

- название темы;
- цели и задачи изучения темы;
- основные вопросы темы;
- характеристику основных понятий и определений, необходимых студенту для усвоения данной темы;
- список рекомендуемой литературы;

- наиболее важные фрагменты текстов рекомендуемых источников, в том числе таблицы, рисунки, схемы и т. п.;
- краткие выводы, ориентирующие студента на определенную совокупность сведений, основных идей, ключевых положений, систему доказательств, которые необходимо усвоить;
- контрольные вопросы, предназначенные для самопроверки знаний.

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки студента является работа с литературой. Изучение литературы позволяет выяснить, в каком состоянии в современном мире находится рассматриваемая проблема, что сделано другими авторами в этом направлении, какие вопросы недостаточно ясно освещены, либо не рассмотрены.

Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий. Наиболее эффективный метод работы с литературой – метод кодирования, включающий комментирование новых данных, оценку их значения, постановку вопросов, сопоставление полученных сведений с ранее известными. В зависимости от вида внеаудиторной подготовки студента работа с учебной, научной и иной литературой предполагает использование разнообразных форм записей: план, тезисы, цитаты, конспект и пр.

- План представляет собой перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике, и позволяет наилучшим образом уяснить логику мысли автора, упрощает понимание главных моментов научного труда, быстро и глубоко проникнуть в сущность его построения и, следовательно, гораздо легче ориентироваться в его содержании.
- Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести в произвольном порядке наиболее важные мысли автора, статистические и другие сведения. В отдельных случаях допустимо заменять цитирование изложением, близким к дословному.
- Тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала, в них отмечается преобладание выводов над общими

рассуждениями. Тезисы записываются близко к оригинальному тексту, т. е. без использования прямого цитирования. Тезисы оказываются незаменимыми для подготовки глубокой и всесторонней аргументации письменной работы любой сложности, а также для подготовки выступлений на защите, докладов и пр.

- К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой. Характерной особенностью аннотации наряду с краткостью и обобщенностью ее содержания является и то, что пишется аннотация всегда после того, как завершено ознакомление с содержанием исходного источника информации. Аннотация пишется почти исключительно своими словами и лишь в крайне редких случаях содержит в себе небольшие выдержки оригинального текста.
- Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего, выводов. Как и в случае с аннотацией, резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются.

Для работы над конспектом следует: 1) определить структуру конспектируемого материала, чему в значительной мере способствует письменное ведение плана по ходу изучения оригинального текста; 2) в соответствии со структурой конспекта произвести отбор и последующую запись наиболее существенного содержания оригинального текста - в форме цитат или в изложении, близком к оригиналу; 3) выполнить анализ записей и на его основе – дополнение записей собственными замечаниями, соображениями (располагать все это следует на полях тетради для записей или на отдельных листах-вкладках);

4) завершить формулирование и запись выводов по каждой из частей оригинального текста, а также общих выводов.

Изучение литературы следует начинать с работ, опубликованных в последние годы и наиболее полно раскрывающих вопросы выбранной темы, а затем уже переходить к ранним изданиям. Таким образом, можно проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, ознакомиться с аргументацией их выводов и обобщений с тем, чтобы на основе анализа, систематизирования, осмысления полученного материала выяснить современное состояние вопроса.

Внеаудиторная самостоятельная работа в рамках данной дисциплины включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям и лабораторным занятиям) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;
- подготовку к зачету.

Подготовка к аудиторным занятиям проводится в соответствии со следующими рекомендациями:

Подготовка к лекционным занятиям

При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. В соответствии с рабочей программой дисциплины студенту также может быть предложена самостоятельная проработка отдельных вопросов пройденных лекционных тем, знание которых позволит с большей эффективностью изучить новый материал.

Подготовка к лабораторным занятиям

При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и

электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров или характеристик исследуемых линейных электрических цепей или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы

Подготовка к зачету

При подготовке к зачету с оценкой большую роль играют правильно подготовленные заранее записи и конспекты. В этом случае, остается лишь повторить пройденный материал, учесть то, что было пропущено, восполнить пробелы, закрепить ранее изученный материал.

В ходе самостоятельной подготовки к зачету при анализе имеющегося теоретического и практического материала студенту также рекомендуется проводить постановку различного рода задач по изучаемой теме, что поможет в дальнейшем выявлять критерии принятия тех или иных решений, причины совершения определенного рода ошибок. При ответе на вопросы, поставленные в ходе самостоятельной подготовки, студент вырабатывает в себе способность логически мыслить, искать в анализе событий причинно-следственные связи.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной

Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Содержание компетенций	Оценочные средства по этапам формирования компетенций	
			текущий контроль по дисциплине	промежуточный контроль по дисциплине
Тема 1 Основные понятия цифровой обработки сигналов	ПКС-7	Способность к обоснованию выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи	Тестирование. Защита отчета о результатах выполнения заданий лабораторного занятия	
Тема 2 Спектральное представление сигналов	ПКС-7	Способность к обоснованию выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи	Тестирование. Защита отчета о результатах выполнения заданий лабораторного занятия	
Тема 3 Дискретные	ПКС-7	Способность к обоснованию выбора	Тестирование.	

преобразования сигналов		информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи	Защита отчета о результатах выполнения заданий лабораторного занятия	
Тема 4 Линейные системы	ПКС-7	Способность к обоснованию выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи	Тестирование. Защита отчета о результатах выполнения заданий лабораторного занятия	
Тема 5 Принципы построения цифровых фильтров	ПКС-7	Способность к обоснованию выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи	Тестирование, Защита отчета о результатах выполнения заданий лабораторного занятия	
Тема 6 Рекурсивные	ПКС-7	Способность к обоснованию выбора информационных	Тестирование. Защита отчета о результатах	

цифровые фильтры		технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи	выполнения заданий лабораторного занятия	
				зачет

6.2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Критерии определения сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Показатели	ниже порогового	пороговый	достаточный	повышенный
Критерии	Компетенция не сформирована. Студент не способен определить основные понятия, воспроизвести основные факты, идеи теории информационных процессов и систем, не знает основные методы решения типовых задач. Не умеет работать со справочной литературой, не способен представить результаты своей работы. Не владеет основной терминологией в предметной области, начальными навыками в области информационных технологий, не способен применять информационные технологии для решения типовых задач	Компетенция сформирована на «удовлетворительно». Студент дает определения основных понятий, воспроизводит основные факты, идеи теории информационных процессов и систем, знает основные методы решения типовых задач. Умеет работать со справочной литературой, представлять результаты своей работы. Владеет основной терминологией в предметной области, начальными навыками в области информационных технологий, способен применять информационные технологии для решения типовых задач	Компетенция сформирована на «хорошо». Студент понимает связи между различными понятиями теории, аргументирует выбор метода решения задачи и умеет их применять на практике. Применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях, умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания. Способен применять информационные технологии для решения прикладных задач, адаптировать типовые технологии к решению практикоориентированных задач	Компетенция сформирована «отлично». Студент устанавливает связи между основными концепциями в предметной области, теориями, дисциплинами. Оценивает достоверность полученного решения задачи, методы решения задачи и выбирает оптимальный метод, разрабатывает модели реальных процессов и ситуаций. Способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания, интерпретировать знания предметной области

--	--	--	--	--

Определение шкалы оценивания отдельно взятой компетенции осуществляется на основе продемонстрированного обучаемым уровня самостоятельности в применении полученных в ходе изучения учебной дисциплины, знаний, умений и навыков.

Шкала оценивания компетенции

Оценка «неудовлетворительно» или отсутствие сформированности компетенции	Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции	Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции	Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции
<p>Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированности компетенции. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения учебной дисциплины</p>	<p>Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированности компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне</p>	<p>Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированности компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированности компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучаемого при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке</p>	<p>Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне. Присутствие сформированности компетенции на высоком уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи</p>

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

6.3.1 Тестовые вопросы

Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Проверяемые компетенции:

Способность к обоснованию выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи (ПКС-7).

Примеры.

К теме 1. Основные понятия цифровой обработки сигналов

1. К какому типу относится система, если при прохождении через нее в спектре выходного сигнала появляются новые частотные составляющие?

Варианты ответов: 1: Линейная. 2: Нелинейная.

Ответ – 2.

2. К какому типу относится система, если при прохождении через нее в спектре выходного сигнала изменяются амплитудные или фазовые соотношения между частотными составляющими входного сигнала?

Варианты ответов: 1: Линейная. 2: Нелинейная.

Ответ – 1.

3. К какому типу относится система, если при прохождении через нее в спектре выходного сигнала полностью подавляются (исчезают) какие-либо частотные составляющие входного сигнала?

Варианты ответов: 1: Линейная. 2: Нелинейная.

Ответ – 1.

4. На интервале T задается конечный сигнал $s(t)$ произвольной формы. По какой из приведенных формул вычисляется плотность мощности сигнала?

Варианты ответов: 1: $s^2(t)$. 2: $\int_0^T s^2(t) dt$. 3: $(1/T) \int_0^T s^2(t) dt$

Ответ – 1.

5. На интервале T задается конечный сигнал $s(t)$ произвольной формы. По какой из приведенных формул выполняется определение средней мощности сигнала?

Варианты ответов: 1: $\int_0^T s^2(t) dt$. 2: $\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T s^2(t) dt$. 3: $(1/T) \int_0^T s^2(t) dt$

Ответ – 3.

6. На интервале T задается конечный сигнал $s(t)$ произвольной формы. По какой из приведенных формул выполняется определение энергии сигнала?

Варианты ответов: 1: $s^2(t)$. 2: $\int_0^T s^2(t) dt$. 3: $(\int_0^T s(t) dt)^2$. 4: $(1/T) \int_0^T s^2(t) dt$.

Ответ – 2.

7. **ВОПРОС 2.1.8/к2.** На интервале T задается незатухающий сигнал $s(t)$ произвольной формы. По какой из приведенных формул выполняется определение средней мощности сигнала?

Варианты ответов: 1: $\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T s^2(t) dt$. 2: $(1/T) \int_0^T s^2(t) dt$. 3: $\sqrt{\int_0^T s^2(t) dt}$

Ответ – 1.

8. На интервале T заданы произвольные сигналы $u(t)$ и $v(t)$. По какой из формул вычислить энергию суммы этих двух сигналов?

Варианты ответов:

1: $\int_0^T |u(t)|^2 dt + \int_0^T |v(t)|^2 dt$. 2: $\int_0^T |u(t)|^2 dt + \int_0^T |v(t)|^2 dt + \int_0^T u(t)v(t) dt$.

3: $\int_0^T |u(t)|^2 dt + \int_0^T |v(t)|^2 dt + 2 \int_0^T u(t)v(t) dt$. 4: $\int_0^T |u(t)|^2 dt + \int_0^T |v(t)|^2 dt + \int_0^T |u(t)v(t)|^2 dt$.

Ответ – 3.

К теме 2. Спектральное представление сигналов

1. Что представляет собой импульсный отклик аналоговой линейной системы?

Варианты ответов: Это выходной сигнал системы при подаче на ее вход: 1: гармонического сигнала. 2: дельта-функции. 3: импульса Кронекера. 4: произвольного сигнала с единичной площадью.

Ответ – 2.

2. Что представляет собой импульсный отклик дискретной линейной системы?

Варианты ответов: Это выходной сигнал системы при подаче на ее вход: 1: гармонического сигнала. 2: дельта-функции. 3: импульса Кронекера. 4: произвольного сигнала с единичной площадью.

Ответ – 3.

3. Как определить импульсный отклик неизвестной аналоговой линейной системы по сигналу на ее выходе?

Варианты ответов: Подать на ее вход: 1: гармонический сигнал. 2: сигнал, моделирующий дельта-функцию. 3: импульс Кронекера. 4: произвольный сигнал с единичной площадью.

Ответ – 2.

4. Как определить импульсный отклик неизвестной дискретной линейной системы по сигналу на ее выходе?

Варианты ответов: Подать на ее вход: 1: гармонический сигнал. 2: сигнал, моделирующий дельта-функцию. 3: импульс Кронекера. 4: произвольный сигнал с единичной площадью.

Ответ – 3.

5. Можно ли определить импульсный отклик неизвестной рекурсивной линейной системы по единичному импульсу (дельта- или Кронекера) на ее входе?

Варианты ответов: 1: Да. 2: Нет.

Ответ – 1.

6. Можно ли объединять импульсные отклики последовательно включенных нерекурсивных линейных систем в единый импульсный отклик?

Варианты ответов: 1: Да. 2: Нет.

Ответ – 1.

7. Какой операцией можно объединять импульсные отклики последовательно включенных нерекурсивных линейных систем в единый импульсный отклик?

Варианты ответов: 1: Умножением. 2: Делением. 3: Суммированием. 4: Сверткой.

Ответ – 4.

8. Какой операцией можно объединять импульсные отклики параллельно включенных линейных систем в единый импульсный отклик?

Варианты ответов: 1: Умножением. 2: Делением. 3: Суммированием. 4: Сверткой.

Ответ – 3.

К теме 3. Дискретные преобразования сигналов

1. Сумма коэффициентов импульсного отклика цифровой системы равна N . Сумма входного числового ряда равна M . Чему равна сумма отсчетов выходного сигнала?

Варианты ответов: 1: Сумме отсчетов оператора N . 2: Сумме отсчетов входного сигнала M . 3: Произведению сумм M на N . 4: Может быть произвольной.

Ответ – 3.

2. Изменится ли выходная функция свертки, если поменять местами входную функцию с оператором свертки?

Варианты ответов: 1: Да. 2: Нет.

Ответ – 2.

3. На интервале $0-N$ задан оператор симметричного нерекурсивного цифрового фильтра. На каких интервалах требуется задание начальных условий для входного массива данных (продление массива данных)?

Варианты ответов: 1: начало на N отсчетов. 2: начало на $2N$ отсчетов. 3: конец на N отсчетов. 4: конец на $2N$ отсчетов. 5: оба конца на N отсчетов. 6: оба конца на $2N$ отсчетов.

Ответ – 5.

4. На интервале $0-N$ задан оператор каузального нерекурсивного цифрового фильтра. На каких интервалах требуется задание начальных условий для входного массива данных (продление массива данных)?

Варианты ответов: 1: начало на N отсчетов. 2: начало на $2N$ отсчетов.
3: конец на N отсчетов. 4: конец на $2N$ отсчетов.
5: оба конца на N отсчетов. 6: оба конца на $2N$ отсчетов.

Ответ – 1.

5. Что изменится в выходном сигнале по сравнению с входным сигналом при свертке с дельта-импульсом $\delta(t-0)$?

Варианты ответов: 1: форма, 2: положение на временной оси,
3: форма и положение, 4: ничего не изменится.

Ответ – 4.

6. Выполнение какого условия обеспечивает устойчивость операции свертки?

Варианты ответов: 1: Конечность входного сигнала. 2: Конечность оператора свертки. 3: Конечность интеграла модуля оператора свертки.

Ответ – 3.

7. Дискретный сигнал задан M отсчетами. Сколько точек спектра в главном диапазоне необходимо и достаточно для адекватного представления сигнала в частотной форме?

Варианты ответов: 1: $M/2$ точек, 2: M точек, 3: $2M$ точек,
4: чем больше, тем лучше.

Ответ – 2.

К теме 4. Линейные системы

1. Сигнал задан на интервале $0-T$. Какой шаг дискретизации спектра (в герцах, при $\Delta t=1$) необходим и достаточен для адекватного представления сигнала в дискретной форме в частотной области?

Варианты ответов: 1: $2/T$ Гц, 2: $1/T$ Гц, 3: $1/2T$ Гц,
4: зависит от формы сигнала, 5: чем меньше, тем лучше.

Ответ – 2.

2. Сигнал задан на интервале $0-T$. Какой шаг дискретизации спектра (в радианах, при $\Delta t=1$) необходим и достаточен для адекватного представления сигнала в дискретной форме в частотной области?

Варианты ответов: 1: $4\pi/T$ рад, 2: $2\pi/T$ рад, 3: $\pi/2T$ рад,
4: зависит от формы сигнала, 5: чем меньше, тем лучше.

Ответ – 2.

3. Сигнал задан в цифровой форме с интервалом дискретизации Δt . Какова частота Найквиста спектра сигнала (в герцах)?

Варианты ответов: 1: $2/\Delta t$ Гц, 2: $1/2\Delta t$ Гц, 3: $1/\Delta t$ Гц.

Ответ – 2.

4. Сигнал задан в цифровой форме с интервалом дискретизации Δt . Какова частота Найквиста спектра сигнала (в радианах)?

Варианты ответов: 1: $\pi/2\Delta t$ рад, 2: $\pi/\Delta t$ рад, 3: $2\pi/\Delta t$ рад.

Ответ – 2.

5. Конечен или бесконечен по частоте спектр произвольного финитного аналогового сигнала?

Варианты ответов: 1: конечен, 2: бесконечен,
3: теоретически бесконечен, практически может быть конечным.
Ответ – 3.

6. К какому типу функций относится реальная часть комплексного спектра произвольного каузального сигнала?

Варианты ответов: 1: Четная. 2: Нечетная. 3: Произвольная.
Ответ – 1.

7. К какому типу функций относится мнимая часть комплексного спектра произвольного каузального сигнала?

Варианты ответов: 1: Четная. 2: Нечетная. 3: Произвольная.
Ответ – 2.

8. К какому типу функций относится модуль комплексного спектра (амплитудно-частотная характеристика) произвольного каузального сигнала?

Варианты ответов: 1: Четная. 2: Нечетная. 3: Произвольная.
Ответ – 1.

9. Что отображают значения реальной части комплексных спектров сигналов?

Варианты ответов: 1: амплитуды косинусных гармоник в составе сигнала,
2: амплитуды синусных гармоник, 3: АЧХ сигналов, 4: ФЧХ сигналов.
Ответ – 1.

10. Что представляет собой спектр сигнала $s(t)$, вырезанного из произвольного более длительного сигнала $u(t)$ на интервале $0-T$?

Варианты ответов: 1: Умножение спектра сигнала $s(t)$ на спектр прямоугольного импульса, длительностью T . 2: Свертка спектра сигнала $s(t)$ со спектром прямоугольного импульса, длительностью T .
Ответ – 2.

К теме 5. Принципы построения цифровых фильтров

1. Что изменится в спектре произвольного каузального сигнала, если осуществить сдвиг сигнала на временной оси?

Варианты ответов: 1: изменится модуль спектра (АЧХ). 2: изменится аргумент спектра (ФЧХ). 3: изменится и АЧХ, и ФЧХ. 4: ничего не изменится.
Ответ – 2.

2. Как зависит от степени гладкости сигнала спектр сигнала?

Варианты ответов: 1: чем больше гладкость сигнала, тем более низкочастотным является его спектр, 2: чем больше гладкость, тем более высокочастотным является спектр.
Ответ – 1.

3. Какой сигнал восстанавливается при обратном преобразовании Фурье дискретного спектра?

Варианты ответов: 1: непрерывный конечный, 2: непрерывный бесконечный,
3: непрерывный периодический, 4: дискретный конечный,
5: дискретный бесконечный, 6: дискретный периодический.
Ответ – 3.

4. Какой сигнал восстанавливается при обратном преобразовании Фурье непрерывного (аналогового) конечного спектра?

Варианты ответов: 1: непрерывный конечный, 2: непрерывный бесконечный,

3: непрерывный периодический, 4: дискретный конечный,

5: дискретный бесконечный, 6: дискретный периодический.

Ответ –2.

Как при дифференцировании сигнала изменяется его спектр в области низких (НЧ) и высоких (ВЧ) частот?

Варианты ответов: 1: соотношение частот не изменяется, 2: амплитуды ВЧ возрастают, а НЧ уменьшаются, 3: амплитуды НЧ возрастают, ВЧ уменьшаются, 4: увеличиваются только ВЧ, 5: увеличиваются только НЧ.

Ответ –2.

5. Как при интегрировании сигнала изменяется его спектр в области низких (НЧ) и высоких (ВЧ) частот?

Варианты ответов: 1: соотношение частот не изменяется, 2: амплитуды ВЧ возрастают, а НЧ уменьшаются, 3: амплитуды НЧ возрастают, ВЧ уменьшаются, 4: увеличиваются только ВЧ, 5: увеличиваются только НЧ.

Ответ –3.

6. Каким является спектр импульса Кронекера?

Варианты ответов: 1: непрерывным конечным, 2: дискретным конечным, 3: непрерывным бесконечным, 4: дискретным бесконечным.

Ответ –3.

7. Что не изменяется в спектре при сдвиге импульса?

Варианты ответов: 1: Мнимая часть спектра, 2: Действительная часть, 3: Модуль спектра (АЧХ), 4: Аргумент спектра (ФЧХ).

Ответ –3.

8. Что не изменяется в спектре при изменении амплитуды сигнала?

Варианты ответов: 1: Мнимая часть спектра, 2: Действительная часть, 3: Модуль спектра (АЧХ), 4: Аргумент спектра (ФЧХ).

Ответ –4.

К теме 6. Рекурсивные цифровые фильтры

1. Что изменится в непрерывном (аналоговом) спектре произвольного сигнала, если осуществить продление сигнала нулевыми значениями?

Варианты ответов: 1: изменится модуль спектра (АЧХ). 2: изменится аргумент спектра (ФЧХ). 3: изменится и АЧХ, и ФЧХ. 4: ничего не изменится.

Ответ – 4.

2. Какой операцией в частотной области отображается свертка сигналов во временной области?

Варианты ответов: 1: Сверткой спектров сигналов. 2: Произведением спектров сигналов. 3: Суммированием спектров сигналов.

Ответ – 2.

3. Какой операцией в частотной области отображается произведение сигналов во временной области?

Варианты ответов: 1: Сверткой спектров сигналов. 2: Произведением спектров сигналов. 3: Суммированием спектров сигналов.

Ответ – 1.

4. Какой операцией в частотной области отображается суммирование сигналов во временной области?
Варианты ответов: 1: Сверткой спектров сигналов. 2: Произведением спектров сигналов. 3: Суммированием спектров сигналов.
 Ответ – 3.
5. Какой операцией во временной области отображается произведение спектров сигналов в частотной области?
Варианты ответов: 1: Сверткой сигналов. 2: Произведением сигналов. 3: Суммированием сигналов.
 Ответ – 1.
6. Какие изменения спектра вызывает дискретизация сигнала?
Варианты ответов: 1: Никаких. 2: Периодизацию спектра. 3: Дискретизацию спектра.
 Ответ – 2.
7. . Какой частота дискретизации сигнала необходима и достаточна для исключения потерь информации при использовании преобразований Фурье?
Варианты ответов: 1: равна максимальной частоте f_{\max} , присутствующей в сигнале, 2: равна $2f_{\max}$, 3: равна $4f_{\max}$.
 Ответ – 2.
8. Равномерно дискретизируется сигнал с максимальной частотой гармоник в спектре f_{\max} . Какое минимальное количество отсчетов должно быть в сигнале на одном периоде колебаний в гармонике с частотой f_{\max} для обеспечения точного восстановления аналоговой формы сигнала?
Варианты ответов: 1, 2, 4, 8.
 Ответ – 2.
9. Аналоговый сигнал с максимальной частотой в спектре f_{\max} переведен в дискретную форму с равномерным шагом дискретизации $\Delta t = 1/(2f_{\max})$. Возможна ли точная аппроксимация аналоговой формы сигнала из его дискретных отсчетов?
Варианты ответов: 1: Да. 2: Нет. 3: Зависит от формы сигнала.
 Ответ – 1.
10. Аналоговый сигнал с максимальной частотой в спектре f_{\max} переведен в дискретную форму с равномерным шагом дискретизации $\Delta t = 1/f_{\max}$. Возможна ли точная аппроксимация аналоговой формы сигнала из его дискретных отсчетов?
Варианты ответов: 1: Да. 2: Нет. 3: Зависит от формы сигнала.
 Ответ – 2.
11. Сигнал $s(t)$ имеет спектральное распределение $S(f)$. Что происходит в главном частотном диапазоне спектра дискретизированного сигнала, если частота дискретизации установлена равной $F = f_{\max}$, где f_{\max} – предельные частоты в сигнале?
Варианты ответов: 1: Ничего не происходит. 2: Спектр ограничивается частотой Найквиста без изменения своих значений. 3: Значения спектра $S(f_i)$ на частотах главного диапазона суммируются со значениями спектра $S(f_{\max}-f_i)$ за пределами главного диапазона.
 Ответ – 3.
12. Что изменится в дискретном спектре произвольного сигнала, если осуществить продление сигнала нулевыми значениями?
Варианты ответов:
 1: изменится модуль спектра (АЧХ). 2: изменится аргумент спектра (ФЧХ).

3: изменится и АЧХ, и ФЧХ.

4: изменится шаг спектра по частоте.

5: ничего не изменится.

Ответ – 4.

13. Что представляет собой равномерная дискретизация непрерывного сигнала $s(t)$ с частотой F с математических позиций?

Варианты ответов: 1: Умножение на непрерывную последовательность импульсов Кронекера с шагом $1/F$. 2: Свертка с непрерывной последовательностью импульсов Кронекера с шагом $1/F$.

Ответ –1.

14. Что представляет собой спектр равномерно дискретизированного непрерывного сигнала $s(t)$ с частотой F с математических позиций?

Варианты ответов: 1: Умножение спектра сигнала на непрерывную последовательность импульсов Кронекера с шагом по частоте F . 2: Свертка спектра сигнала $S(f)$ с непрерывной последовательностью импульсов Кронекера с шагом по частоте F .

Ответ –2.

6.3.2 Перечень тем лабораторных занятий

Целью выполнения и защиты лабораторных работ является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы; индивидуальная деятельность обучающихся под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем решения реальной профессиональной задачи. Позволяет оценивать умение проводить инструментальные измерения, анализировать и решать конкретные профессиональные задачи; проведение лабораторных работ позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Проверяемые компетенции:

Способность к обоснованию выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи (ПКС-7).

Примеры.

К теме 1. Основные понятия цифровой обработки сигналов

Основы работы и программирования в MATLAB

К теме 2. Спектральное представление сигналов

Функции спектрального анализа в MATLAB

К теме 3. Дискретные преобразования сигналов

Дискретные сигналы в среде MATLAB. Свертка

К теме 4. Линейные системы

Формирования дискретных систем в программных средах. Импульсная характеристика

К теме 5. Принципы построения цифровых фильтров

Дискретная фильтрация в среде MATLAB

К теме 6. Рекурсивные цифровые фильтры

Синтез цифровых фильтров в системе MATLAB

Шкала оценивания отчета при защите результатов выполнения лабораторных занятий

Дескрипторы	Минимальный ответ	Изложенный, раскрытый ответ	Законченный, полный ответ	Образцовый, примерный, достойный подражания ответ
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы

Дескрипторы	Минимальный ответ	Изложенный, раскрытый ответ	Законченный, полный ответ	Образцовый, примерный, достойный подражания ответ
				обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использован 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные с приведением примеров и/или пояснений	Ответы на вопросы с приведением многих примеров и/или пояснений
Итоговая оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

6.3.3 Промежуточный контроль по дисциплине

Промежуточный контроль проводится в форме зачета в 4-м семестре, к которому допускаются студенты, выполнившие 100% всех лабораторных работ. Зачет по дисциплине служит для оценки работы студента в течение семестра и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении практических задач.

Вопросы предполагают контроль общих методических знаний и умений, способность студентов проиллюстрировать их примерами, индивидуальными материалами, составленными студентами в течение курса. Каждый студент имеет право воспользоваться лекционными материалами и методическими разработками.

По итогам зачета выставляется оценка по шкале порядка: «зачтено», «незачтено».

Проверяемые компетенции:

Способность к обоснованию выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи (ПКС-7).

Вопросы для промежуточного контроля (зачета).

1. Обработка цифровых сигналов. Функциональные преобразования сигналов.
2. Области применения цифровой обработки сигналов.
3. Цифровые, дискретные и квантованные сигналы.
4. Аналого-цифровое преобразование.
5. Цифро-аналоговое преобразование.
6. Теорема Котельникова и частота Найквиста. Восстановление сигнала.
7. Ключевые операции цифровой обработки.
8. Линейная свертка и Корреляция.
9. Линейная цифровая фильтрация.
10. Дискретное преобразование Фурье. Свойства. Спектр дискретного сигнала.
11. Алгоритм быстрого преобразования Фурье с прореживанием по времени.
12. Алгоритм быстрого преобразования Фурье с прореживанием по частоте.
13. Цифровые фильтры. Общие понятия. Основные достоинства цифровых фильтров.
14. Нерекурсивные фильтры и рекурсивные фильтры. Области применения нерекурсивных и рекурсивных фильтров.

15. Импульсная реакция фильтров. Функция отклика. Определение импульсной реакции.
16. Прямое и обратное Z-преобразование. Свойства. Связь с другими преобразованиями.
17. Передаточные функции фильтров. Устойчивость фильтров.
18. Частотные характеристики фильтров. Общие понятия. Основные свойства. Фазовая и групповая задержка.
19. Шумы квантования. Зависимость шума квантования от разрядности АЦП.
20. Классификация фильтров по типу АЧХ
21. Структурные схемы цифровых фильтров. Схемы реализации фильтров.
22. Выбор между КИХ- и БИХ-фильтром
23. Спецификация требований при проектировании фильтра
24. Расчет коэффициентов фильтра.
25. Представление фильтра подходящей фильтрующей структурой.
26. Анализ влияния конечной разрядности на производительность фильтра
27. Особенности реализации фильтров
28. Адаптивные системы фильтрации

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений, навыков, характеризующая этапы формирования компетенций по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Контроль текущей успеваемости обучающихся – текущая аттестация – проводится в ходе семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний; формирования у них умений и навыков; своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке студентов и принятия необходимых мер по ее корректировке; совершенствованию методики обучения;

организации учебной работы и оказания обучающимся индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся:

- на занятиях (тестирование, по результатам выполнения лабораторных и самостоятельных работ);
- по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится с целью выявления соответствия уровня теоретических знаний, практических умений и навыков по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» в форме зачета.

Зачет проводится после завершения изучения дисциплины в объеме рабочей учебной программы. Форма проведения зачета определяется учебно-методическим советом института (устный – по билетам, либо путем собеседования по вопросам; письменная работа, тестирование и др.). Оценка по результатам зачета – «зачтено», «незачтено».

«Зачтено» ставится, если содержание ответа на вопросы, представленные в билете, представляют собой логически завершенный ответ, в котором используются все необходимые понятия по данной теме; имеет место правильная запись формулировок и алгоритмов. «Зачтено» также ставится в случае неполного, но правильного ответа на вопросы. При этом в ответе могут отсутствовать некоторые несущественные элементы содержания, или при их раскрытии понятий допущены неточности или незначительные ошибки, которые свидетельствуют о недостаточном уровне овладения отдельными умениями, (ошибки при написании определений, формул, алгоритмов). При наличии более 50% сформированных компетенций по дисциплинам, имеющим возможность до-формирования компетенций на последующих этапах обучения. Для дисциплин итогового формирования компетенций естественно выставлять оценку

«зачтено», если сформированы все компетенции и более 60% дисциплин профессионального цикла «зачтено».

«Незачтено» ставится, если в ответе на вопросы практически отсутствуют понятия, которые необходимы для раскрытия содержания темы, что может свидетельствовать о неполном и поверхностном владении материалом. Уровень освоения дисциплины, при котором у обучаемого не сформировано более 50% компетенций. Если же учебная дисциплина выступает в качестве итогового этапа формирования компетенций (чаще всего это дисциплины профессионального цикла) оценка «незачтено» должна быть выставлена при отсутствии сформированности хотя бы одной компетенции.

Все виды текущего контроля осуществляются на лабораторных занятиях. Каждая форма контроля по дисциплине включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения студентами знаний и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков.

Процедура оценивания компетенций обучающихся основана на следующих стандартах:

1. Периодичность проведения оценки (на каждом занятии).
2. Многоступенчатость: оценка (как преподавателем, так и студентами группы) и самооценка обучающегося, обсуждение результатов и комплекса мер по устранению недостатков.
3. Единство используемой технологии для всех обучающихся, выполнение условий сопоставимости результатов оценивания.
4. Соблюдение последовательности проведения оценки: предусмотрено, что развитие компетенций идет по возрастанию их уровней сложности, а оценочные средства на каждом этапе учитывают это возрастание.

Краткая характеристика процедуры реализации текущего и промежуточного контроля по дисциплине для оценки компетенций обучающихся представлена в таблице:

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика процедуры оценивания компетенций	Представление оценочного средства в фонде
1	Лабораторная работа	Индивидуальная деятельность обучающихся под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем решения реальной профессиональной задачи. Позволяет оценивать умение проектировать и программировать цифровые системы, анализировать и решать конкретные профессиональные задачи; проведение лабораторных работ позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.	Темы лабораторных работ
4	Тест	Проводится на лабораторных занятиях. Позволяет оценить уровень знаний студентами теоретического материала по дисциплине. Осуществляется на бумажных или электронных носителях по вариантам. Количество вопросов в каждом варианте определяется преподавателем. Отведенное время на подготовку определяет преподаватель.	Фонд тестовых заданий
5	Зачет	Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Компонент «знать» оценивается теоретическими вопросами по содержанию дисциплины, компоненты «уметь» и «владеть» - практикоориентированными заданиями. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку - 30 мин.	Комплект вопросов к зачету

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. Вадутов, О. С. Электроника. Математические основы обработки сигналов [Электронный ресурс]: учеб. и практикум для академического бакалавриата / О. С. Вадутов; Нац. исслед. Томский политехн. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп.. -

Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 307 с. - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-9916-6551-3: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Юрайт(1)

Дополнительная литература.

1. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры [Электронный ресурс]: учеб. пособие для акад. бакалавриата/ А. М. Сажнев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 139 с.. - (Бакалавр. Академический курс). - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-534-10883-5: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ЭБС Юрайт(1) Свободны / free: ЭБС Юрайт(1)
2. Цифровая обработка сигналов и MATLAB: учеб. пособие для вузов/ А. И. Солонина [и др.]. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. - 512 с.: табл. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - (Учебная литература для вузов). - Предм. указ.: с. 508-512. - ISBN 978-5-9775-0919-0: 692.74, 692.74, р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ч.з.N3(1)
3. Воробьев, С. Н. Цифровая обработка сигналов: учеб. для вузов/ С. Н. Воробьев. - М.: Академия, 2013. - 317, [1] с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). - Библиогр.: с. 314-315 (32 назв.). - ISBN 978-5-7695-9560-8: 655.60, 655.60, р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ч.з.N3(1)
4. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях/ под ред. В. Ф. Кравченко. - М.: Физматлит, 2007. - 544 с.: [4] л. ил.. - Загл. обл.: Цифровая обработка сигналов и изображений. - Библиогр. в конце гл.. - ISBN 978-5-9221-0871-3 : 821.00, 821.00, р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: НА(1)
5. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов/ А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. с англ. С. А. Кулешова ; под ред. А. С. Ненашева. - [2-е изд., перераб.]. - М.: Техносфера, 2006. - 855 с.: ил.; 24. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр.: с. 843-852 (182 назв.). - Предм. указ.: 853-855. - ISBN 5-94836-077-6: 785.40, 785.40, р. 1500 экз. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: НА(1)
6. Гольденберг, Л. М. Цифровая обработка сигналов: Учеб.пособие для студ.ин-тов связи спец.2307,2306,2305/ Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляков. - 2-е изд.,перераб.и доп.. - М.: Радио и связь, 1990. - 256 с.: ил.. - 0.50 р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: НА(1)
7. Гилат, А. MATLAB. Теория и практика: [пер. с англ.]/ Амос Гилат. - 5-е изд. - Москва: ДМК Пресс, 2016. - 415 с.: ил. - Предм. указ.: с.413-415. - ISBN 978-5-97060-183-9: 610.00, 610.00, р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ч.з.N3(1)
8. Гринев, Ю. А. Основы электродинамики с MATLAB: учеб. пособие для вузов/ А. Ю. Гринев, Е. В. Ильин. - Москва: Логос, 2013. - 176 с. -

Библиогр.: с. 176 (11 назв.). - ISBN 978-5-98704-700-2: 412.50, 412.50, p.
Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ч.з.N3(1)

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. «Национальная электронная библиотека» (<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>).
2. ЭБС Кантиана (<http://lib.kantiana.ru/irbis/standart/ELIB>).
3. ЭБС ЮРАЙТ <https://www.biblio-online.ru/>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации для студентов, обучающихся по индивидуальной образовательной траектории.

На основе учебного плана образовательного учреждения учащийся формирует собственный профиль обучения (индивидуальную образовательную траекторию), действуя по следующим правилам:

- учащийся должен выбрать каждый обязательный предмет на одном из предложенных уровней,
- учащийся может выбрать обязательный предмет по выбору на одном из предложенных уровней,
- учащийся должен выбрать модуль курса,
- учащийся должен выбрать систематический курс,
- учащийся должен выбрать не менее 3 часов (в неделю) элективных курсов,
- учащийся может выбрать еще элективные курсы, если они предложены образовательным учреждением в статусе программы дополнительного образования и организованы.

Аудиторная учебная нагрузка учащихся не должна превышать предельно допустимых объемов.

Выбор учащегося не является разовой акцией:

-учащийся должен выбирать новые элективные курсы перед началом каждого полугодия,

-учащийся должен выбирать новый модуль курса перед началом нового учебного года,

-учащийся может изменить свой выбор обязательного предмета по выбору или уровня освоения его содержания, а также уровня освоения содержания обязательного предмета перед началом второго полугодия.

Изменение индивидуальной образовательной траектории (далее – ИОТ) происходит в соответствии с процедурой, установленной образовательным учреждением для ликвидации академических задолженностей и процедурой изменения ИОТ, принятой в составе Положения образовательного учреждения о профильном обучении на старшей ступени образования. При изменении выбора учащегося его нагрузка по предметам федерального и регионального компонентов должна оставаться неизменной.

Таким образом, должна быть выстроена достаточно гибкая система, в центре которой оказывается ученик, постоянно находящийся в ситуации выбора и выстраивания собственной образовательной траектории.

Задача поддержки самоопределения учащегося должна решаться средствами педагогического сопровождения (педагогического консультирования). В процессе педагогического консультирования предпринимаются педагогические действия, нацеленные на формирование у учащегося умения делать ответственный выбор.

Формирование и корректировка индивидуальных образовательных траекторий учащихся состоит из следующих этапов:

- информирование учащихся о предмете и процедуре выбора,
- фиксация решений (результатов выбора) учащихся,
- формирование групп,
- корректировка состава групп.

Методические рекомендации по работе над конспектом лекций во время и после проведения лекции.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Рекомендации по самостоятельному изучению теоретического материала и выполнению практических занятий.

Самостоятельная работа студента - это вид учебного труда, позволяющий целенаправленно формировать и развивать самостоятельность студента как личностное качество.

Наиболее эффективными формами самостоятельной работы по дисциплине студентов во **внеаудиторное** время, предусматриваются:

- проработка лекционного материала, работа с научно-технической литературой при изучении разделов лекционного курса, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим занятиям;
- решение задач, выданных на практических занятиях;
- подготовка к контрольным и самостоятельным работам.

В ходе самостоятельной работы должна осуществляться главная функция обучения - закрепление знаний, получение новых и превращение их в устойчивые умения и навыки.

Цели и задачи, которые должны быть достигнуты в ходе выполнения самостоятельной работы, заключаются в:

- углублении и закреплении знаний по курсу;

– развитию у студента навыков работы со специальной литературой, научной литературой, статистическими данными;

– приобретении навыков практического применения полученных знаний.

При изучении курса студентам рекомендуется следующая последовательность обучения:

необходимо ознакомиться с рабочей программой учебной курса, руководствуясь содержанием материала по теории и решению задач практикума, а также методическими рекомендациями, представленными в учебно-методическом блоке УМК, проработать учебный материал по рекомендованным учебникам и задачкам; затем следует обратиться к дополнительной литературе; руководствуясь содержанием материала по решению задач в УМК, решить задачи, данные преподавателем на самостоятельное решение; для промежуточной аттестации пройти тестирование на основании перечня вопросов, представленных в УМК; ознакомиться с перечнем вопросов по итоговому контролю знаний, представленному в УМК; посещать консультации, проводимые преподавателем; представить решенные задачи и реферат на проверку преподавателю.

Студентам следует помнить, что обучаемый должен не просто воспроизводить сумму полученных знаний по заданной теме, но и творчески переосмыслить существующее в современной науке подходы к пониманию тех или иных проблем, явлений, событий продемонстрировать и убедительно аргументировать собственную позицию.

Формы самостоятельной работы студента выбираются преподавателем в соответствии с целями, определенными в рабочей программе, и спецификой данного курса. Рекомендуемые формы организации самостоятельной работы - анализ и изучение первоисточников, составление и разработка презентаций, применение кейс-технологий, разработка рефератов, составление заданий, задач, тестов, разработка научных и практических проектов и пр.).

Виды и формы организации самостоятельной работы студентов

Виды СРС	Руководство преподавателя
1. Конспектирование 2. Реферирование литературы 3. Аннотирование книг, статей 4. Выполнение заданий поискового исследовательского характера 5. Углубленный анализ научно – методической литературе, проведение эксперимента	1. Выборочная проверка 2. Разработка тем и проверка 3. Образцы аннотаций и проверка 4. Разработка заданий, создание поисковых ситуаций; спецкурс, спецсеминар, составление картотеки по теме 5. Собеседование по проработанной литературе, составление плана дальнейшей работы, разработка методики получения информации
6. Работа на лекции: составление или слежение за планом чтения лекции, проработка конспекта лекции. Дополнение конспекта рекомендованной литературой 7. Участие в работе семинара: подготовка конспектов выступлений на семинаре, рефератов, выполнение заданий	6. Предложение готового плана или предложение составить свой план по ходу или в заключение лекции 7. Разработка плана семинара, рекомендация литературы, проверка заданий

Подготовка к контрольным мероприятиям

Текущий контроль осуществляется в виде тестирования. При подготовке к аудиторному тестированию студентам необходимо повторить материал лекционных и лабораторных занятий по отмеченным преподавателям темам.

Каждый учебный семестр заканчивается зачетно-экзаменационной сессией. Подготовка к зачетно-экзаменационной сессии, сдача зачетов и экзаменов является также самостоятельной работой студента. Основное в подготовке к сессии – повторение всего учебного материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет или экзамен.

Только тот студент успевает, кто хорошо усвоил учебный материал. Если студент плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое, а заново в короткий срок изучать весь учебный материал. Все это зачастую невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка к зачету или экзамену будет трудным, а иногда и непосильным делом, а конечный результат – возможное отчисление из учебного заведения.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Использование электронных курсов лекций, информационно-справочной системы электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта <http://lms-2.kantiana.ru/>

2. Использование электронных курсов лекций, информационно-справочной системы электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта <http://lms-3.kantiana.ru/>

3. Организация взаимодействия с обучающимися, оценивание и формирование рейтинга обучающихся с использованием портала бально-рейтинговой системы БФУ им. И. Канта <https://brs.kantiana.ru/>

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Перечень основного оборудования:

Маркерная доска.

Монитор Toshiba 86U380MEE/EC (86 дюймов 4K); персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, Mouse, LAN, Internet access.

Перечень используемого программного обеспечения:

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7,

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (компьютерный класс), Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Перечень основного оборудования:

Моноблок MSI AE 222 G -15 шт., Моноблок MSI AE 228 1G -5 шт., Моноблок MSI AE 228 2G -5 шт.

ЖК телевизор LG

Перечень используемого программного обеспечения:

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7,

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010

MATLAB R2016a

3. Учебная лаборатория для самостоятельной работы, для работы над курсовыми и дипломными проектами

Перечень основного оборудования:

Телевизор LG 50LN540V

Рабочие станции DEPO Race G540S (7 шт.);

Мониторы 27" ViewSonic VX2739WM (7 шт.);

Цветной лазерный принтер формата А3 Hewlett-Packard Color LaserJet Enterprise CP5525dn;

Источники бесперебойного питания Mustek PowerMust 1590 (7 шт.);

Цветной плоттер формата А1 Hewlett-Packard HP Designjet T790;

Перечень используемого программного обеспечения:

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электротехника и электропитание устройств и систем инфокоммуникаций»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Шпилевой Андрей Алексеевич, к. ф.-м. н., доцент института физико-математических наук и информационных технологий; Захаров Артём Игоревич, старший преподаватель института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Электротехника и электропитание устройств и систем инфокоммуникаций».

Целью освоения дисциплины «Электротехника и электропитание устройств и систем телекоммуникаций» является: изучение студентами общих принципов функционирования электротехнических устройств, особенностей построения систем электропитания, основных параметров и требований, предъявляемых к ним используемой аппаратурой, перспектив их дальнейшего развития; формирование у будущих бакалавров практикоориентированных знаний в области электротехники, умений и навыков их использования при разработке способов и средств защиты информации в информационных системах различного уровня.

Задачами изучения дисциплины являются:

1. Формирование у обучаемых целостной системы знаний, включающих устройство, принцип действия и основные эксплуатационные свойства электрических машин.

2. Формирование умения использовать теоретические знания для решения задач проектирования и эксплуатации различных электротехнических систем.

3. Изучение конструкции основных элементов систем электроснабжения и электрических устройств.

4. Получение знаний по обеспечению надежности систем электроснабжения и основных методов защиты производственного персонала от аварий в электрических сетях.

5. Формирование умений по техническому обслуживанию устройств, используемых для электропитания аппаратных средств систем телекоммуникаций.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПКС-1 Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации</i>	<i>ПКС-1.1 Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения</i>	Знать: - законы функционирования электрических цепей; - физический смысл основных понятий, сущность и динамику физических явлений, происходящих в процессе взаимопреобразования электрической и других видов энергии;

	<p>неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>ПКС-1.2 Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры</p> <p>ПКС-1.3 Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению</p>	<p>основные теоретические положения расчета, проектирования и оценки надежности систем электропитания</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять на практике различные методы исследования электротехнических устройств; - проводить инженерные расчеты основных параметров электропитающих установок для телекоммуникационных стоек и аппаратных залов; - пользоваться технической документацией и основными руководящими документами эксплуатации устройств в реальных условиях их работы; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками чтения и построения изображений на электрических схемах; - методами расчета электрических цепей постоянного и переменного тока; - навыками расчета требуемой мощности электропитающей установки; - навыками по применению теоретических и экспериментальных методов исследования электротехнических устройств и систем электропитания на их основе;
<p>ПКС-4 Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей связи</p>	<p>ПКС-4.1 Знает порядок и последовательность проведения работ по обслуживанию радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения</p> <p>ПКС-4.2 Умеет применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения</p> <p>ПКС-4.3 Владеет современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении схемотехнических, системных и сетевых задач, правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы построения, функционирования и схемотехнику основных узлов систем бесперебойного и гарантированного электропитания; - основные понятия и критерии, характеризующие надежность электротехнических устройств; - принципы резервирования систем электропитания, применяемых в системах телекоммуникационных аппаратных; - устройство, принцип действия и основные эксплуатационные свойства электрических машин; - основные теоретические положения расчета, проектирования и оценки надежности систем электропитания; - принципы организации систем электроснабжения телекоммуникационных предприятий и объектов; - основные требования, предъявляемые к устройствам и системам электропитания инфокоммуникационной аппаратуры; - требования техники безопасности при работе с источниками электропитания с учетом режимов их эксплуатации; - аппаратные и программные средства мониторинга электропитающего оборудования; - методики проведения технического обслуживания систем электроснабжения <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять расчеты, связанные с выбором режимов работы и определением

		<p><i>параметров электротехнических устройств.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>выполнять расчеты, связанные с разработкой и проектированием систем электроснабжения;</i> - <i>выбрать необходимые исходные данные для анализа и расчета основных электротехнических устройств;</i> - <i>проводить компьютерное моделирование электротехнических узлов и систем и оценивать результаты моделирования.</i> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой;</i> - <i>навыками по определению основных параметров электротехнических устройств и систем;</i> - <i>навыками обслуживания электротехнических устройств, в процессе их эксплуатации;</i> - <i>умением выбора оптимальной схемы резервирования электропитания телекоммуникационной аппаратной;</i> - <i>навыками поиска и устранения простых неисправностей в системах электроснабжения;</i> - <i>методами защиты производственного персонала от возможных последствий аварий в системах электроснабжения.</i>
--	--	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электротехника и электропитание устройств и систем инфокоммуникаций» представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1. Введение. Основные задачи и требования, предъявляемые к системам электроснабжения.</i>	<i>Цель и задачи курса. Принципы организации электроснабжения телекоммуникационных объектов. Общие требования, предъявляемые к системам электроснабжения. Основные положения ПУЭ. Термины, определения и обозначения, используемые в системах электроснабжения. Тенденции и перспективы развития электропитающих систем. Перспективы развития электроэнергетики.</i>
2	<i>Тема 2. Основы характеристики систем электропитания предприятий и объектов телекоммуникаций</i>	<i>Технико-экономические показатели электрических сетей, используемых при питании систем телекоммуникации. Классификация предприятий телекоммуникаций по условиям надежности электроснабжения. Допустимые параметры. Режимы работы. Несимметричность и несинусоидальность напряжений. Понятие аварийного режима. Активная и реактивная мощность электрической цепи. Продольная и поперечная емкостная компенсация. Статический анализ показателей качества электрической энергии промышленной частоты. Особенности электропитания оборудования автоматической и многоканальной связи, систем радиосвязи и вещания. Характеристика типовой ЭПУ постоянного тока, структурная схема ЭПУ, функциональное назначение основных элементов схемы, модульное устройство электропитания связи УЭПС, структурная схема, технические характеристики, модификация, область применения, система питания постоянного тока.</i>

3	<i>Тема 3. Трёхфазные электрические сети и их основные параметры</i>	<i>Технико-экономические показатели электрических сетей. Классификация электрических сетей: по назначению, номинальному напряжению, роду тока, принципу построения, надёжности электроснабжения, месту прокладки. Распределительные и питающие электрические сети. Замкнутые и разомкнутые электрические сети. Наружные и внутренние сети. Воздушные и кабельные сети. Погонные параметры линий. Схемы замещения линий электропередачи. Режимы работы и схемы соединения в электрических сетях. Варианты заземления и зануления.</i>
4	<i>Тема 4. Элементы электрических сетей</i>	<i>Основные элементы электрических сетей и их графическое изображение согласно ГОСТу. Провода и кабели. Опоры и изоляторы воздушных линий электропередачи. Правила расположения проводников на опорах; транспозиция проводов. Электромагнитные устройства. Электрические реакторы. Линейные регуляторы. Компенсирующие устройства. Коммутационные устройства. Сетевые подстанции и распределительные пункты. Устройства сетевой защиты и автоматики.</i>
5	<i>Тема 5. Устройства для выпрямления напряжений и устранения переменной составляющей</i>	<i>Схемы выпрямления и умножения напряжений. Выпрямительные диоды и вентили. Понятие коэффициента пульсаций. Сглаживающие и сетевые фильтры. Статические преобразователи напряжения. Защита источников питания от короткого замыкания, перегрузок и токов утечки. Устройства защитного отключения и дифференциальные автоматы.</i>
6	<i>Тема 6. Стабилизаторы напряжения и тока</i>	<i>Основные виды стабилизаторов: параметрические, компенсационные параллельного и последовательного типа. Коэффициент стабилизации. Низковольтные стабилизаторы. Стабилизаторы повышенного выходного напряжения. Двухполярные стабилизаторы напряжения. Стабилизаторы постоянного тока: на дискретных биполярных транзисторах, на операционных усилителях, на полевых транзисторах и других электронных компонентах.</i>
7	<i>Тема 7. Импульсные и бестрансформаторные сетевые источники питания</i>	<i>Схемотехника импульсных источников питания, принцип работы, временные диаграммы выходных параметров. Импульсные источники питания, построенные по бустерной; по чопперной схемам. Бестрансформаторные сетевые источники питания: особенности работы и применения. Разновидности бестрансформаторных источников: ключевого типа, с двухполярным стабилизированным напряжением, с мостовым диодно-стабилизированным выпрямителем.</i>
8	<i>Тема 8. Силовые трансформаторы и дроссели</i>	<i>Устройство трансформаторных подстанций. Характеристики, конструкции и назначение силовых трансформаторов, автотрансформаторов и дросселей. Способы управления и регулировки. Выбор трансформатора и дросселя по заданным параметрам. Устройства фильтрации высокочастотных помех и наводок.</i>

9	<i>Тема 9. Силовые ключи импульсных источников питания</i>	<i>Особенности использования активных элементов в качестве ключей импульсных источников. Анализ работы силового ключа на резистивную нагрузку; емкостную нагрузку; индуктивную нагрузку. Использование биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT) и силовых модулей на их основе. Формирователи искусственной средней точки.</i>
10	<i>Тема 10. Химические источники тока и их эксплуатация</i>	<i>Определение и принцип работы химических источников тока, классификация, понятие номинальной емкости. Кислотные аккумуляторы: устройство и принцип действия кислотных аккумуляторов, основные достоинства и недостатки кислотных аккумуляторов. Щелочные аккумуляторы: устройство принцип действия, основные достоинства и недостатки щелочных аккумуляторов, устройство аккумуляторов с жидким электролитом, устройство аккумуляторов с желеобразным электролитом, достоинства и недостатки, устройство и конструктивные особенности аккумуляторов с абсорбированным электролитом. Конструкция электродов для различных типов аккумуляторов, особенности эксплуатации аккумуляторов в буферном режиме, особенности эксплуатации аккумуляторов в режиме разряда.</i>
11	<i>Тема 11. Электрические преобразователи DC/DC, AC/DC, DC/AC.</i>	<i>Однотактные преобразователи DC/DC с непосредственной связью входного и выходного напряжений и с гальванической развязкой. Двухтактные преобразователи DC/DC. Способы управления транзисторами в преобразователях. Коррекция коэффициента мощности в AC/DC преобразователях (выпрямителях). Основные схемы AC/DC преобразователей. Транзисторные инверторы с квазисинусоидальной и синусоидальной формой кривой выходного напряжения. Основы расчета и моделирования преобразователей.</i>
12	<i>Тема 12. Системы бесперебойного электропитания</i>	<i>Требования к источникам бесперебойного питания переменного тока, требования по защите электропитания. Устройства автоматического включения резерва. Централизованные и децентрализованные цифровые системы бесперебойного электропитания постоянного тока, их режимы работы и основные параметры. Инверторные системы и системы бесперебойного электропитания переменного тока. Системы гарантированного энергоснабжения. Системы электроснабжения необслуживаемых телекоммуникационных объектов. Альтернативные источники электропитания. Гибридные установки электроснабжения.</i>
13	<i>Тема 13. Мониторинг оборудования электроснабжения</i>	<i>Задачи систем мониторинга оборудования электропитания, мониторинг систем постоянного тока, мониторинг дизель-генераторных установок, мониторинг систем переменного тока, система диспетчеризации электроснабжения, программное обеспечение системы диспетчеризации электроснабжения. Использование технологии «Smart grid» в системах электроснабжения.</i>

14	Тема 14. Основы безопасной эксплуатация электроустановок	Классификация помещений по степени электробезопасности. Организация проверок состояния средств защиты. Проведение контроля исправности оборудования. Обеспечение содержания, эксплуатации и обслуживания электроустановок в соответствии с требованиями нормативных документов. Факторы, определяющие характер воздействия электрического тока на организм человека. Средства и меры защиты от поражения электрическим током.
15	Тема 15. Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	Математическое представление гармонического закона изменения напряжения и тока в линейных электрических цепях. Основные элементы линейных электрических цепей: источники тока и ЭДС, резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности. Понятие об активном, реактивном и полном сопротивлении. Построение векторных диаграмм напряжений и токов. Резонанс токов и напряжений. Понятие добротности.
16	Тема 16. Четырехполюсники.	Понятие четырехполюсника. А-, Y-, Z-, H-, G- формы записи уравнений четырехполюсника. Определение коэффициентов уравнений четырехполюсников. T- и П-схемы замещения пассивного четырехполюсника. Соединение четырехполюсников. Характеристическое сопротивление четырехполюсников. Уравнение четырехполюсников в гиперболической форме.
17	Тема 17. Основы теории электрических фильтров. k- и m-фильтры.	Понятие и назначение электрического фильтра. Основы теории k-фильтров. Определение границ окна прозрачности и полосы затухания k-фильтров. Построение амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик k-фильтров. Разновидности k-фильтров. Достоинства и недостатки k-фильтров. Основы теории m-фильтров. Построение характеристик m-фильтров. Достоинства и недостатки m-фильтров.
18	Тема 18. Переходные процессы в линейных электрических цепях.	Понятие переходного процесса. Законы коммутации. Порядок переходного процесса. Зависимые и независимые начальные значения. Способы составления системы уравнений для свободных токов и напряжений. Алгебраизация системы уравнений для свободных токов и напряжений. Получение характеристического уравнения. Оценка формы переходного процесса первого и второго порядков.
19	Тема 19. Отыскание реакции цепи на воздействие произвольной формы.	Ступенчатое воздействие, функция Хевисайда. Импульсное воздействие, функция Дирака. Свойства функции Дирака. Переходная и импульсная характеристики электрических цепей. Применение интеграла наложения для отыскания реакции цепи на воздействие произвольной формы.
20	Тема 20. Способы измерения электрической мощности и энергии в однофазных и трехфазных электрических цепях.	Активная, реактивная и полная мощность в однофазных и трёхфазных электрических цепях. Оценка мощности методом векторных диаграмм. Измерение активной мощности в трехфазных электрических цепях методом одного ваттметра, одного ваттметра с созданием искусственной нулевой точки,

		<i>методом трех ваттметров, методом двух ваттметров. Измерение реактивной мощности.</i>
21	<i>Тема 21. Электромагнитные устройства. Законы магнитных цепей.</i>	<i>Магнитное поле. Магнитная индукция, напряженность магнитного поля, магнитный поток. Ферромагнитные и неферромагнитные материалы. Свойства ферромагнитных материалов. Магнитно-мягкие, магнитно-твердые ферромагнитные материалы. Первый и второй законы Кирхгофа для магнитных цепей. Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей. Аналогия методов расчета магнитных и электрических цепей.</i>
22	<i>Тема 22. Общие вопросы теории бесколлекторных машин.</i>	<i>Принцип действия бесколлекторных машин переменного тока. Принцип выполнения обмоток статора. Основные типы обмоток статора. Магнитодвижущая сила обмоток статора.</i>
23	<i>Тема 23. Синхронные машины.</i>	<i>Способы возбуждения и устройство синхронных машин. Магнитное поле и характеристики синхронных генераторов. Параллельная работа синхронных генераторов. Синхронный двигатель и синхронный компенсатор. Синхронные машины специального назначения.</i>
24	<i>Тема 24. Асинхронные машины.</i>	<i>Режимы работы и устройство асинхронной машины. Магнитная цепь асинхронной машины. Рабочий процесс трехфазного асинхронного двигателя. Электромагнитный момент и рабочие характеристики асинхронного двигателя. Опытное определение параметров и расчет рабочих характеристик асинхронного двигателя. Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели. Асинхронные машины специального назначения. Основные типы серийно выпускаемых асинхронных двигателей.</i>
25	<i>Тема 25. Коллекторные машины.</i>	<i>Принцип действия и устройство коллекторных машин постоянного тока. Обмотки якоря машин постоянного тока. Магнитное поле машины постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока. Коллекторные генераторы постоянного тока. Коллекторные двигатели. Машины постоянного тока специального назначения. Охлаждение электрических машин.</i>

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	<i>Тема 1. Введение. Основные задачи и требования, предъявляемые к системам электроснабжения.</i>	<i>Основные положения и понятия, содержащиеся в Правилах устройства электроустановок (ПУЭ).</i>
2	<i>Тема 2. Основы характеристики систем электропитания предприятий и объектов телекоммуникаций</i>	<i>Режимы работы системы электроснабжения. Несимметричность и</i>

		несинусоидальность напряжений. Понятие аварийного режима.
3	Тема 3. Трёхфазные электрические сети и их основные параметры	Параметры трёхфазного переменного тока. Способы подключения электропотребителей. Системы классификации электрических сетей.
4	Тема 4. Элементы электрических сетей	Аппаратные средства трёхфазных электрических сетей промышленной частоты.
5	Тема 5. Устройства для выпрямления напряжений и устранения переменной составляющей	Системы выпрямления переменной составляющей.
6	Тема 6. Стабилизаторы напряжения и тока	Устройства, обеспечивающие стабилизацию напряжения и тока
7	Тема 7. Импульсные и бестрансформаторные сетевые источники питания	Импульсные источники питания, построенные по бустерной и по чоптерной схемам.
8	Тема 8. Силовые трансформаторы и дроссели	Особенности конструкции силовых трансформаторов, автотрансформаторов и дросселей.
9	Тема 9. Силовые ключи импульсных источников питания	Особенности использования различных активных элементов в качестве силовых ключей импульсных источников электропитания.
10	Тема 10. Химические источники тока и их эксплуатация	Правила эксплуатации и обслуживания аккумуляторов, используемых в системах электропитания.
11	Тема 11. Электрические преобразователи DC/DC, AC/DC, DC/AC.	Конструкции электрических преобразователей напряжения
12	Тема 12. Системы бесперебойного электропитания	Гибридные установки электроснабжения. Альтернативные источники электрической энергии.
13	Тема 13. Мониторинг оборудования электроснабжения	Использование технологии «Smart grid» в системах электроснабжения.
14	Тема 14. Основы безопасной эксплуатация электроустановок	Вопросы обеспечения содержания, эксплуатации и обслуживания электроустановок в соответствии с требованиями нормативных документов.
15	Тема 15. Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	Применение теории линейных электрических цепей в описании реальных физических объектов.
16	Тема 16. Четырехполюсники.	Поиск и изучение дополнительного материала по теме «четырехполюсники».
17	Тема 17. Основы теории электрических фильтров. k- и m-фильтры.	Применение электрических фильтров в устройствах электропитания.
18	Тема 18. Переходные процессы в линейных электрических цепях.	Изучение способов возникновения переходных процессов в реальных физических объектах. Определение их порядка и методы устранения.
19	Тема 19. Отыскание реакции цепи на воздействие произвольной формы.	Изучение сфер применения методов отыскания реакции цепи на воздействие произвольной формы.
20	Тема 20. Способы измерения электрической мощности и энергии в однофазных и трехфазных электрических цепях.	Изучение сфер применения различных способов измерения электрической мощности и энергии в однофазных и трехфазных электрических цепях.
21	Тема 21. Электромагнитные устройства. Законы магнитных цепей.	Изучение методик расчета магнитных цепей.
22	Тема 22. Общие вопросы теории бесколлекторных машин. Тема 23. Синхронные машины. Тема 24. Асинхронные машины. Тема 25. Коллекторные машины.	Изучение устройства электрических машин, методики составления чертежей обмоток электрических машин.

Рекомендуемая тематика *практических занятий (при наличии)*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 15. Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	Электрические цепи однофазного синусоидального тока.
2	Тема 16. Четырехполюсники.	Четырехполюсники.
3	Тема 17. Основы теории электрических фильтров. <i>k</i> - и <i>m</i> -фильтры.	Электрические фильтры.
4	Тема 18. Переходные процессы в линейных электрических цепях.	Переходные процессы. Метод интеграла наложения.
5	Тема 19. Отыскание реакции цепи на воздействие произвольной формы.	Трехфазные электрические цепи.
6	Тема 20. Способы измерения электрической мощности и энергии в однофазных и трехфазных электрических цепях.	Расчет магнитных цепей. Трансформатор.

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных работ (при наличии)*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 4. Элементы электрических сетей	Измерение сопротивления изоляции
2	Тема 5. Устройства для выпрямления напряжений и устранения переменной составляющей	Экспериментальное исследование выпрямителей
3	Тема 5. Устройства для выпрямления напряжений и устранения переменной составляющей	Экспериментальное исследование сглаживающих фильтров
4	Тема 6. Стабилизаторы напряжения и тока	Экспериментальное исследование стабилизаторов постоянного напряжения с непрерывным регулированием
5	Тема 11. Электрические преобразователи DC/DC, AC/DC, DC/AC.	Экспериментальное исследование преобразователя постоянного напряжения
6	Тема 15. Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	Электрические цепи переменного тока
7	Тема 18. Переходные процессы в линейных электрических цепях.	Переходные процессы
8	Тема 3. Трёхфазные электрические сети и их основные параметры	Трёхфазные токи
9	Тема 8. Силовые трансформаторы и дроссели	Трансформатор
10	Тема 25. Коллекторные машины.	Машины постоянного тока
11	Тема 25. Коллекторные машины.	Двигатель постоянного тока
12	Тема 15. Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	Электрические цепи однофазного синусоидального тока.
13	Тема 16. Четырехполюсники	Четырехполюсники.
14	Тема 17. Основы теории электрических фильтров. <i>k</i> - и <i>m</i> -фильтры	Электрические фильтры.
15	Тема 18. Переходные процессы в линейных электрических цепях.	Переходные процессы. Метод интеграла наложения.
16	Тема 19. Отыскание реакции цепи на воздействие произвольной формы.	Трехфазные электрические цепи.
17	Тема 21. Электромагнитные устройства. Законы магнитных цепей.	Расчет магнитных цепей. Трансформатор.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения

нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Понятия и основные проблемы электротехника и электропитания устройств и систем инфокоммуникаций. Самостоятельная работа должна носить систематический и непрерывный характер в течение всего периода прохождения дисциплины.

Основные виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Электротехника и электропитание устройств и систем инфокоммуникаций»:

- работа с учебником;
- конспектирование отдельных вопросов пройденной темы;
- работа со справочной литературой;
- решение задач;
- использование Интернета.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные

занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных

работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

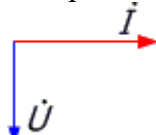
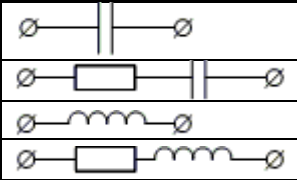
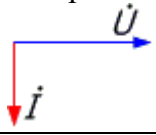
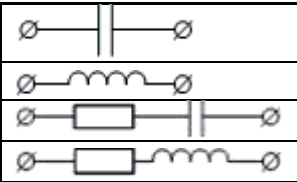
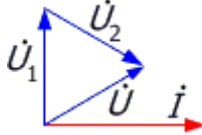
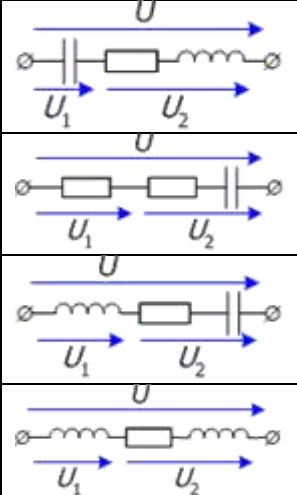
Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 4. Элементы электрических сетей	ПКС-1 ПКС-4	Тестирование
Тема 7. Импульсные и бестрансформаторные сетевые источники питания	ПКС-1 ПКС-4	Тестирование
Тема 8. Силовые трансформаторы и дроссели	ПКС-1 ПКС-4	Тестирование
Тема 11. Электрические преобразователи DC/DC, AC/DC, DC/AC.	ПКС-1 ПКС-4	Тестирование
Тема 14. Основы безопасной эксплуатации электроустановок	ПКС-1 ПКС-4	Тестирование
Тема 15. Электрические цепи однофазного синусоидального тока.	ПКС-1 ПКС-4	Тестирование
Тема 18. Переходные процессы в линейных электрических цепях.	ПКС-1 ПКС-4	Тестирование
Тема 19. Отыскание реакции цепи на воздействие произвольной формы.	ПКС-1 ПКС-4	Тестирование

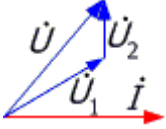
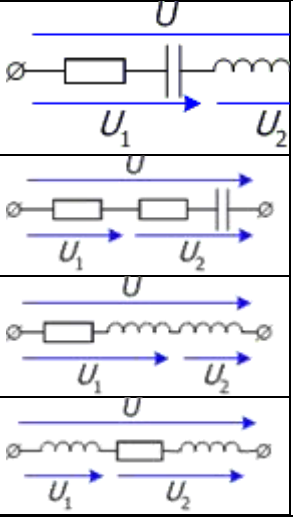
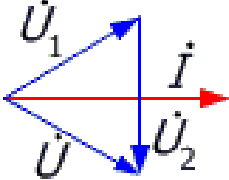
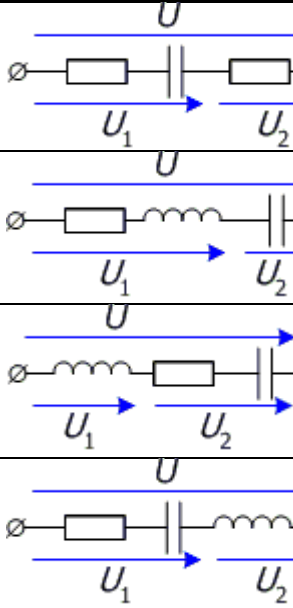
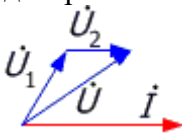
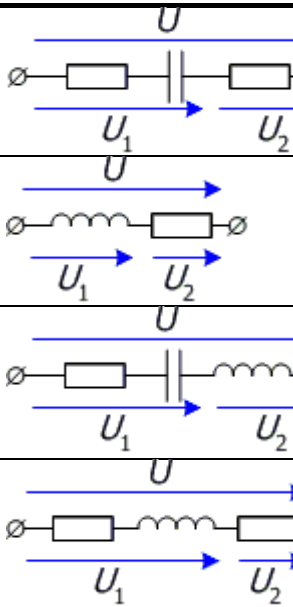
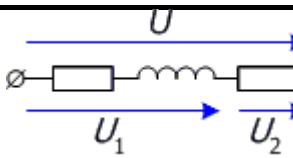
Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 21. Электромагнитные устройства. Законы магнитных цепей.	ПКС-1 ПКС-4	Тестирование
Тема 23. Синхронные машины.	ПКС-1 ПКС-4	Тестирование

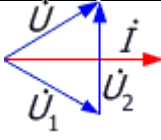
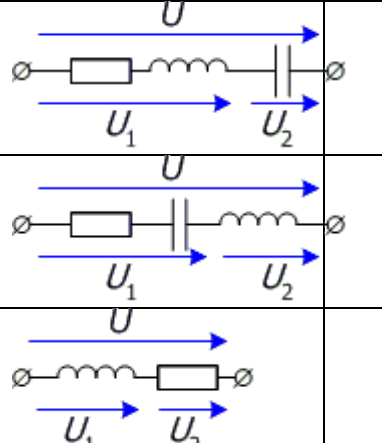
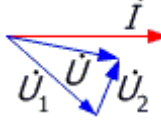
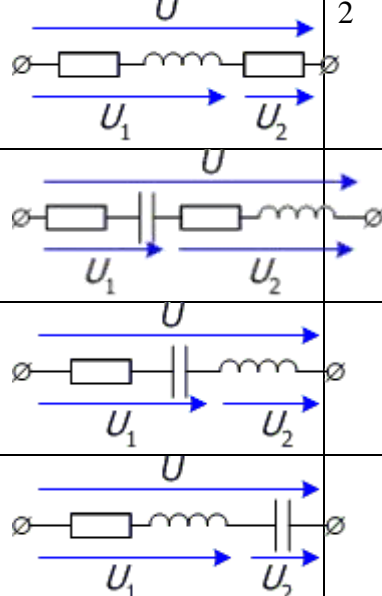
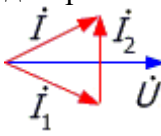
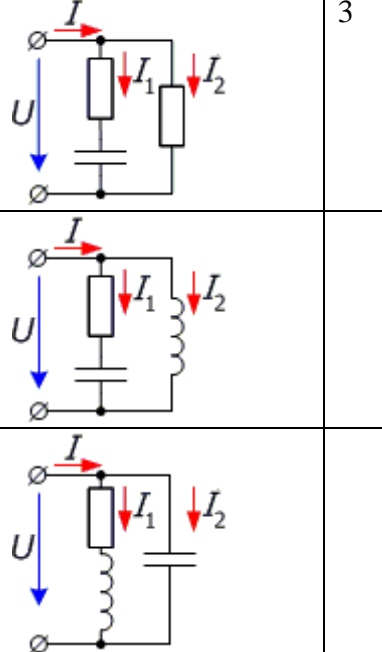
8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

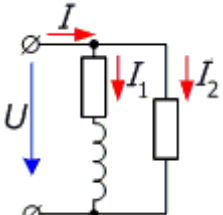
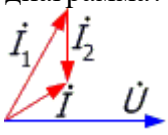
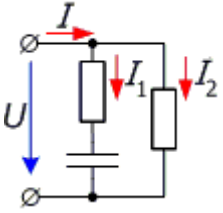
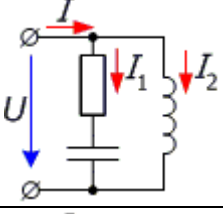
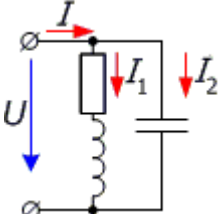
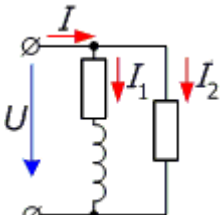
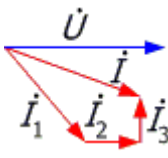
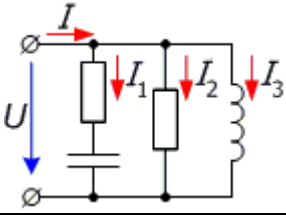
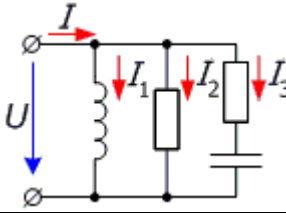
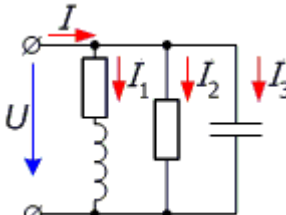
Типовые тестовые задания:

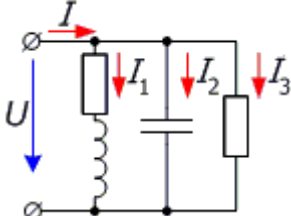
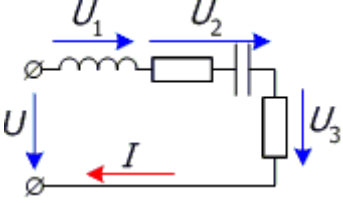
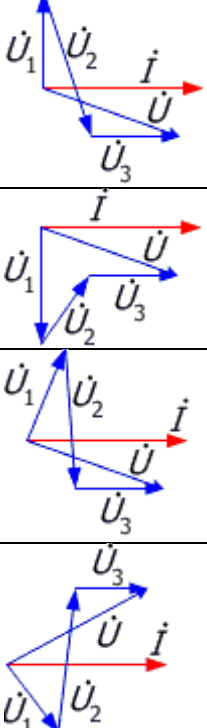
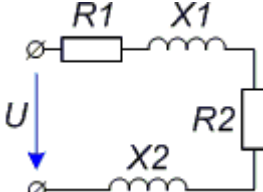
По теме 14. основы безопасной эксплуатации электроустановок

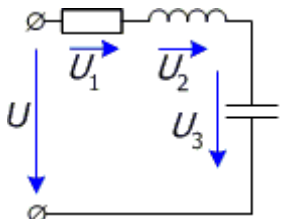
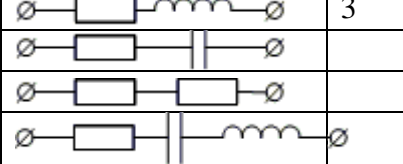
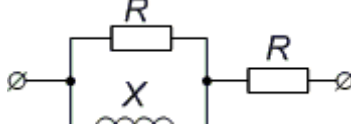
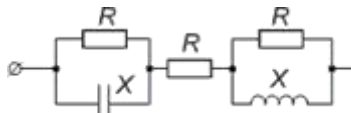
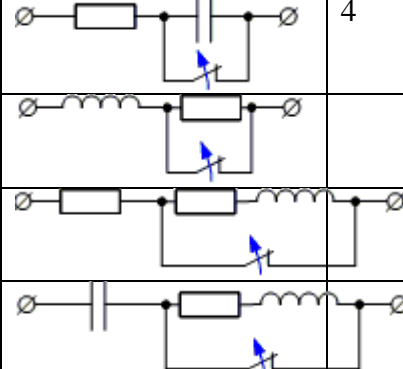
Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы	Сложность вопроса	Описание
<p>Для какой из приведенных схем справедлива векторная диаграмма?</p> 		1	1	Векторные диаграммы
<p>Для какой из приведенных схем справедлива векторная диаграмма?</p> 		2	1	Векторные диаграммы
<p>Для какой из приведенных схем справедлива векторная диаграмма?</p> 		3	1	Векторные диаграммы

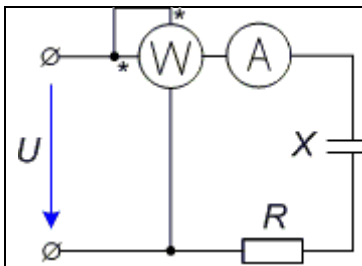
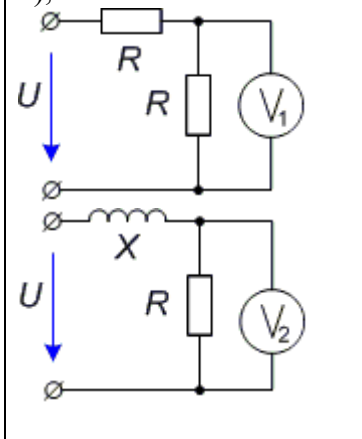
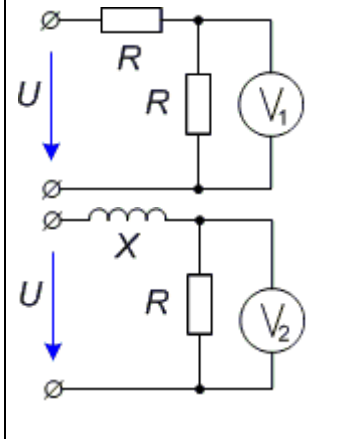
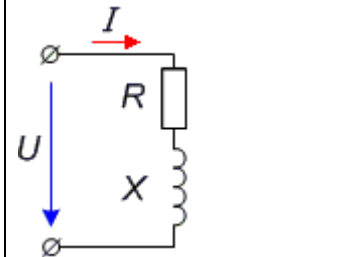
<p>Для какой из приведенных схем справедлива векторная диаграмма?</p> 		<p>3</p>	<p>1</p>	<p>Векторные диаграммы</p>
<p>Для какой из приведенных схем справедлива векторная диаграмма?</p> 		<p>2</p>	<p>1</p>	<p>Векторные диаграммы</p>
<p>Для какой из приведенных схем справедлива векторная диаграмма?</p> 		<p>4</p>	<p>1</p>	<p>Векторные диаграммы</p>
<p>Для какой из приведенных схем справедлива векторная диаграмма?</p>		<p>3</p>	<p>1</p>	<p>Векторные диаграммы</p>

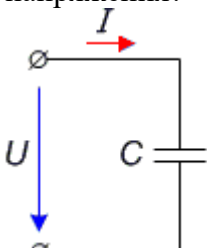
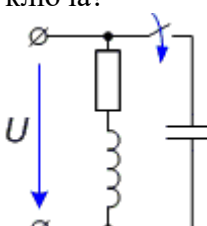
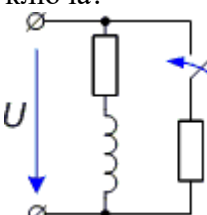
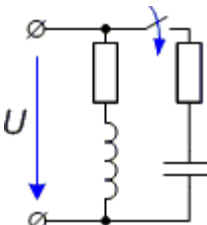
				
<p>Для какой из приведенных схем справедлива векторная диаграмма?</p> 	<p>2</p> 		1	Векторные диаграммы
<p>Для какой из приведенных схем справедлива векторная диаграмма?</p> 	<p>3</p> 		1	Векторные диаграммы

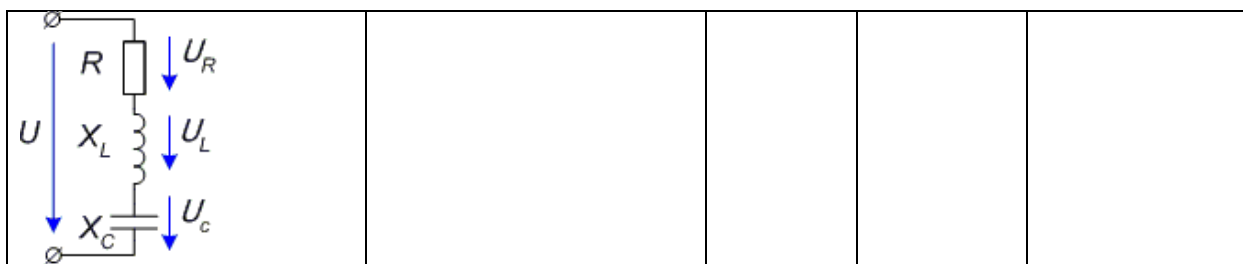
					
<p>Для какой из приведенных схем справедлива векторная диаграмма?</p> 		2		1	Векторные диаграммы
					
					
					
<p>Для какой из приведенных схем справедлива векторная диаграмма?</p> 		3		1	Векторные диаграммы
					
					

					
<p>Указать векторную диаграмму, соответствующую приведенной схеме замещения;</p> 		1		1	Векторные диаграммы
<p>Дано: $R_1 = R_2 = 10 \text{ Ом}$, $X_1 = 5 \text{ Ом}$, $X_2 = 15 \text{ Ом}$. Вычислить полное сопротивление цепи. Ответ укажите числом в омах. Округлите до десятых. Дробную часть отделите запятой.</p> 		28,3		1	Расчетная задача
<p>Даны напряжения на отдельных участках цепи: $U_1 = 40 \text{ В}$ $U_2 = 60 \text{ В}$ $U_3 = 30 \text{ В}$ Определить приложенное напряжение. Ответ укажите числом в вольтах.</p>		50		1	Расчетная задача

				
<p>Дано: $R = X_L = X_C$? Какая из цепей имеет наибольшее полное сопротивление.</p>		3	1	Другое
<p>Дано: $R = X = 5 \text{ Ом}$. Найти полное сопротивление цепи. Ответ укажите числом в омах. Округлите до десятых. Дробную часть отделите запятой.</p> 		7,9	2	Расчетная задача
<p>Дано: $R = X = 10 \text{ Ом}$. Найти полное сопротивление цепи. Ответ укажите числом в омах.</p> 		20	2	Расчетная задача
<p>Полное сопротивление какой схемы не изменится при размыкании ключа, если $R = X_L = X_C$?</p>		4	2	Другое
<p>Дано: $U=200\text{В}$, показание ваттметра $P_w=640\text{Вт}$, показание амперметра $I=4\text{А}$. Определить величину сопротивления X. Ответ укажите числом в омах.</p>		30	2	Расчетная задача

												
<p>Сравнить показания вольтметров ($V_1/V_2 = ?$), если $R = X$</p> 	<table border="1" data-bbox="603 421 1010 577"> <tr> <td>1/2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>$\sqrt{2}/2$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$2/\sqrt{2}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$1/\sqrt{2}$</td> <td></td> </tr> </table>	1/2	2	$\sqrt{2}/2$		$2/\sqrt{2}$		$1/\sqrt{2}$			2	Расчетная задача
1/2	2											
$\sqrt{2}/2$												
$2/\sqrt{2}$												
$1/\sqrt{2}$												
<p>Как изменятся показания вольтметров при увеличении частоты сети?</p> 			2	Другое								
<p>Дано: $U=200В$, $I=4А$, $X=30Ом$. Определить активную мощность цепи. Ответ укажите числом в ваттах.</p> 		640	1	Расчетная задача								

<p>Как изменится ток в цепи при увеличении частоты питающего напряжения?</p> 			1	Другое								
<p>Как изменится активная мощность цепи при замыкании ключа?</p> 			1	Другое								
<p>Как изменится активная мощность цепи при замыкании ключа?</p> 			1	Другое								
<p>Как изменится активная мощность цепи при замыкании ключа?</p> 			1	Другое								
<p>Ток в указанной цепи изменяется по закону $i = I_m \sin n\omega t$. Какое из приведенных выражений несправедливо, если $X_L < X_C$?</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="598 1680 917 1724">$u = U_m \sin n(\omega t + \phi)$</td> <td data-bbox="917 1680 1005 1724">4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 1724 917 1769">$u_R = I_m R \sin n\omega t$</td> <td data-bbox="917 1724 1005 1769"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 1769 917 1814">$u_L = I_m X_L \sin n(\omega t + \pi/2)$</td> <td data-bbox="917 1769 1005 1814"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 1814 917 1859">$u_L = I_m X_L \sin n(\omega t - \pi/2)$</td> <td data-bbox="917 1814 1005 1859"></td> </tr> </table>	$u = U_m \sin n(\omega t + \phi)$	4	$u_R = I_m R \sin n\omega t$		$u_L = I_m X_L \sin n(\omega t + \pi/2)$		$u_L = I_m X_L \sin n(\omega t - \pi/2)$			2	Другое
$u = U_m \sin n(\omega t + \phi)$	4											
$u_R = I_m R \sin n\omega t$												
$u_L = I_m X_L \sin n(\omega t + \pi/2)$												
$u_L = I_m X_L \sin n(\omega t - \pi/2)$												



Типовые задания по лабораторным работам:

Лабораторная работа №1.

Электрические цепи переменного тока.

Цели работы.

1. Исследование напряжения и тока конденсатора.
2. Исследование реактивного сопротивления конденсатора.
3. Исследование последовательного и параллельного соединения резистора и конденсатора.
4. Исследование напряжения и тока катушки индуктивности.
5. Исследование реактивного сопротивления катушки индуктивности.
6. Исследование последовательного и параллельного соединения резистора и катушки индуктивности.
7. Исследование частотных характеристик последовательного и параллельного резонансных контуров.

Используемые приборы:

1. Функциональный генератор.
2. Источник питания постоянного тока, функциональный генератор.
3. Измерительные приборы (цифровые вольтметры и амперметры).
4. Цифровой, двухканальный осциллограф.
5. Измеритель импеданса.
6. Модуль Электрические цепи.

Теоретические сведения

Однофазный синусоидальный ток

Переменным током называют ток, изменяющийся во времени. Значение тока в любой данный момент времени называют мгновенным током i . Для одного из двух возможных направлений тока через поперечное сечение проводника мгновенный ток i считают положительным, а для противоположного направления отрицательным. Направление тока, для которого его мгновенные значения положительны, называют

положительным направлением тока. Ток определен, если известна зависимость мгновенного тока от времени $i = F(t)$ и указано его положительное направление.

Токи, мгновенные значения которых повторяются через равные промежутки времени в той же самой последовательности, называют периодическими.

Мгновенное значение синусоидального тока определяется выражением:

$$i = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right), \quad (1)$$

где I_m - максимальное значение или амплитуда тока. Аргумент синуса $\frac{2\pi}{T}t + \varphi$ называется фазой. Угол φ равен фазе в начальный момент времени ($t=0$) и поэтому называется начальной фазой. Период T - это время, за которое совершается одно полное колебания. Единица измерения - секунда (с). Частота равна числу колебаний в одну секунду $f = \frac{1}{T}$. Единица измерения частоты f - герц (Гц). Угловая частота $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$. Единица угловой частоты - рад/с или с^{-1} .

Вводя в (1) обозначение ω для угловой частоты, получаем: $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$.

На рисунке 1 дан график синусоидальных токов одинаковой частоты, но с различными амплитудами и начальными фазами: $i_1 = I_{m1} \sin(\omega t + \varphi_1)$; $i_2 = I_{m2} \sin(\omega t + \varphi_2)$.

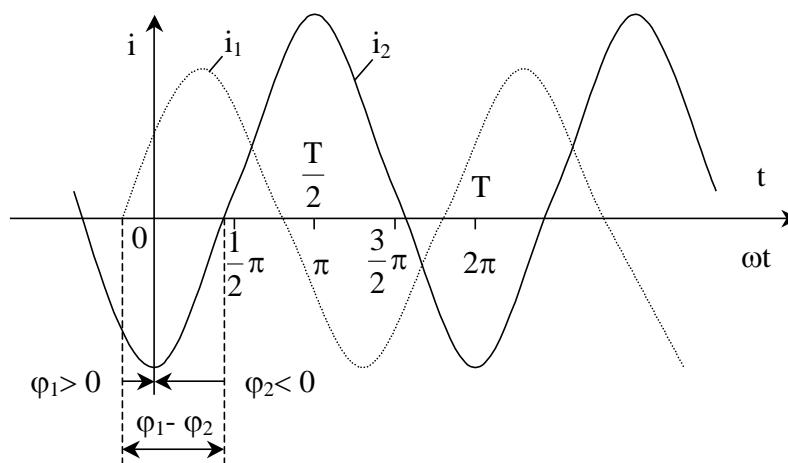


Рисунок 1 – График синусоидального тока

По оси абсцисс отложены время t и пропорциональная времени величина ωt .

Начальный фазный угол отсчитывается всегда от момента, соответствующего началу синусоиды (нулевое значение синусоидальной величины при переходе ее от отрицательных к положительным значениям), до момента начала отсчета времени $t=0$ (начало координат). При $\varphi_1 > 0$ начало синусоиды (i_1) сдвинута влево, а при $\varphi_2 < 0$ (i_2) вправо от начала координат.

Если у нескольких синусоидальных функций, изменяющихся с одинаковой частотой, начала синусоид не совпадают, то говорят, что они сдвинуты друг относительно друга по фазе. Сдвиг фаз измеряется разностью фаз, которая, очевидно, равна разности начальных фаз.

Если у синусоидальной функции одной частоты одинаковые начальные фазы, то говорят, что они совпадают по фазе, если разность их фаз равна $\pm\pi$, то говорят, что они противоположны по фазе, и, наконец, если разность их фаз равна $\pm\pi/2$, то говорят, что они находятся в квадратуре.

Действующие и средние значения тока, Э.Д.С. и напряжения.

Для суждения о периодическом токе вводят понятие о среднем квадратичном значении тока за период, которое называется действующим током:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}. \quad (2)$$

Действующий ток численно равен такому постоянному току, который за один период выделяет в том же сопротивлении такое же количество тепла, как и ток переменный.

Установим связь между действующим током I и амплитудой I_m синусоидального тока:

$$I^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt = \frac{I_m^2}{T} \int_0^T \sin^2(\omega t + \varphi) dt = \frac{I_m^2}{T} \int_0^T [1 - \cos(2\omega t + 2\varphi)] dt = \frac{I_m^2}{2}.$$

Следовательно,

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}. \quad (3)$$

Среднеквадратичные значения любых других периодических величин за один период тоже называются действующими. Так, например, действующие Э.Д.С. и напряжение

$$E = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T e^2 dt}; U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt}. E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}; U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}.$$

Когда речь идет о периодических напряжениях и токах, обычно подразумевают действующие напряжения и токи.

Изображение синусоидальных функций времени векторами и комплексными числами

Расчет цепей переменного тока облегчается, если изображать синусоидально изменяющиеся токи, напряжения и Э.Д.С. векторами или комплексными числами.

Пусть ток изменяется по синусоидальному закону $i = I_m(\sin\omega t + \varphi)$.

Возьмем прямоугольную систему координат и расположим под углом φ относительно горизонтальной оси OX вектор \vec{I}_m , длина которого равна I_m . Положительные углы φ откладываются против, а отрицательные - по направлению часовой стрелки (рисунок 2).

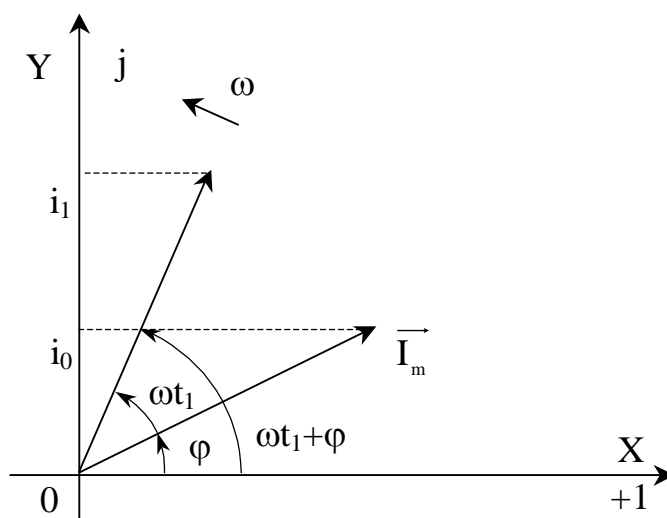


Рисунок 2 – Векторная диаграмма тока

Представим, что вектор \vec{I}_m с момента $t = 0$ начинает вращаться вокруг начала координат 0 против направления движения часовой стрелки с постоянной угловой скоростью, равной угловой частоте ω . В момент времени t_1 вектор составит с осью OX угол $\omega t_1 + \varphi$. Его проекция на ось OY равна в выбранном масштабе мгновенному значению тока $i_1 = I_m \sin(\omega t_1 + \varphi)$.

Таким образом, между мгновенным значением i и вектором \vec{I}_m можно установить однозначную связь. На этом основании вектор \vec{I}_m называют вектором, изображающим синусоидальную функцию времени. Совокупность векторов, изображающих рассматриваемые синусоидальные функции времени, называется векторной диаграммой.

Если считать оси OX и OY осями вещественных (действительных) и мнимых величин на комплексной плоскости, то вектор \vec{I}_m соответствует комплексному числу,

модуль которого равен I_m , а аргумент углу φ . Это комплексное число \underline{I}_m , называется комплексной амплитудой тока. Оно обозначается большой буквой, подчеркнутой внизу.

Комплексную амплитуду тока можно записать в полярной, показательной, тригонометрической и алгебраической формах:

$$\underline{I}_m = I_m \angle \varphi = I_m e^{j\varphi} = I_m (\cos \varphi + j \sin \varphi) = I_a + jI_p, \quad (4)$$

где $j = \sqrt{-1}$.

Если правую и левую часть уравнения (4) разделить на $\sqrt{2}$, то получим комплекс действующего значения тока.

$$\underline{I} = I \angle \varphi = I e^{j\varphi} = I (\cos \varphi + j \sin \varphi) = I_a + jI_p$$

Аналогичное уравнение можно получить для синусоидально изменяющегося напряжения и Э.Д.С.:

$$\underline{U} = U \angle \varphi = U e^{j\varphi} = U (\cos \varphi + j \sin \varphi) = U_a + jU_p$$

$$\underline{E} = E \angle \varphi = E e^{j\varphi} = E (\cos \varphi + j \sin \varphi) = E_a + jE_p$$

Если вектор \underline{I}_m , начиная с момента времени $t = 0$, вращается против направления движения часовой стрелки с угловой скоростью ω , то ему соответствует комплексная функция времени, которая называется комплексной мгновенной величиной:

$$\underline{i} = I_m e^{j(\omega t + \varphi)} = I_m \cos(\omega t + \varphi) + jI_m \sin(\omega t + \varphi).$$

Значение ее мнимой части (без j) равно рассматриваемой синусоидально изменяющийся величине i .

Таким образом, величина j и ее изображение комплексная амплитуда однозначно связаны следующим равенством:

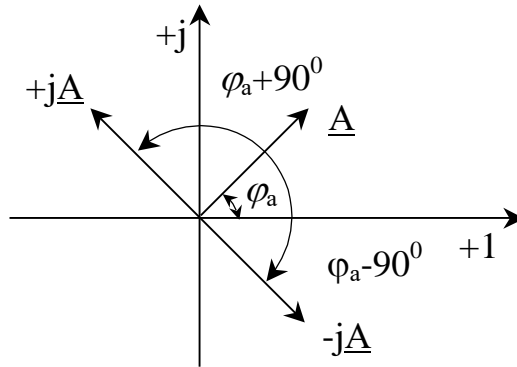
$$i = \text{Im}[\underline{I}_m e^{j(\omega t + \varphi)}] = \text{Im}[\underline{I}_m e^{j\varphi} e^{j\omega t}] = \text{Im}[\underline{I}_m e^{j\omega t}]$$

где символ Im обозначает, что от комплексной функции времени, записанной в квадратных скобках, берется только значение мнимой части.

Метод расчета цепей синусоидального тока, основанный на изображении гармонических функций времени комплексными числами, называется методом комплексных величин, методом комплексных амплитуд или комплексным методом расчета.

Умножение вектора на j и $-j$

Пусть есть некоторое комплексное число $A = A e^{j\varphi_a}$ (рисунок 3).

Рисунок 3 – Умножение вектора на j и $-j$

Умножение его на j дает вектор, по модулю равный A , но повернутый в сторону опережения (против часовой стрелки) по отношению к исходному вектору \vec{A} на 90° . Умножение \vec{A} на $-j$ поворачивает вектор \vec{A} на 90° в сторону отставания (по часовой стрелке) также без изменения его модуля.

Чтобы убедиться в этом, представим векторы j и $-j$ в показательной форме:

$$j = 1 \cdot e^{j90^\circ} = e^{j90^\circ},$$

$$-j = 1 \cdot e^{-j90^\circ} = e^{-j90^\circ}.$$

Тогда

$$\underline{A}j = Ae^{j\varphi_a} e^{j90^\circ} = Ae^{j(\varphi_a + 90^\circ)}; \quad (5)$$

$$-\underline{A}j = Ae^{j\varphi_a} e^{-j90^\circ} = Ae^{j(\varphi_a - 90^\circ)}. \quad (6)$$

Из (5) следует, что вектор $j\vec{A}$, по модулю равный A , составляет с осью $+1$ комплексной плоскости угол $\varphi + 90^\circ$, т.е. повернут против часовой стрелки на 90° по отношению к вектору \vec{A} . Согласно (6) умножение \underline{A} на $-j$ дает вектор, по модулю равный A , но повернутый по отношению к нему на 90° по часовой стрелке.

Резистор в цепи синусоидального тока

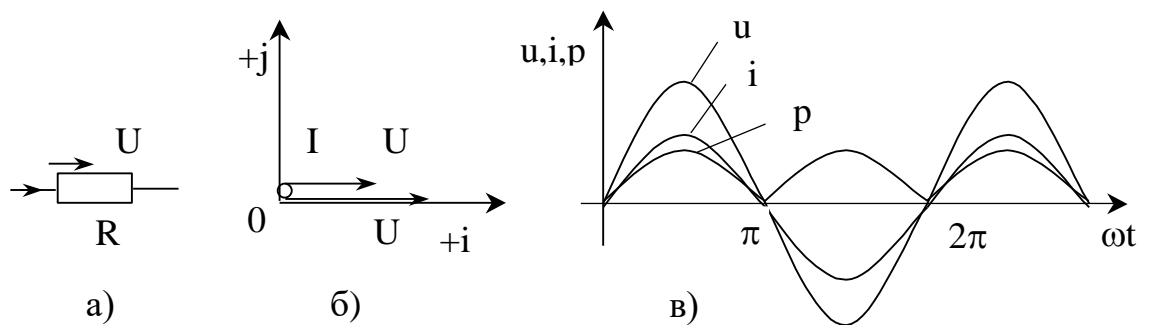


Рисунок 4 – Векторная и волновая диаграмма цепи с резистором

На рисунке 4, а изображен резистор сопротивлением R , по которому течет ток $i = I_m \sin \omega t$. По закону Ома напряжение на резисторе:

$$u = iR = R I_m \sin \omega t,$$

или

$$u = U_m \sin \omega t,$$

где $U_m = RI_m$.

$$\text{Мгновенная мощность } p = U_m I_m \sin \omega t \sin \omega t = \frac{U_m I_m}{2} (1 - \cos 2\omega t).$$

Мгновенная мощность имеет постоянную составляющую $\frac{U_m I_m}{2}$ и составляющую $\frac{U_m I_m}{2} \cos 2\omega t$, изменяющуюся с частотой 2ω .

На рис. 4, в даны кривые мгновенных значений тока i , напряжения u и мгновенной мощности p .

Из рис. 4, видно, что в цепи синусоидального тока с резистором, ток i и напряжение u совпадают по фазе.

$$\text{Комплекс действующего значения тока и напряжения } \underline{I} = I e^{j\varphi}, \quad \underline{U} = U e^{j\varphi}.$$

В рассматриваемом случае $\varphi = 0$, тогда $\underline{I} = I$, $\underline{U} = U$. Векторная диаграмма тока и напряжения изображена на рис. 4, б. Так как $\underline{U} = R \underline{I}$, то комплексы напряжения и тока в цепи с активным сопротивлением связаны соотношением

$$\underline{U}_R = R \underline{I}. \quad (7)$$

Индуктивная катушка в цепи синусоидального тока

Практически любая обмотка (катушка) обладает некоторой индуктивностью L и активным сопротивлением R . На схеме катушку можно представить в виде последовательно соединенных, индуктивности L и активного сопротивления R .

Выделим из схемы одну индуктивность L (без активного сопротивления) – рис. 5, а.

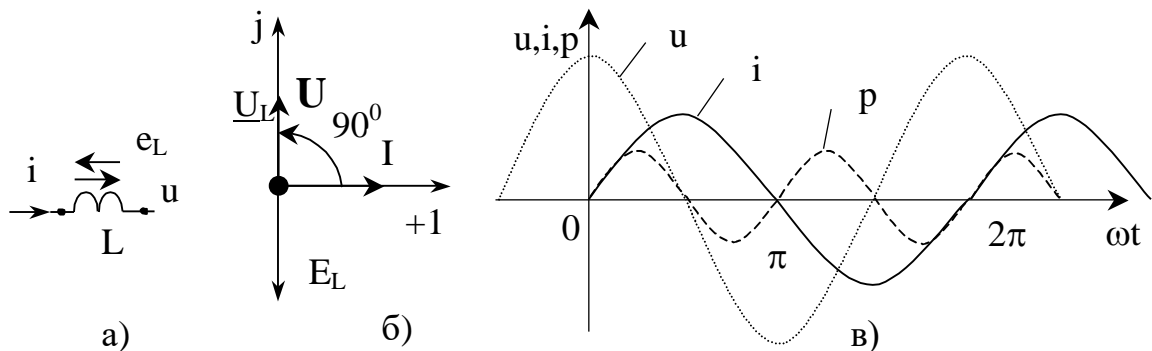


Рисунок 5 – Векторная и волновая диаграмма цепи с индуктивностью

Если через L течет ток $i = I_m \sin \omega t$, то в катушке наводится Э.Д.С. самоиндукции:

$$e_L = -L \frac{di}{dt} = -\omega L I_m \sin(\omega t - 90^\circ).$$

Напряжение на индуктивности $u = -e_L = L \frac{di}{dt}$.

Следовательно,

$$u = \omega L I_m \sin(\omega t + 90^\circ) = U_m \sin(\omega t + 90^\circ);$$

$$U_m = \omega L I_m.$$

Произведение ωL обозначают X_L и называют индуктивным сопротивлением:

$$X_L = \omega L.$$

Единица индуктивного сопротивления $[X_L] = [\omega][L] = \text{с}^{-1} \cdot \text{Ом} \cdot \text{с} = \text{Ом}$.

Таким образом, индуктивная катушка оказывает переменному току сопротивление, модуль которого $X_L = \omega L$ прямо пропорционален частоте. Кроме того, напряжение на ней опережает ток по фазе на 90° .

Мгновенная мощность: $p = ui = U_m \cos \omega t I_m \sin \omega t = \frac{U_m I_m}{2} \sin 2\omega t$.

проходит через нулевое значение, когда через нуль проходит либо u , либо i . За первую четверть периода, когда u и i положительны, p также положительна. Площадь, ограниченная кривой p и осью абсцисс за это время, представляет собой энергию, которая взята от источника питания на создание энергии магнитного поля в индуктивной катушке. Во вторую четверть периода, когда ток в цепи уменьшается от максимума до нуля, энергия магнитного поля отдается обратно источнику питания, при этом мгновенная мощность отрицательна. За третью четверть периода у источника снова забирается энергия, за четвертую отдается и т.д. энергия то периодически забирается индуктивной катушкой от источника, то отдается ему обратно. На рис. 5, в изображены кривые напряжения, тока и мгновенной мощности в цепи с индуктивностью.

Комплекс действующего значения тока и напряжения

$$\underline{I} = I e^{j\varphi}, \quad \underline{U} = U e^{j(\varphi+90^\circ)} = x_L I e^{j\varphi} e^{j90^\circ} = jx_L \underline{I}.$$

При $\varphi = 0$ $\underline{I} = I$. Их векторная диаграмма изображена на рис. 5, б. Таким образом комплексы действующих значений напряжения и тока в цепи с индуктивностью связаны соотношением

$$\underline{U}_L = jx_L \underline{I}. \quad (8)$$

Конденсатор в цепи синусоидального тока

Если приложенное к конденсатору напряжение не меняется во времени, то заряд $q = Cu$ на одной его обкладке и заряд $-q = -Cu$ на другой неизменны и ток через конденсатор не проходит ($i = \frac{dq}{dt} = 0$). Если же напряжение на конденсаторе меняется во времени,

например, по синусоидальному закону:

$$U_c = U_m \sin \omega t, \quad (9)$$

то по синусоидальному закону будет меняться и заряд q конденсатора:

$$q = Cu = CU_m \sin \omega t \quad \text{и конденсатор будет периодически перезаряжаться.}$$

Периодическая перезарядка конденсатора сопровождается протеканием через него зарядного тока:

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(CU_m \sin \omega t) = \omega CU_m \cos \omega t = \omega CU_m \sin(\omega t + 90^\circ). \quad (10)$$

Положительное направление тока через конденсатор ёмкостью C на рис.2.6,а совпадает с положительным направлением напряжения на нем. Из рис. (2.6 в) видно, что ток через конденсатор опережает по фазе напряжение на конденсаторе на 90° . Амплитуда тока I_m равна амплитуде напряжения U_m , деленной на емкостное сопротивление:

$$X_c = \frac{1}{\omega C}.$$

Действительно,
$$I_m = \omega C U_m = \frac{U_m}{1/(\omega C)} = \frac{U_m}{X_c}.$$

Ёмкостное сопротивление обратно пропорционально частоте. Единица емкостного сопротивления – Ом. Мгновенная мощность:

$$p = ui = \frac{U_m I_m}{2} \sin 2\omega t.$$

Графики мгновенных значений u , i , p изображены на рис.6,в.

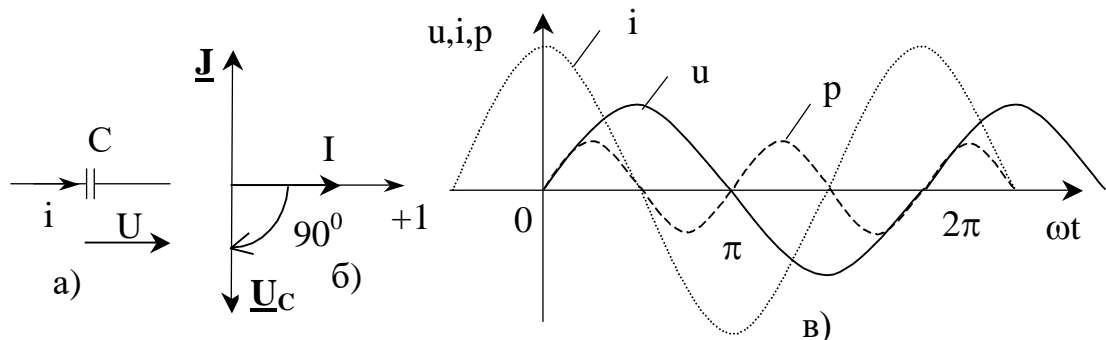


Рисунок 6 – Векторная и волновая диаграмма цепи с ёмкостью

За первую четверть периода конденсатор потребляет от источника питания энергию, которая идет на создание электрического поля в нем. Во вторую четверть периода напряжение на конденсаторе уменьшается от максимума до нуля и запасенная в электрическом поле энергия отдается источнику (мгновенная мощность отрицательна). За третью четверть периода энергия снова запасается, за четвертую отдается и т.д. Комплекс действующего значения напряжения и тока

$$\underline{U}_c = Ue^{j\varphi}, \text{ при } \varphi = 0 \quad \underline{U}_c = U.$$

$$\underline{I} = \frac{U}{X_c} e^{j(\varphi+90^\circ)} = \frac{1}{X_c} Ue^{j\varphi} e^{j90^\circ} = j \frac{1}{X_c} \underline{U}_c.$$

Векторная диаграмма цепи с ёмкостью показана на рис. 6,б.

Из последнего уравнения определяем комплекс действующего значения напряжения на ёмкости.

$$\underline{U}_c = -jX_c \underline{I}. \quad (11)$$

Закон Ома для цепи синусоидального тока. Комплексное сопротивление.

Широкое распространение на практике получил символический, или комплексный, метод расчета цепей синусоидального тока.

Сущность символического метода расчета состоит в том, что при синусоидальном токе можно перейти от уравнений, составленных для мгновенных значений и являющихся дифференциальными уравнениями, к алгебраическим уравнениям, составленным относительно комплексов тока и Э.Д.С.

Например, для схемы рис.7 уравнение для мгновенных значений

$$u_R + u_L + u_C = e.$$

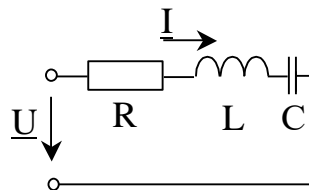


Рисунок 7 – Схема к расчёту цепи символическим методом

Для каждого члена уравнения было определено соответствующее ему выражение в комплексной форме. И так как цепь линейная, запишем его в комплексной форме.

$$\underline{I}R + j\omega L \underline{I} + \underline{I} \left(\frac{-j}{\omega C} \right) = \underline{U}.$$

Вынесем \underline{I} за скобку:

$$\underline{I} \left(R + j\omega L - \frac{j}{\omega C} \right) = \underline{U} \quad (12)$$

Следовательно, для схемы рис. 7:

$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{R + j\omega L - \frac{j}{\omega C}}.$$

Множитель $R + j\omega L - (j/\omega C)$ в уравнении (12) представляет собой комплекс, имеет размерность сопротивления и обозначается через \underline{Z} . Его называют полным комплексным сопротивлением:

$$\underline{Z} = Ze^{j\varphi} = R + j\omega L - \frac{j}{\omega C}.$$

Как и всякий комплекс, \underline{Z} можно записать в показательной форме. Модуль комплексного сопротивления принято обозначать через Z . Уравнение (12) можно записать так: $\underline{I} \underline{Z} = \underline{U}$. Откуда

$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}}. \quad (13)$$

Уравнение (13) представляет собой закон Ома для цепи синусоидального тока.

В общем случае \underline{Z} в комплексном виде имеет некоторую действительную часть R и некоторую мнимую часть jX

$$\underline{Z} = R + jX,$$

где R – активное сопротивление; X – реактивное сопротивление.

Для схемы рис. 7 реактивное сопротивление:

$$X = \omega L - \frac{1}{\omega C}.$$

Из уравнения (13)

$$\underline{U} = \underline{I} \underline{Z} = \underline{I} R + j \underline{I} X = \underline{U}_a + j \underline{U}_p, \quad (14)$$

где $\underline{U}_a = \underline{I} R$ – активная составляющая напряжения.

$\underline{U}_p = \underline{I} X$ – реактивная составляющая напряжения.

Комплексная проводимость

Под комплексной проводимостью \underline{Y} понимают величину, обратную комплексному сопротивлению \underline{Z} :

$$\underline{Y} = \frac{1}{\underline{Z}} = g - jb = Ye^{-j\varphi}.$$

Единица комплексной проводимости – См (Om^{-1}). Действительную часть ее обозначают через g , мнимую – через b . Так как

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R + jX} = \frac{R - jX}{R^2 + X^2} = \frac{R}{R^2 + X^2} - j \frac{X}{R^2 + X^2} = g - jb,$$

то

$$g = \frac{R}{R^2 + X^2}; \quad b = \frac{X}{R^2 + X^2}; \quad Y = \sqrt{g^2 + b^2}.$$

Если X положительно, то и b положительно. При X отрицательном b также отрицательно.

При использовании комплексной проводимости закон Ома записывают так:

$$\underline{I} = \underline{U} \underline{Y}.$$

или

$$\underline{I} = \underline{U}g - j\underline{U}b = \underline{I}_a + \underline{I}_p, \quad (15)$$

где \underline{I}_a – активная составляющая тока; \underline{I}_p – реактивная составляющая тока.

Треугольники напряжения, сопротивления, тока и проводимости

Пусть в цепи угол сдвига фаз между током напряжением – φ (рис. 8)

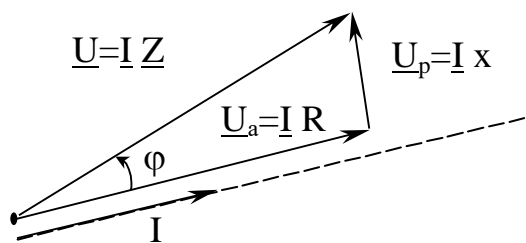


Рисунок 8 – Треугольник напряжений

Спроектируем вектор напряжения на вектор тока. Вектор, совпадающий по фазе с током, это – активная составляющая напряжения \underline{U}_a , перпендикулярный току, это – реактивная составляющая напряжения \underline{U}_p . Треугольник, в котором один катет – активная составляющая напряжения, другой катет – реактивная составляющая напряжения, а гипотенуза – напряжение в цепи \underline{U} , называется треугольником напряжений (рис. 2.8). разделим все стороны треугольника напряжений на ток, получим треугольник сопротивления (рис. 2.9).

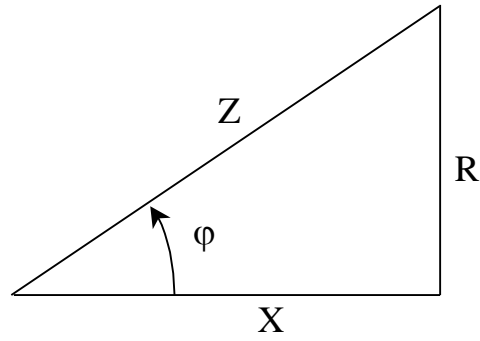


Рисунок 9 – Треугольник сопротивления

Из треугольника напряжений (рис. 8):

- модуль напряжения $U = \sqrt{U_a^2 + U_p^2}$; $\cos \varphi = \frac{U_a}{U}$.

Из треугольника сопротивлений (рис. 9):

- модуль полного сопротивления $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$; $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$.

Спроектируем вектор тока на вектор напряжения (рис.2.10).

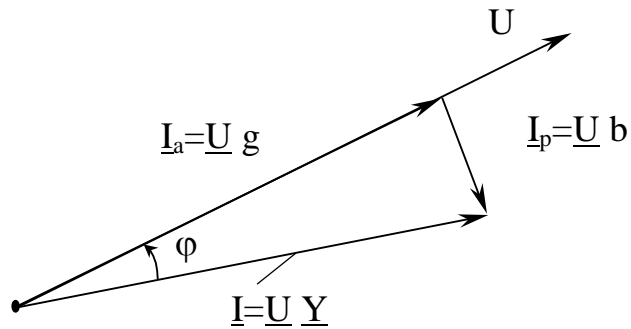


Рисунок 10 – Треугольник тока

Вектор, совпадающий по фазе с напряжением - это активная составляющая тока I_a , перпендикулярный напряжению - это реактивная составляющая тока I_p . Треугольник, у которого один катет - активная составляющая тока, другой катет - реактивная составляющая тока, а гипотенуза - ток в цепи I , называется треугольником токов (рис. 2.10). Разделим все стороны треугольника тока на напряжение, получим треугольник проводимостей (рис. 2.11).

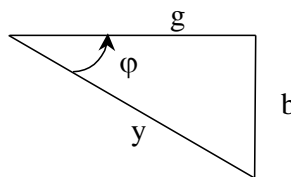


Рисунок 11 – Треугольник проводимостей

Из треугольника тока (рис. 10): $I = \sqrt{I_a^2 + I_p^2}$; $\cos \varphi = \frac{I_a}{I}$.

Из треугольника проводимостей (рис. 11): $Y = \sqrt{g^2 + b^2}$; $\cos \varphi = \frac{g}{Y}$.

Для одной и той же электрической цепи треугольники напряжения, сопротивления, тока и проводимости подобны друг другу, т.е. угол сдвига фаз между током и напряжением φ в треугольниках одинаков. Они дают графическую интерпретацию связи U, I, Z, Y с их активными и реактивными составляющими.

Использование методов расчёта цепей постоянного тока при расчётах линейных цепей синусоидального тока

Первый и второй законы Кирхгофа для цепей синусоидального тока имеют такой же вид, как для цепей постоянного тока. Только в уравнениях вместо R необходимо поставить Z , вместо U - \underline{U} , вместо I - \underline{I} , вместо E - \underline{E} , тогда уравнения запишутся в виде:

$$\sum_{k=1}^n \underline{I}_k = 0, \quad \sum_{k=1}^n \underline{I}_k \underline{Z}_k = \sum_{k=1}^n \underline{E}_k.$$

Все методы расчёта цепей постоянного тока получены на основе законов Кирхгофа. Если повторить все выводы, то для цепей синусоидального тока можно обосновать те же методы, которые были получены для цепей постоянного тока (метод контурных токов, метод двух узлов, метод эквивалентного генератора и т.д.).

Алгоритм расчёта электрических цепей комплексным методом следующий:

1. Мгновенные значения напряжений источников ЭДС, источников токов заменяют соответствующими комплексными значениями, например, $E = E_m \sin(\omega t + \varphi)$ заменяют на $\underline{E} = E e^{j\varphi}$.

2. Комплексные сопротивления \underline{Z} и проводимости \underline{Y} всех ветвей схемы записывают в зависимости от выбранного метода расчёта.

3. Составляют алгебраические уравнения по выбранному методу расчёта и решают их относительно искомой комплексной величины, например, тока $\underline{I} = I e^{j\alpha}$.

4. При необходимости переходят к мгновенному значению $i = I\sqrt{2} \sin(\omega t + \alpha)$

Активная, реактивная и полная мощности

Линейный двухполюсник (рис.12) находится в режиме гармонических колебаний: $u(t) = U \cos(\omega t + \varphi_u)$, $i(t) = I \cos(\omega t + \varphi_i)$.

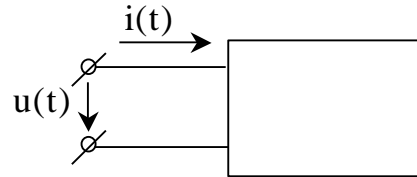


Рисунок 12 – Схема пассивного двухполюсника

Мгновенная мощность, потребляемая двухполюсником:

$$p = u(t) \cdot i(t) = U_m I_m \cos(\omega t + \varphi_u) \cdot \cos(\omega t + \varphi_i).$$

Используя тригонометрические формулы

$$p = \frac{U_m I_m}{2} \cos(\varphi_u + \varphi_i) + \frac{U_m I_m}{2} \cos(2\omega t + \varphi_u + \varphi_i). \quad (16)$$

Уравнение (16) содержит постоянную составляющую и переменную, изменяющуюся с удвоенной частотой. Значение мгновенной мощности в общем случае в одной части полупериода положительное, в другой отрицательное. Положительное значение соответствует потреблению цепью электрической энергии, отрицательное - отдаче. Поскольку значение мгновенной мощности изменяется по величине и по знаку, используют понятие средней мощности. Это постоянная составляющая в уравнении (16).

$$P = P_{cp} = \frac{U_m I_m}{2} \cos \varphi = UI \cos \varphi, \quad (17)$$

где $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ - угол сдвига фаз между током и напряжением.

$P = P_{cp}$ называют активной мощностью, т.к. для цепи с идеальной ёмкостью и индуктивностью она равна нулю.

Активную мощность можно выразить через активное сопротивление цепи и активную проводимость.

$$P = I^2 Z \cos \varphi = U^2 Y \cos \varphi = I^2 R = U^2 g. \quad (18)$$

Единица измерения активной мощности - ватты (Вт).

Под реактивной мощностью Q понимают произведение напряжения U на участке цепи на ток I по этому участку и на синус угла φ между напряжением U и током I :

$$Q = UI \sin \varphi. \quad (19)$$

Единица реактивной мощности – Вольт-Ампер реактивный (ВАр). Если $\sin \varphi > 0$, то $Q > 0$, если $\sin \varphi < 0$, то $Q < 0$.

Выразим реактивную мощность (2.19) через реактивное сопротивление цепи и реактивную проводимость

$$Q = I^2 Z \sin \varphi = U^2 Y \sin \varphi = I^2 X = U^2 b. \quad (20)$$

Реактивная мощность потребляется только реактивными элементами.

Полная мощность:

$$S = UI. \quad (21)$$

Единица измерения полной мощности - ВА.

Мощности P, Q и S связаны следующей зависимостью:

$$P^2 + Q^2 = S^2.$$

Графически эту связь можно представить в виде прямоугольного треугольника (рис.13) – треугольника мощности, у которого имеются катет, равный P, катет, равный Q, и гипотенуза S.

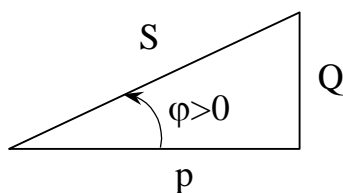


Рисунок 13 – Треугольник мощности

На щитке любого источника электрической энергии переменного тока (генератора, трансформатора и т.д.) указывают значение S, характеризующее ту мощность, которую этот источник может отдавать потребителю. Отношение активной мощности к полной равно косинусу угла сдвига фаз между током и напряжением, называется коэффициентом мощности $\cos \varphi = \frac{P}{S}$.

Для лучшего использования электрических машин и аппаратов желательно иметь возможно более высокий $\cos \varphi$. Высокий коэффициент мощности желателен так же для уменьшения потерь при передаче энергии по линии. При данной активной мощности P приёмника ток в линии тем меньше, чем больше $\cos \varphi$:

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi}.$$

Рассмотрим ещё одну связь активной, реактивной и полной мощностью. Пусть в цепи с напряжением $\underline{U} = Ue^{j\varphi_u}$ протекает ток $\underline{I} = Ie^{j\varphi_i}$. Сопряжённый комплекс тока $\underline{I}^* = Ie^{-j\varphi_i}$. Угол между напряжением и током $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$. Умножим комплекс напряжения на сопряженный комплекс тока $\underline{I}^* = Ie^{-j\varphi_i}$ и обозначим полученный комплекс через \tilde{S} :

$$\tilde{S} = \underline{U}\underline{I}^* = UIe^{j(\varphi_u - \varphi_i)} = UIe^{j\varphi} = UI \cos \varphi + jUI \sin \varphi = P + jQ.$$

Значок ~ (тильда) над S обозначает комплекс (а не сопряженный комплекс) полной мощности, составленный при участии сопряженного комплекса тока \underline{I}^* .

$$(\varphi_1 - \varphi_2) I_{12}^* + (\varphi_1 - \varphi_3) I_{13}^* + \dots + (\varphi_{n-1} - \varphi_n) I_{n-1,n}^* = 0,$$

т.е. сумма комплексных потребляемых мощностей во всех ветвях цепи равна нулю. Здесь все слагаемые представляют комплексные потребляемые мощности, потому что они вычисляются для одинаковых положительных направлений напряжений (разностей потенциалов) и токов. Полученное равенство выражает баланс комплексных мощностей. Из него следует равенство нулю в отдельности суммы потребляемых активных мощностей и суммы потребляемых реактивных мощностей. Так как отрицательные потребляемые мощности представляют собой мощности отдаваемые, то можно утверждать, что суммы всех отдаваемых и всех потребляемых реактивных мощностей равны друг другу.

Аналогичную формулировку можно придать и балансу комплексных мощностей. Переносим часть слагаемых в правую часть уравнения с противоположным знаком, т.е. рассматривая их как мощности отдаваемые, мы получим равенство сумм комплексных потребляемых и отдаваемых мощностей:

$$\sum \tilde{S}_{\text{потр}} = \sum \tilde{S}_{\text{отд}}.$$

При равенстве сумм комплексных величин суммы их модулей в общем случае не равны друг другу. Отсюда следует, что для полных мощностей S баланс не соблюдается.

Потребляемая реактивная мощность на входе любого пассивного двухполюсника должна равняться сумме реактивных мощностей, потребляемых индуктивностями и емкостями, которые входят в его схему:

$$Q = \sum Q_L + \sum Q_C.$$

Представление о фазовом расположении векторов напряжения и тока электрической цепи даёт векторная диаграмма токов и напряжений.

Построим векторную диаграмму напряжений для цепи, состоящей последовательно соединённых индуктивностей L , активного сопротивления R и ёмкости C (рис. 14).

Построение векторных диаграмм для последовательной цепи начинают с вектора тока \underline{I} , так как ток на всех участках цепи один и тот же.

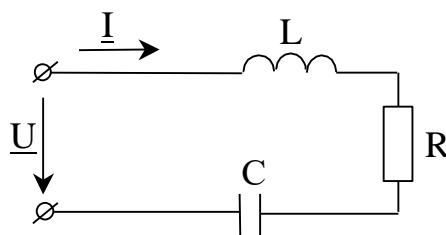


Рисунок 14 – Неразветвлённая цепь, содержащая индуктивность, активное сопротивление, ёмкость

По второму закону Кирхгофа общее напряжение \underline{U} , равно сумме частных напряжений на индуктивности \underline{U}_L , на активном сопротивлении \underline{U}_R , и ёмкости \underline{U}_C .

$$\underline{U} = \underline{U}_L + \underline{U}_R + \underline{U}_C = jX_L \underline{I} + R \underline{I} - jX_C \underline{I}. \quad (22)$$

Проводим вектор тока (рис. 15). Затем в выбранном масштабе частичные и полное напряжение цепи, базируясь на уравнении (22)

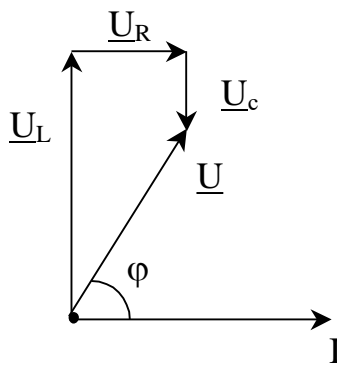


Рисунок 15 – Векторная диаграмма последовательной L, R, C цепи

Напряжение на индуктивности опережает по фазе ток на $\frac{\pi}{2}$ (\underline{I} умножается на j). К вектору индуктивного напряжения прибавляем вектор активного напряжения $\underline{I}R$, параллельный вектору \underline{I} . Напряжение на ёмкости $-jX_C \underline{I}$ по фазе отстаёт от тока на $\frac{\pi}{2}$ (\underline{I} умножается на j). Вектор общего напряжения \underline{U} , как сумма построенных векторов проводится из начала вектора \underline{U}_L , к концу вектора \underline{U}_C .

Угол сдвига фаз φ между током и напряжением определяется отношением разности индуктивного и ёмкостного сопротивлений к активному сопротивлению:

$$\varphi = \arctg \frac{X_L - X_C}{R}$$

Рассмотрим случай параллельного соединения двух приёмников с различным сдвигов фаз φ_1 у одного приёмника и φ_2 у второго. Подобные условия встречаются, например, при включении в общую сеть двух различных двигателей переменного тока (рис. 16).

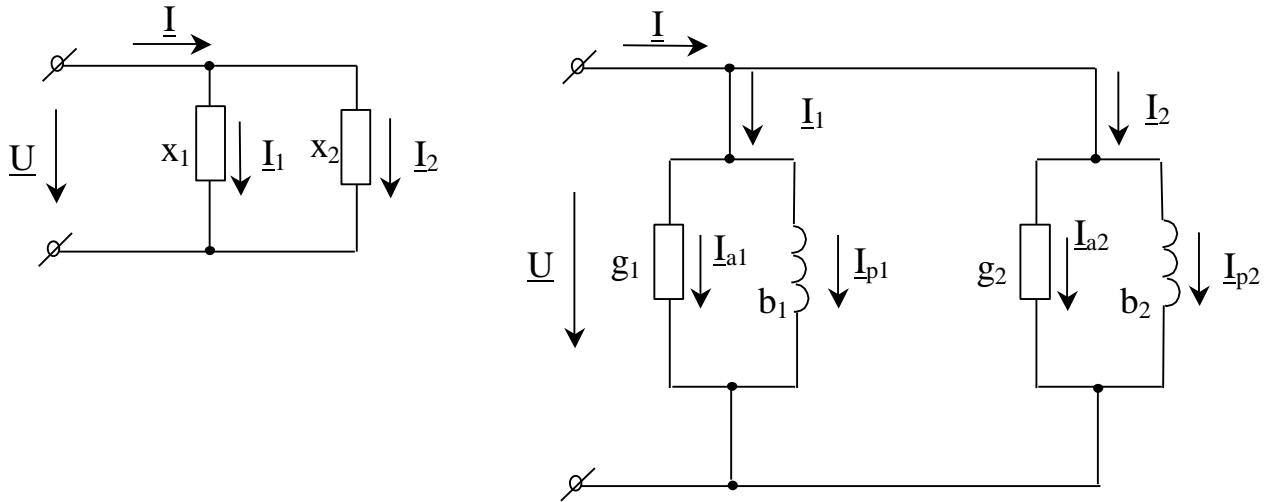


Рисунок 16 – Схема реактивного соединения двух реактивных катушек

По первому закон Кирхгофа

$$\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 = \underline{U}g_1 + j\underline{U}b_1 + \underline{U}g_2 + j\underline{U}b_2 = \underline{I}_{a1} + j\underline{I}_{p1} + \underline{I}_{a2} + j\underline{I}_{p2}.$$

Для параллельного соединения строится векторная диаграмма токов относительно общего напряжения \underline{U} (рис. 2.17).

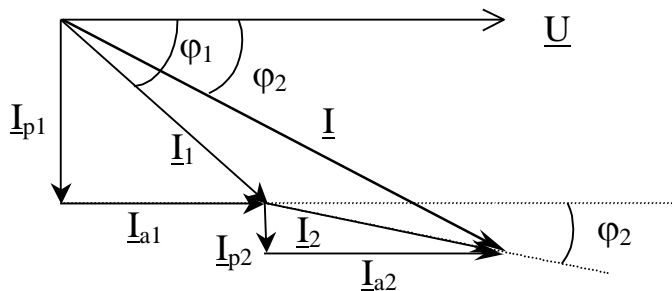


Рисунок 17 – Векторная диаграмма параллельного соединения

По отношению к вектору общего напряжения \underline{U} под углами φ_1 и φ_2 в сторону отставания строим векторы \underline{I}_1 и \underline{I}_2 , а затем определяем вектор \underline{I} как их геометрическую сумму. Затем проектируем эти вектора на координатные оси. На основании диаграммы получаем, что общий активный ток равен сумме активных токов ветвей (проекция на горизонтальную ось).

$$I_a = I \cos \varphi = I_1 \cos \varphi_1 + I_2 \cos \varphi_2 = I_{a1} + I_{a2}.$$

Общий реактивный ток равен сумме реактивных токов ветвей (проекция на вертикальную ось).

$$I_p = I \sin \varphi = I_1 \sin \varphi_1 + I_2 \sin \varphi_2 = I_{p1} + I_{p2}.$$

Полный общий ток

$$I = \sqrt{(I_{a1} + I_{a2})^2 + (I_{p1} + I_{p2})^2}, \text{ или}$$

$$I = U \sqrt{(g_1 + g_2)^2 + (b_1 + b_2)^2},$$

где g_1 и g_2 - активные проводимости ветвей, b_1 и b_2 - реактивные проводимости ветвей.

Резонанс напряжений

Резонансом напряжений называется такой режим пассивной последовательной цепи, содержащей катушки индуктивности и конденсаторы, при котором ее входное реактивное сопротивление равно нулю. При резонансе ток на входе цепи, совпадает по фазе с напряжением.

Рассмотрим последовательную цепь, содержащую активное сопротивление R , индуктивность L и ёмкость C (рис. 18).

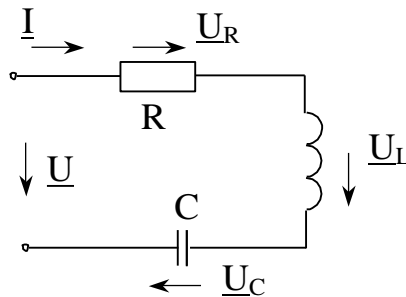


Рисунок 18 – Схема последовательной резонансной цепи

Для неё наступает резонанс, когда $x = x_L - x_C = 0$,

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}.$$

При $X_L = X_C$ противоположные по фазе напряжения на индуктивности и емкости равны по величине, поэтому резонанс в рассматриваемой цепи называют резонансом напряжений.

При резонансе напряжения на индуктивности и емкости могут значительно превышать напряжение на зажимах цепи, которое равно напряжению на активном сопротивлении. Полное сопротивление цепи Z при $x = 0$ минимально: $Z = \sqrt{R^2 + x^2} = R$, а ток I при заданном напряжении U достигает наибольшего значения U/R . В теоретическом случае при $R=0$ полное сопротивление цепи в режиме резонанса также равно нулю, а ток при любом конечном значении напряжения U бесконечно велик. Точно так же бесконечно велики напряжения на индуктивности и емкости.

Из условия $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ следует, что резонанса можно достичь, изменяя либо частоту напряжения источника, либо параметры цепи – индуктивность или емкость. Угловая частота, при которой наступает резонанс, называется резонансной угловой частотой

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

Индуктивное и емкостное сопротивление при резонансе:

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} = \sqrt{\frac{L}{C}} = \rho.$$

Величина ρ называется характеристическим сопротивлением цепи или контура.

Отношение напряжения на индуктивности или емкости к напряжению, приложенному к цепи, при резонансе:

$$\frac{U_L}{U} = \frac{U_C}{U} = \frac{\rho I}{RI} = \frac{\rho}{R} = Q.$$

Q называют добротностью контура. Добротность указывает, во сколько раз напряжение на индуктивности или на емкости при резонансе больше, чем напряжение, приложенное к цепи. $Q > 1$, если $\rho > R$.

Пусть к цепи (рис. 18) приложено синусоидальное напряжение $u = U_m \sin \omega t$, амплитуда которого неизменна, а частота может изменяться в пределах от 0 до ∞ .

Изменение частоты приводит к изменению параметров цепи. Меняется ее реактивное, а следовательно, и полное сопротивление, а также угол φ (аргумент комплексного сопротивления). Зависимости от частоты величин, характеризующих свойства цепи, называют частотными характеристиками цепи (рис. 19,а). Зависимости тока и напряжения от частоты будем называть резонансными кривыми (19,б).

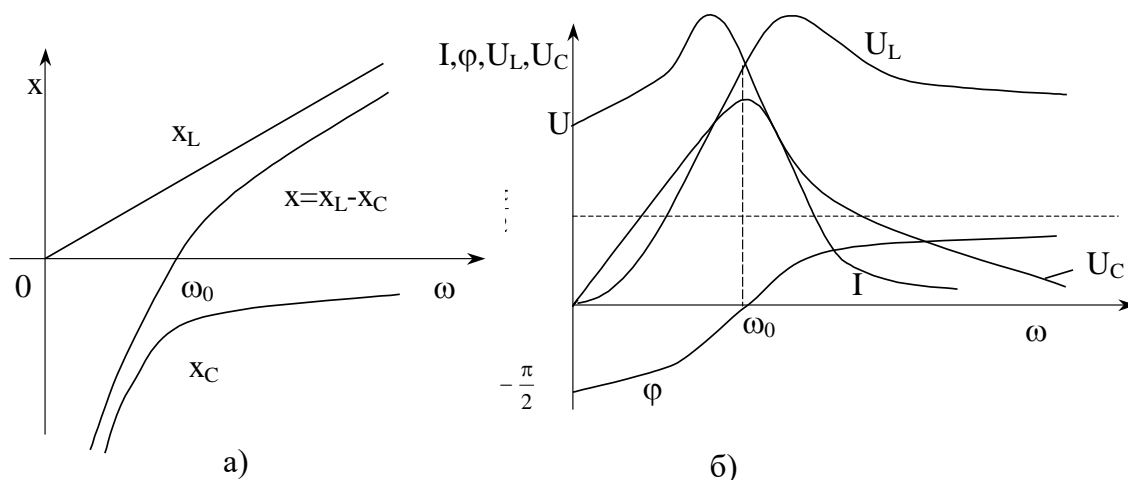


Рисунок 19 – Частотные и резонансные характеристики последовательной цепи

На рис.19,а даны частотные характеристики X_L , X_C и $X=X_L-X_C$. При изменении частоты от ω_0 до ∞ результирующее реактивное сопротивление возрастает от 0 до ∞ и имеет индуктивный характер. Вследствие этого ток уменьшается от наибольшего значения до 0, а угол φ возрастает от 0 до $\frac{\pi}{2}$.

В выражении напряжения на индуктивности $U_L = x_L I$ оба сомножителя зависят от частоты. При $\omega = 0$ сопротивление $x_L = 0$, и, следовательно, $U_L = 0$. При изменении частоты от 0 до ω_0 оба сомножителя увеличиваются и U_L возрастает. При дальнейшем увеличении частоты ($\omega > \omega_0$) ток I уменьшается, но за счет роста ωL напряжение U_L продолжает возрастать.

Теперь рассмотрим зависимость напряжения на емкости $U_C = x_C I$ от частоты. При $\omega = 0$ тока в цепи нет, поэтому $U_C = U$. При возрастании ω , начиная от нуля, x_C непрерывно уменьшается. Напряжение U_C сначала за счет возрастания тока I увеличивается, достигает при некотором значении частоты $\omega_C < \omega_0$ максимума $U_{C\max} > U$, а затем уменьшается. При $\omega = \infty$ как I , так и x_C равны нулю, поэтому $U_C = 0$. Заметим, что $U_{C\max} = U_{L\max}$.

График зависимости тока от частоты показывает, что рассматриваемая цепь обладает «избирательными свойствами». Цепь обладает наименьшим сопротивлением для тока той частоты, которая наиболее близка к ее резонансной частоте.

Избирательными свойствами цепей широко пользуются в электросвязи и радиотехнике. При этом режиме резонанса является нормальным режимом работы. Наоборот, в устройствах, где резонансный режим не предусмотрен, появление резонанса нежелательно, так как возникающие значительные напряжения на катушке и конденсаторе могут оказаться опасными для изоляции.

Выясним влияние параметров цепи на форму резонансной кривой $I(\omega)$. Для удобства сравнения резонансных кривых друг с другом будем их рассматривать в виде зависимостей:

$$\frac{I}{I_0} = F_1\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right),$$

где $I_0 = \frac{U}{R}$ - действующее значение тока при резонансе.

Преобразуем выражение полного сопротивления цепи:

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} = \sqrt{R^2 + \omega_0^2 L^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{1}{\omega \omega_0 LC}\right)^2} = R \sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}.$$

Ток в цепи:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R \sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} = \frac{I_0}{\sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}}, \quad (23)$$

Уравнение (23) показывает, что влияние параметров цепи на вид резонансной кривой полностью учитывается величиной Q .

На рис.20 представлен ряд резонансных кривых. Чем больше величина Q , тем острее резонансная кривая, тем лучше «избирательные свойства» цепи, что и послужило одной из причин назвать Q добротностью контура. Для реальных цепей, состоящих из последовательного соединения катушки индуктивности и конденсатора, величина $Q = \rho/R$ изменяется с частотой в основном вследствие зависимости от частоты R и L катушки. Поэтому для характеристики последовательного контура берут значение Q при резонансной частоте. Заметим, что наибольшие достигаемые на практике значения Q при резонансе лежат в пределах 200-250.

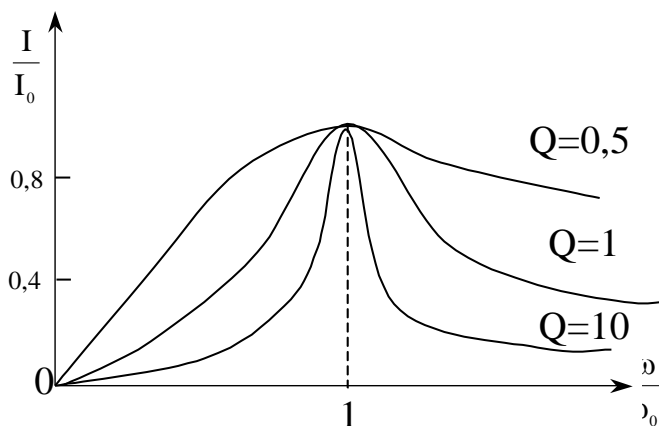


Рисунок 20 – Резонансные кривые тока при разной добротности цепи

Резонанс токов.

Рассмотрим цепь с двумя параллельными ветвями: одной с сопротивлением и индуктивностью, а другой – с сопротивлением и емкостью (рис.21).

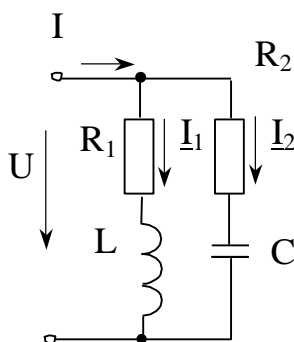


Рисунок 21 – Параллельная резонансная цепь

Такую цепь часто называют простым параллельным контуром. Для нее наступает резонанс, когда входная реактивная проводимость:

$$b = b_1 + b_2 = 0 \text{ или } b_2 = -b_1, \quad (24)$$

где b_1 и b_2 – реактивные проводимости ветвей.

При $b_2 = -b_1$ противоположные по фазе реактивные составляющие токов равны по величине, поэтому резонанс в рассматриваемой цепи получил название резонанса токов. При резонансе ток I на входе цепи значительно меньше токов в ветвях. В теоретическом случае при $R_1 = R_2 = 0$ (рис.2.22) токи I_1 и I_2 сдвинуты по фазе относительно напряжения на углы $+\pi/2$ и $-\pi/2$ и суммарный ток $I = I_1 + I_2 = 0$. Входное сопротивление цепи при этом бесконечно велико.

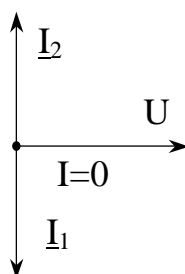


Рисунок 22 – Векторная диаграмма токов при резонансе

Подставим в соотношение (24), являющееся условием резонанса, значения b_1 и b_2 , выраженные через параметры цепи и частоту. Тогда получим:

$$\frac{\omega L}{R_1^2 + (\omega L)^2} + \frac{1/\omega C}{R_2^2 + (1/\omega C)^2} = 0. \quad (25)$$

Изменением одной из величин (ω, L, C, R_1, R_2) при остальных четырех заданных величинах не всегда может быть достигнут резонанс. Резонанс отсутствует, когда значение изменяемой величины при ее определении из уравнения (25) получается мнимым или комплексным. Для L или C могут получаться и по два различных вещественных значения,

удовлетворяющих уравнению (25). В таких случаях изменением L и C можно достичь двух различных резонансных режимов.

Решая уравнение (25) относительно ω , найдем следующее значение для резонансной угловой частоты:

$$\omega'_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{\frac{L}{C} - R_1^2}{\frac{L}{C} - R_2^2}} = \omega_0 \sqrt{\frac{\rho^2 - R_1^2}{\rho^2 - R_2^2}}.$$

Для получения резонанса сопротивления R_1 и R_2 должны быть оба больше или оба меньше ρ . Если это условие не соблюдается, получается мнимая частота ω'_0 , т.е. не существует такой частоты, при которой имел бы место резонанс.

При $R_1=R_2 \neq \rho$ резонансная частота $\omega'_0 = \omega_0$, т.е. такая же, как и при резонансе в последовательном контуре.

При $R_1=R_2=\rho$ резонансная частота $\omega'_0 = \frac{0}{0}$ имеет любое значение, т.е. резонанс наблюдается на любой частоте.

Заметим, что на практике обычно применяются контуры с малыми потерями, т.е. в них R_1 и R_2 малы по сравнению с ρ . В таких условиях резонансную частоту можно вычислять по формуле:

$$\omega'_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0.$$

На рис.23 показаны частотные характеристики проводимостей ветвей $b_1 = b_L = \frac{1}{\omega L}$ и $b_2 = -b_C = -\omega C$ и входной проводимости цепи $b = b_1 + b_2 = \frac{1}{\omega L} - \omega C$.

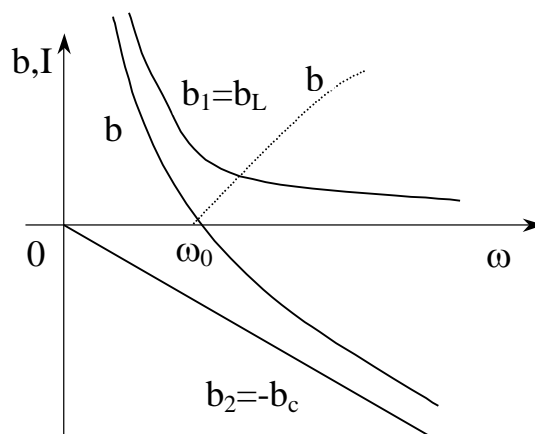


Рисунок 23 – Частотные характеристики параллельного контура.

При изменении частоты от 0 до $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ входная проводимость $b > 0$, т.е. индуктивная, изменяется от ∞ до 0. При $\omega = \omega_0$ наступает резонанс токов, $b = 0$, $I = 0$, $I_1 = \frac{U}{\omega_0 L} = \frac{U}{\rho}$ и $I_2 = \omega_0 C U = \frac{U}{\rho}$. При возрастании частоты от ω_0 до ∞ входная проводимость $b < 0$, т.е. емкостная, и изменяется от 0 до $-\infty$.

В общем случае, когда сопротивление R_1 и R_2 не равны нулю, входная активная проводимость цепи отлична от нуля при любой частоте, поэтому ток I ни при одном значении частоты не равен нулю.

При условии $R_1 = R_2 = \rho$ и $U = \text{const}$, ток I при любой частоте одинаков. Зависимость $I = F(\omega)$ не имеет ни максимума, ни минимума и графически представляется прямой, параллельной оси абсцисс.

Анализ показывает, что при условии $R_1 > \rho$ и $R_2 > \rho$ кривая $I = F(\omega)$ при некотором значении частоты достигает максимума.

Условия передачи максимальной активной мощности от источника к нагрузке

В цепи с источником напряжения, параметры которого \underline{E} , \underline{Z}_0 (рис. 2.24), требуется подобрать комплексное сопротивление нагрузки \underline{Z} так, чтобы обеспечивалась передача максимальной активной мощности от источника к нагрузке.

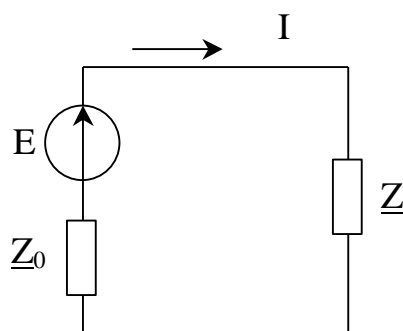


Рисунок 24 – Передача энергии от источника к нагрузке

Векторное сопротивление источника и сопротивление нагрузки в общем случае имеют активную и реактивную составляющие

$$\underline{Z} = R_0 + jX_0, \quad \underline{Z} = R + jX.$$

Модуль тока в цепи

$$I = \frac{E}{\sqrt{(R_0 + R)^2 + (X_0 + X)^2}}.$$

Активная мощность, потребляемая нагрузкой, равна:

$$P = I^2 R = \frac{E^2 R}{(R_0 + R)^2 + (X_0 + X)^2}.$$

Очевидно, при любых активных сопротивлениях мощность достигает наибольшего значения, если

$$X_0 = -X.$$

При этом

$$P = \frac{RE^2}{(R_0 + R)^2}. \quad (26)$$

Найдём условие максимума полученной функции (26) в зависимости от величины активной составляющей нагрузки.

$$\frac{dP}{dR} = \frac{E^2(R_0 + R)^2 - E^2 2R(R_0 + R)}{(R_0 + R)^4} = 0. \quad (27)$$

В уравнении (27) знаменатель не может быть равен нулю, тогда

$$E^2(R_0 + R)^2 - E^2 2R(R_0 + R) = 0,$$

Откуда

$$R_0 = R. \quad (28).$$

Равенства (26) и (28) являются условиями передачи максимальной активной мощности от источника к нагрузке.

При соблюдении этих условий нагрузка потребляет мощность $P_{\text{макс.}} = \frac{E^2}{4R_0}$ и к.п.д. при этом равен 0,5.

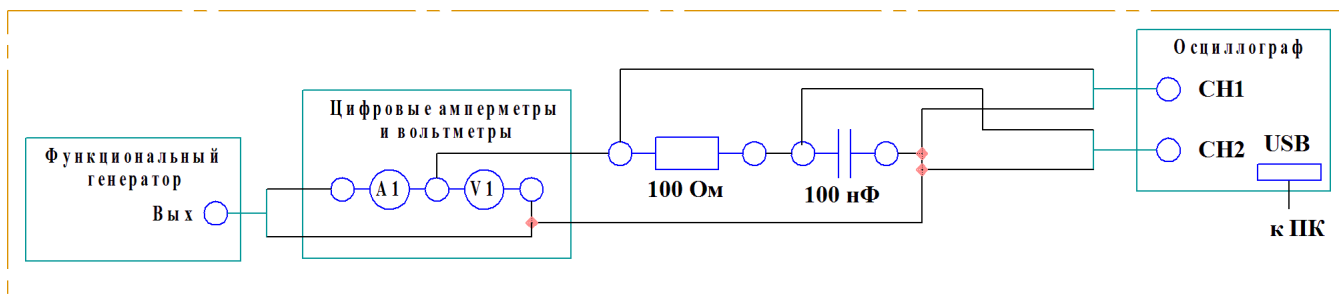
В том случае, когда реактивное сопротивление источника имеет индуктивный характер, реактивное сопротивление нагрузки должно быть ёмкостного характера. Такая компенсация реактивного сопротивления цепи осуществляется на практике с помощью конденсаторов, включаемых последовательно или параллельно нагрузке.

Все рассуждения и полученные равенства справедливы и для цепей постоянного тока, но при этом комплексные величины заменяются действительными.

Практическая часть

1. Напряжение и ток конденсатора.

Схема электрических соединений



Порядок выполнения работы

1. Соберите схему электрических соединений.
2. Включите питание стенда.
3. Задайте на выходе функционального генератора напряжения 6 В.
4. Измерьте действующие ток и напряжение на каждой частоте. Заполните таблицу.

f, кГц	1	10	20	30	40
U_d , В					
I_d , мА					
S_{Π} , мВт					
P_{Π} , мВт					
$\cos \varphi_{\Pi}$					
$\cos \varphi_r$					

где U_d – действующее падение напряжения, I_d – действующий ток, S_{Π} – полная мощность (практическая), P_{Π} – активная мощность, $\cos \varphi_{\Pi}$ – коэффициент мощности (практический), $\cos \varphi_r$ – коэффициент мощности (расчетный).

$$P_{\Pi} = R \cdot I_d^2$$

$$S_{\Pi} = U_d \cdot I_d$$

$$\cos \varphi_{\Pi} = \frac{P_{\Pi}}{S_{\Pi}}$$

$$\cos \varphi_r = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

5. Сделайте вывод о проделанной работе.

2. Реактивное сопротивление конденсатора.

Схема электрических соединений



Порядок выполнения работы

1. Соберите схему электрических соединений.
2. Включите питание стенда.
3. Измерьте полное сопротивление конденсатора. В отчете постройте зависимость полного сопротивления конденсатора от частоты.

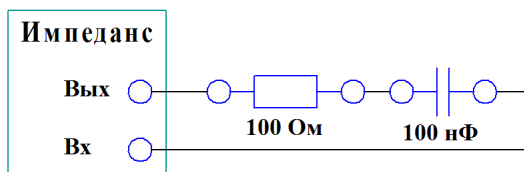
Примечание. Для измерения сопротивления применяется измеритель импеданса. Измерения следует проводить на различных частотах в соответствии с таблицей.

f, кГц	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
X _c (практ), Ом											
X _c (расчет), Ом											

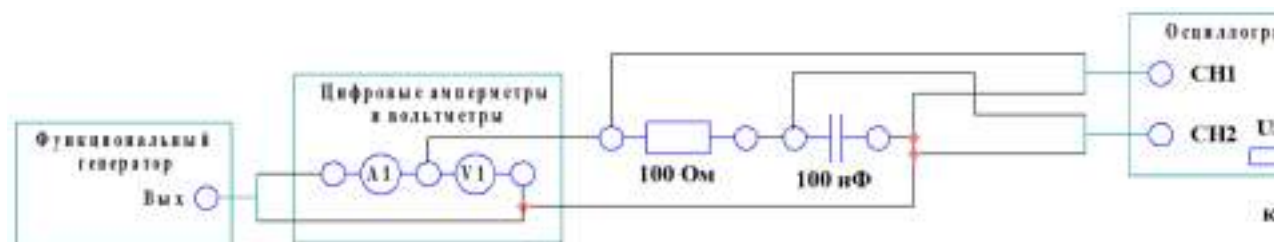
4. Отключите питание стенда.
5. По известным формулам, рассчитайте реактивное сопротивление конденсатора, внесите значения в таблицу.
6. Сделайте вывод о проделанной работе.

3. Последовательное соединение резистора и конденсатора.

Схема электрических соединений



а)



б)

Ku (расч.)											
α, рад											

$$|K_U| = \frac{U_C}{U_{вх}}$$

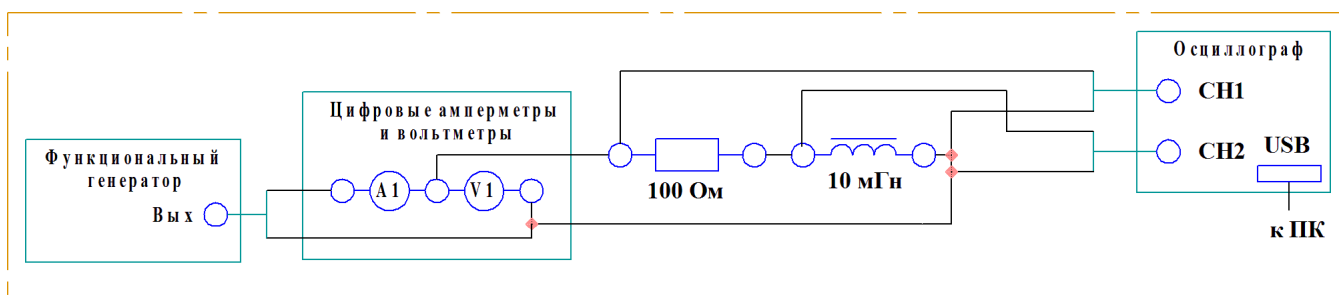
$$|K_U| = \frac{1}{\sqrt{1 + (R\omega C)^2}}$$

$$\alpha = -\arctg(\omega RC)$$

7. Сделайте вывод о проделанной работе.

4. Напряжение и ток катушки индуктивности.

Схема электрических соединений



Порядок выполнения работы

1. Соберите схему электрических соединений.
2. Включите питание стенда.
3. Включите компьютер.
4. Запустите программу ПО.
5. Задайте на выходе генератора синус, 6 В. Измерьте ток и напряжение. **Заполните**

таблицу.

f, кГц	1	5	10	15	20
U _д , В					
I _д , мА					
S _п , мВт					
P _п , мВт					
cos φ _п					
cos φ _р					

где U_d – действующее падение напряжения, I_d – действующий ток, S_{Π} – полная мощность (практическая), P_{Π} – активная мощность, $\cos \varphi_{\Pi}$ – коэффициент мощности (практический), $\cos \varphi_r$ – коэффициент мощности (расчетный).

$$P_{\Pi} = R \cdot I_d^2$$

$$S_{\Pi} = U_d \cdot I_d$$

$$\cos \varphi_{\Pi} = \frac{P_{\Pi}}{S_{\Pi}}$$

$$\cos \varphi_r = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$$

6. Сделайте вывод о проделанной работе.

5. Реактивное сопротивление катушки индуктивности.

Схема электрических соединений



Порядок выполнения работы

1. Подключите к стенду персональный компьютер.
2. Соберите схему электрических соединений.
3. Включите питание стенда.

Примечание. Для измерения сопротивления применяется измеритель импеданса. Измерения можно проводить на различных частотах. Данные измерений следует свести в таблицу.

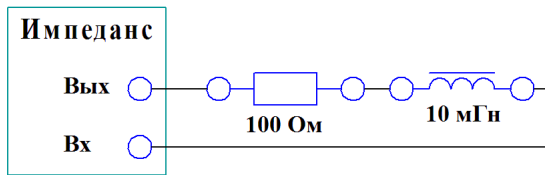
Таблица.

f, кГц	3	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
X_L (практ), Ом												
X_L (расчет), Ом												

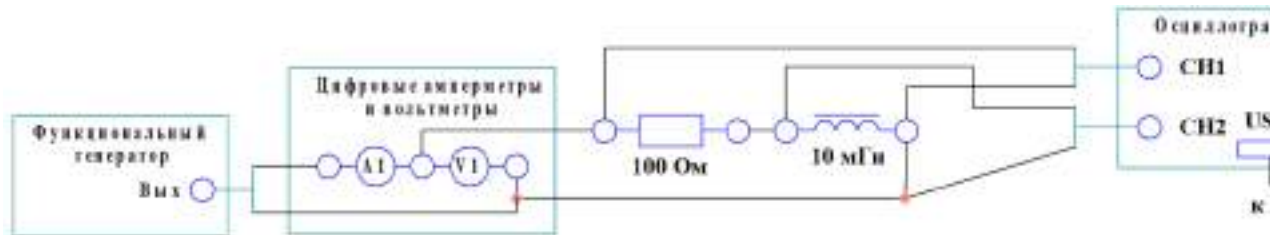
4. Измерьте полное сопротивление катушки индуктивности.
5. Сделайте вывод о проделанной работе.

Последовательное соединение резистора и катушки индуктивности.

Схема электрических соединений



а)



б)

Порядок выполнения работы

1. Подключите к стенду персональный компьютер.
2. Включите питание стенда.
3. Включите компьютер.
4. Запустите ПО.
5. Измерение сопротивления последовательного соединения резистора и катушки индуктивности.

5.1. Соберите схему электрических соединений а).

5.2. Используя измеритель импеданса, измерить общее сопротивление последовательного соединения резистора и катушки индуктивности на различных частотах. Результаты внести в таблицу. В таблицу также внести расчетное значение общего сопротивления. Построить графики.

Таблица 2.

f, кГц	3	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Z (практ), Ом												
Z (расчет), Ом												

6. Исследование последовательного соединения резистора и катушки индуктивности.

6.1. Соберите схему электрических соединений б).

6.2. Используя инструменты программы, задайте на выходе генератора 6 В.

6.3. Используя амперметр, измерьте ток на последовательном соединении резистора и катушки индуктивности, при различных частотах. Действующие значения входного напряжения и напряжения на катушке измеряются с помощью осциллографа. **Данные занести в таблицу.**

Постройте график, отметьте на нем частоту среза и полосу пропускания.

f, кГц	1	3	6	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I, мА													
U _{вх} , В													
U _L , В													
K _υ (практ)													
K _υ (расч)													
Δα _р , рад													

$$|K_{\nu}| = \frac{U_L}{U_{\text{вх}}}$$

$$|K_{\nu}| = \frac{\omega L}{\sqrt{R^2 + \omega L^2}}$$

$$\Delta\alpha_{\tau} = \frac{\pi}{2} - \text{arctg}\left(\frac{\omega L}{R}\right)$$

7. Сделайте вывод о проделанной работе.

Требования к отчету

Отчёт должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
3. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
4. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Отчет должен быть оформлен в соответствии со следующими правилами.

Текст:

1. Текст отчета набирается шрифтом Times New Roman размером (кеглем) 14, строчным, без выделения, с выравниванием по ширине; абзацный отступ должен быть одинаковым и равен по всему тексту 1,25 см; строки разделяются полуторным интервалом; поля страницы: верхнее и нижнее – 20 мм, левое не меньше 20 мм, правое – 10 мм.

2. Заголовок подраздела (пункта лабораторной работы) – кеглем 14, строчным, полужирным шрифтом;
3. Заголовки от текста отделяют сверху тремя интервалами, снизу – двумя интервалами;
4. Заголовки разделов и подразделов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая;
5. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой;
6. Переносы слов в заголовках не допускаются;
7. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей работы, обозначенные арабскими цифрами;
8. После номера раздела и подраздела в тексте точку не ставят.
9. Страницы лабораторной работы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту работ. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц, но номер страницы на нем не проставляют.

Формулы:

1. Формулы располагают на отдельных строках, их номер записывают на уровне формулы в конце строки, справа от формулы в круглых скобках;
2. Непосредственно под формулой приводится расшифровка символов, если они не были пояснены ранее в тексте;
3. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной строки.

Таблицы:

1. Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире;
2. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице;

Иллюстрации:

1. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в отчете;
2. иллюстрации, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией;
3. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст), слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных (например, Рисунок 1 – Детали прибора).

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. *Временное представление синусоидального тока (напряжения) и его параметры. Действующее значение. Среднее значение. Коэффициент амплитуды. Коэффициент формы.*
2. *Изображение синусоидально изменяющихся величин векторами на комплексной плоскости. Амплитуда и фаза комплексного вектора. Умножение на j и $-j$.*
3. *Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепи синусоидального тока. Ток, напряжение, мощность и векторные диаграммы.*
4. *Полное комплексное сопротивление и проводимость последовательных и параллельных RL и RC цепей синусоидального тока. Векторные диаграммы. Полная, активная и реактивная мощность.*
5. *Резонансный параллельный RLC контур. Резонанс токов. Резонансная частота. Добротность контура.*
6. *Резонансный последовательный RLC контур. Резонанс напряжений. Резонансная частота. Добротность контура.*
7. *Частотные свойства резонансной RLC цепи. Зависимость полосы пропускания от добротности цепи.*
8. *Переходные процессы в линейных электрических цепях. Законы коммутации. Определение порядка электрической цепи и порядка переходного процесса. Зависимые и независимые начальные значения.*
9. *Составление уравнений для свободных токов и напряжений. Алгебраизация системы линейных уравнений, описывающих линейную электрическую цепь. Составления характеристического уравнения.*
10. *Переходные процессы в линейных электрических цепях первого и второго порядков. Разновидности, параметры.*
11. *Функция Хевисайда и функция Дирака. Понятие о переходной и импульсной характеристике линейной электрической цепи.*
12. *Отыскание реакции линейной электрической цепи на воздействие произвольной формы с помощью интеграла наложения.*
13. *Понятие о трехфазных электрических цепях. Фаза, фазное напряжение, фазный ток, линейное напряжение, линейный ток. Аналитическое и векторное представление симметричной системы э.д.с. (напряжений, токов).*

14. *Трехфазные электрические цепи. Схема соединения звезда-звезда с нейтральным проводом. Отыскание токов и напряжений. Правила построения векторной диаграммы.*
15. *Трехфазные электрические цепи. Схема соединения звезда-звезда без нейтрального провода. Отыскание токов и напряжений. Правила построения векторной диаграммы.*
16. *Трехфазные электрические цепи. Схема соединения треугольник-треугольник. Отыскание токов и напряжений. Правила построения векторной диаграммы.*
17. *Мощность трехфазной цепи. Измерение мощности и энергии в трехфазных электрических цепях. Способ одного ваттметра. Способ одного ваттметра с созданием искусственной нулевой точки. Способ трех ваттметров.*
18. *Мощность трехфазной цепи. Измерение мощности и энергии в трехфазных электрических цепях. Способ двух ваттметров. Измерение реактивной мощности.*
19. *Параметры магнитного поля. Магнитная индукция, магнитный поток. Абсолютная и относительная магнитная проницаемость среды. Магнитная постоянная. Напряженность магнитного поля. Понятие о ферромагнитных и неферромагнитных материалах.*
20. *Закон полного тока. Магнитодвижущая сила. Применение закона полного тока на примере замкнутого тороидального магнитопровода.*
21. *Свойства ферромагнитных материалов. Кривая намагничивания. Магнитно-мягкие и магнитно-твердые материалы.*
22. *Основные законы магнитных цепей. Первый и второй законы Кирхгофа для магнитных цепей. Понятие о магнитном напряжении и магнитном сопротивлении.*
23. *Расчет неразветвленных магнитных цепей. Методика решения прямой и обратной задач для магнитных цепей.*
24. *Трансформаторы. Разновидности трансформаторов. Принцип действия трансформатора.*
25. *Устройство трансформаторов. Конструктивные элементы, составляющие активную и неактивную части трансформатора.*
26. *Вывод уравнения э.д.с. обмоток трансформатора. Коэффициент трансформации.*
27. *Уравнение магнитодвижущих сил и токов трансформатора. Векторные диаграммы МДС: при нагрузке и в холостом ходу.*
28. *Схема замещения приведенного трансформатора. Полная векторная диаграмма трансформатора.*
29. *Трансформирование трехфазного тока. Трехфазные трансформаторы и трансформаторные группы. Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Коэффициент трансформации линейных напряжений трансформатора.*

30. Явления при намагничивании магнитопроводов трехфазных трансформаторов. Правила соединения трехфазных трансформаторов.

31. Опытное определение параметров схемы замещения трансформаторов. Опыт холостого хода: схемы, основные зависимости, определяемые параметры.

32. Опытное определение параметров схемы замещения трансформаторов. Опыт короткого замыкания: схемы, основные зависимости, определяемые параметры. Треугольник короткого замыкания.

33. Построение упрощенной векторной диаграммы трансформатора. Внешняя характеристика трансформатора.

34. Потери и КПД трансформатора. Уравнения для максимального и фактического КПД трансформатора.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Новожилков, О. П. *Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учеб. для бакалавров/ О. П. Новожилков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 653 с. - (Бакалавр. Академический курс). - Библиогр.: с. 632-636. - ISBN 978-5-9916-2941-6: Б.ц. Имеются экземпляры в от-делах /There are copies in departments: ЭБС Юрайт(1).*
2. Сажнев А. М. *Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств : учеб. пособие для вузов/ А. М. Сажнев, Л. Г. Роголина; Новосиб. гос. техн. ун-т. -2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2019. -1 on-line, 219 с.*
3. Кузовкин, В. А. *Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учеб. для СПО/ В. А. Кузовкин, В. В. Филатов; Моск. гос. технолог. ун-т "Станкин". - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 431 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 431. - ISBN 978-5-534-07727-8: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ЭБС Юрайт(1)*

Дополнительная литература

1. Алиев, И. И. Алиев, И. И. *Электротехника и электрооборудование [Электронный ресурс]: учеб. пособие для СПО : в 3 ч./ И. И. Алиев. - 2-е изд., испр. и доп.. - Москва: Юрайт, 2019 - 2019. - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-534-04340-2 Ч. 1. - 1 on-line, 374 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-04339-6: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ЭБС Юрайт(1)*
2. *Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: учеб. пособие для вузов/ В. М. Бушуев [и др.]. - М.: Горячая линия-Телеком, 2011. - 383 с. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 378-380. - ISBN 978-5-9912-0077-6: 341.55, 341.55, р. Имеются эк-земпляры в отделах /There are copies in departments: ч.з.№3(1).*
3. Шпилевой А. А. *Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: учеб. пособие/ А. А. Шпилевой; Рос. гос. ун-т им. И. Канта. - Калининград: РГУ им. И. Канта, 2010. - 130, [1] с. - Библиогр.: с. 130. - 59.44, р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: всего /all 30: УБ(28), ч.з.№3(1), ИБО(1)*

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания

- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 500 «Лаборатория Электротехники и электропитания»

Лабораторный стенд «Электротехника, основы электроники, электрические машины, электрический привод» предназначен для обучения студентов, изучающих дисциплины «Электротехника и основы электроники», «Теория электрических цепей», «Физические основы электроники», «Основы электроники», «Электромеханика», «Электрические машины», «Электрический привод».

Стенд обеспечивает изучение следующих разделов:

- 1. Измерительные приборы и измерения в электрических цепях.*
- 2. Электрические цепи постоянного, одно- и трехфазного переменного токов.*
- 3. Исследование полупроводниковых приборов, аналоговых электронных устройств.*
- 4. Изучение основ цифровой техники.*
- 5. Однофазный и трехфазный трансформаторы.*
- 6. Трехфазные асинхронные машины.*
- 7. Машины постоянного тока.*
- 8. Разомкнутые системы регулирования электроприводом*
- 9. Замкнутые системы регулирования электроприводом.*

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«НАПРАВЛЯЮЩИЕ СРЕДЫ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: старший научный сотрудник, кандидат технических наук Пониматкин Виктор Ефимович, доцент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-
математических наук и информационных
технологий

Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: ««НАПРАВЛЯЮЩИЕ СРЕДЫ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ»»

Целью дисциплины «Направляющие среды электросвязи» является изучение общих принципов организации, планирования, построения, исследования и оценка параметров, защита от внешних и взаимных влияний, техническая эксплуатация и восстановление многоканальных телекоммуникационных систем выполненных на основе направляющих сред.

Задачами дисциплины являются изучение методов и законов, обеспечивающих расчет и исследование основных технических параметров и характеристик направляющих сред, изучения методов и средств обработки результатов исследований, особенностей проектирования магистралей и изучения средств их технической эксплуатации.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы, основные физические и математические законы, методы накопления, передачи и обработки информации ОПК-1.2 Умеет применять физические законы и математически методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.3 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	Знать: - физические свойства направляющих сред в каналах связи, их основные виды и информационные характеристики; - методы и способы теории, позволяющие использование направляющих сред в многоканальных системах передачи. Уметь: - получать математические модели передачи энергии ЭМП по направляющим средам; - проводить математический анализ и синтез физических процессов в устройствах; - рассчитывать пропускную способность, информационную эффективность и помехоустойчивость телекоммуникационных систем. Владеть: - основными приёмами разработки технической документации и навыками технико-экономического обоснования новых проектов; - методами компьютерного моделирования параметров направляющих сред и их измерение при передаче по каналам связи.
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Знать принципы функционирования и применения современных информационных технологий ОПК-4.2 Уметь применять современные информационные технологии для решения профессиональных задач ОПК-4.3 Владеть навыками использования современных информационных технологий, программными средствами, в том числе отечественного производства, применять их для решения задач	Знать: - принципы и основные закономерности передачи в направляющих средах телекоммуникационных систем; способы и приёмы наладки, настройки, регулировки и испытания оборудования, тестирование, настройка и обслуживание аппаратно-программных средств; - методы оптимизации передачи ЭМП и устройств образующих направляющие среды. Уметь: - применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений; - организовать и осуществить проверку технического состояния и ресурса

	<i>профессиональной деятельности</i>	<i>оборудования; применять современные методы их обслуживания и ремонта.</i> Владеть: - <i>навыками решения задач оптимизации систем передачи в направляющих средах;</i> - <i>навыками экспериментального исследования методов передачи по направляющим системам и методов оценки помехоустойчиво</i> - <i>основными приёмами разработки технической документации и навыками технико-экономического обоснования новых проектов.</i>
--	--------------------------------------	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Направляющие среды электросвязи*» представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации

образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1. Направляющие системы и направляемые волны</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия и определения 2. Система связи как телекоммуникационная система 3. Направляющие системы и направляемые электромагнитные волны и их классификация 4. Условие распространения ЭМВ в направляющих средах.
2	<i>Тема 2. Двухпроводные линии передачи</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Двухпроводные линии. 2. Режимы работы двухпроводных линий.
2	<i>Тема 3. Направляющие системы.</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Радиочастотные коаксиальные кабели, конструкция, структура поля и параметры 2. Волноводы, конструкция, структура поля H_{10} и E_{11}. Предельная мощность передач 3. Полосковые линии, конструкция и структура поля, параметры. 4. Световоды, конструктивные особенности и параметры. 5. Объемные резонаторы, прямоугольные с H_{111} и кабельного типа.
3	<i>Тема 4. Линии многоканальной электросвязи</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виды связи и их основные свойства 2. Системы многоканальной передачи по направляющим системам. 3. Направляющие системы передачи 4. Основные требования к линиям передачи 5. Принципы построения сетей связи. 6. Магистральные и зоновые сети связи. 7. Городские телефонные сети. 8. Сети сельской телефонной связи и проводного вещания. 9. ЕДИНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СЕТЬ СВЯЗИ ЕАСС
4	<i>Тема 5. Конструкция и характеристика линий электросвязи</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА КАБЕЛЕЙ 2. ПРОВОДНИКИ 3. ИЗОЛЯЦИЯ 4. ТИПЫ СКРУТОК В ГРУППЫ 5. ПОСТРОЕНИЕ СЕРДЕЧНИКА КАБЕЛЯ 6. ЗАЩИТНЫЕ ОБОЛОЧКИ 7. ЗАЩИТНЫЕ БРОНЕПОКРОВЫ 8. МЕЖДУГОРОДНЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛИ. 9. МЕЖДУГОРОДНЫЕ СИММЕТРИЧНЫЕ КАБЕЛИ 10. ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ
6	<i>Тема 6. Параметры передачи</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электродинамика коаксиального кабеля 2. ПЕРВИЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ 3. ВТОРИЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕДАЧИ КОАКСИАЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ
7	<i>Тема 7 ПОМЕХИ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взаимные влияния в линиях связи. 2. Нормы на переходное затухание 3. Меры по защите цепей и трактов линий связи от взаимных влияний 4. Защита коаксиальных цепей от взаимных влияний

		5. Защита световодных трактов от взаимных помех
8	<i>Тема 8. ВНЕШНИЕ ПОМЕХИ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ</i>	1. ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ И ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВЛИЯНИЯ НА ЦЕПИ СВЯЗИ 2. ВИДЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ ВНЕШНИХ ВЛИЯНИЙ 3. ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА 4. ВЛИЯНИЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 5. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ 6. НОРМЫ ОПАСНЫХ И МЕШАЮЩИХ ВЛИЯНИЙ 7. РАСЧЕТ ОПАСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ 8. РАСЧЕТ МЕШАЮЩИХ ВЛИЯНИЙ 9. ЗАЩИТА СООРУЖЕНИЙ СВЯЗИ. МЕРЫ ЗАЩИТЫ СООРУЖЕНИЙ СВЯЗИ ОТ ВНЕШНИХ ВЛИЯНИЙ
9	<i>Тема 9. Техническая эксплуатация сооружений электросвязи</i>	1. Методы эксплуатации 2. Содержание кабелей и их измерений. 3. Автоматизация технической эксплуатации
10	<i>Тема 10. Проектирование и строительство сооружений электросвязи</i>	1. Основные этапы проектирования. 2. Организация работ по строительству

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	<i>Тема 1. Направляющие системы и направляемые волны</i>	1. Основные понятия и определения 2. Система связи как телекоммуникационная система 3. Направляющие системы и направляемые электромагнитные волны и их классификация 4. Условие распространения ЭМВ в направляющих средах.
2	<i>Тема 2. Теория погрешностей измерений</i>	1. Двухпроводные линии. 2. Режимы работы двухпроводных линий.
3	<i>Тема 3. Направляющие системы</i>	1. Радиочастотные коаксиальные кабели, конструкция, структура поля и параметры 2. Волноводы, конструкция, структура поля H_{10} и E_{11} . Предельная мощность передач 3. Полосковые линии, конструкция и структура поля, параметры. 4. Световоды, конструктивные особенности и параметры. 5. Объемные резонаторы, прямоугольные с H_{111} и кабельного типа.

4	Тема 4. Линии многоканальной электросвязи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виды связи и их основные свойства. 2. Системы многоканальной передачи по направляющим системам электросвязи 3. Направляющие системы передачи. 4. Основные требования к линиям связи. 5. Принципы построения сетей связи 6. Магистральные и зональные сети связи. 7. Городские телефонные сети. 8. Сети сельской телефонной связи и проводного вещания. 9. Единая автоматизированная сеть связи ЕАСС
5	Тема 5. Конструкция и характеристика линий электросвязи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация и маркировка кабелей 2. Проводники. 3. Изоляция 4. Типы скруток в группы. 5. Построение сердечника кабеля 6. Защитные оболочки 7. Защитные бронепокровы 8. Междугородные коаксиальные кабели 9. Междугородные симметричные кабели 10. Оптические кабели связи
6	Тема 6. Параметры передачи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электродинамика коаксиального кабеля 2. Первичные параметры коаксиального кабеля. 3. Вторичные параметры передачи коаксиальных цепей
7	Тема 7. Помехи в кабельных линиях электросвязи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взаимные влияния в линиях связи. 2. Нормы на переходное затухание. 3. Меры по защите цепей и трактов линий связи от взаимных влияний. 4. Защита коаксиальных цепей от взаимных влияний. 5. Защита световодных трактов от взаимных помех
8	Тема 8. Внешние помехи в кабельных линиях электросвязи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физическая сущность и источники электромагнитного влияния на цепи связи 2. Виды и классификация внешних влияний 3. Влияние атмосферного электричества 4. Влияние линии электропередачи 5. Влияние электрифицированных железных дорог 6. Нормы опасных и мешающих влияний 7. Расчет опасного электрического влияния 8. Расчет мешающих влияний 9. Защита сооружений связи. Меры защиты сооружений связи от внешних влияний
9	Тема 9. Техническая эксплуатация сооружений электросвязи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методы эксплуатации 2. Содержание кабелей и их измерений.

	\	3. Автоматизация технической эксплуатации
10	Тема 10. Проектирование и строительство сооружений электросвязи	1. Основные этапы проектирования. 2. Организация работ по строительству

Рекомендуемая тематика практических занятий (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 6. Параметры передачи	1. «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ» 2. «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ симметричного КАБЕЛЯ» 3. « РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ оптического кабеля»
1	Курсовое проектирование «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ»	1. Разработка схемы многоканальной телекоммуникационной магистрали (на заданное направление). 2. Расчет параметров кабеля. 3. Проектирование магистрали. 4. Строительство и эксплуатация магистральной линии.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Понятия и основные проблемы. Основными видами самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины «Направляющие среды электросвязи» являются:

- изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка и выполнение заданий по тематике самостоятельных работ;
- подготовка к промежуточной аттестации (зачету).

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся составляют:

-Материалы лекций;

-Учебно-методическая литература;

-Информационные ресурсы "Интернета";

-Методические рекомендации и указания к практическим работам;

- Методическое пособие к курсовому проектированию;

-Фонды оценочных средств.

При организации самостоятельного изучения ряда тем лекционных курсов дисциплины студент работает в соответствии с указаниями, выданными преподавателем. Указания по изучению теоретического материала курса составляются дифференцированно по каждой теме и включают в себя следующие элементы:

- название темы;

- цели и задачи изучения темы;
- основные вопросы темы;
- характеристику основных понятий и определений, необходимых студенту для усвоения данной темы;
- список рекомендуемой литературы;
- наиболее важные фрагменты текстов рекомендуемых источников, в том числе таблицы, рисунки, схемы и т. п.;
- краткие выводы, ориентирующие студента на определенную совокупность сведений, основных идей, ключевых положений, систему доказательств, которые необходимо усвоить;
- контрольные вопросы, предназначенные для самопроверки знаний.

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки студента является работа с литературой. Изучение литературы позволяет выяснить, в каком состоянии в современном мире находится рассматриваемая проблема, что сделано другими авторами в этом направлении, какие вопросы недостаточно ясно освещены, либо не рассмотрены.

Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий. Наиболее эффективный метод работы с литературой – программируемый метод, включающий последовательное накопление знаний, комментирование новых данных, оценку их значения, постановку вопросов, сопоставление полученных сведений с ранее известными. В зависимости от вида внеаудиторной подготовки студента работа с учебной, научной и иной литературой предполагает использование разнообразных форм записей: план, тезисы, цитаты, конспект и пр.

2. При подготовке курсового проекта по заданию магистральной линии определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме практической работы, повторить, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов параметров или характеристик исследуемых цепей магистральной линии, рассчитать затухание в кабеле и обосновать длину усилительного участка; определить места размещения НУП и ОУП в соответствии с выбранным вариантом топографии магистральной линии; определить проводимость грунта для варианта и обосновать методы земляных работ; определить внешнее влияние и провести оценку защиты; определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), разработать эксплуатационные процедуры используемой в работе, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты практической работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым

работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Направляющие системы и направляемые волны	ОПК-1 ОПК-4	Тестирование
Тема 2. Теория погрешностей измерений	ОПК-1 ОПК-4	Тестирование,
Тема 3. Направляющие системы	ОПК-1 ОПК-4	Тестирование,
Тема 4. Линии многоканальной электросвязи	ОПК-1 ОПК-4	Тестирование
Тема 5. Конструкция и характеристика линий электросвязи	ОПК-1 ОПК-4	Тестирование
Тема 6. Параметры передачи	ОПК-1 ОПК-4	Тестирование
Тема 7. ПОМЕХИ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ	ОПК-1 ОПК-4	Тестирование
Тема 8. ВНЕШНИЕ ПОМЕХИ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ	ОПК-1 ОПК-4	Тестирование
Тема 9. Техническая эксплуатация сооружений электросвязи	ОПК-1 ОПК-4	Тестирование
Тема 10. Проектирование и строительство сооружений электросвязи	ОПК-1 ОПК-4	Тестирование

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

1.К теме 1. Направляющие системы и направляемые волны.

1. Телекоммуникации

Передача информации на расстояние с помощью технических средств
Любое общение между корреспондентами
Общение человека с природой
Деловое общение между людьми
Независимое общение между

корреспондентами

2. Телекоммуникационные системы

Только спутниковая система связи

Магистральные кабельные линии

Взаимодействие компьютерных сетей, спутниковых, кабельных, телевизионных, радиорелейных и других сетей связи
--

Только радиорелейные системы

Только компьютерные сети

3. Телекоммуникационные сети

Сеть модемов

Сеть приемных устройств

Сеть передающих устройств

Сеть антенных устройств

Сеть телефонной связи, сеть телеграфной связи, сеть передачи данных, сеть телевизионного вещания, компьютерная сеть и др.

4. Оконечные устройства телекоммуникационных систем

Сеть кабельных линий

Сеть приемных устройств

Сеть передающих устройств

Сеть антенных устройств

ЭВМ, телекамеры, телефаксы, видеомониторы

5. Сообщение в телекоммуникационных системах

Форма представления информации

Только в компьютерных сетях

Данные о параметрах передачи

Данные о среде распространения

6. Линия связи

Материальная основа работы в сети

Среда распространения электромагнитных волн, используемая для передачи сигналов от передатчика к приемнику
--

Процесс передачи данных от источника к получателю

Описание среды распространения

Включение параметров электросвязи

7. Направляющая система

Материальная основа работы в сети

Среда распространения электромагнитных волн

Совокупность проводников и

диэлектриков, обеспечивающих распространение электромагнитных волн
Сигнал в среде распространения
Отражение параметров электросвязи

8. Система электросвязи

Комплекс электротехнических и радиоэлектронных устройств, предназначенных для формирования, передачи и приема электрических сигналов
Комплекс мер для распространения электромагнитных волн
Ограничение распространения электромагнитных волн
Возбуждение сигнала в среде распространения
Сигнал параметров электросвязи

9. Типы линий связи

Радиорелейные
Коротковолновые
Спутниковые
Сотовые
Радиолинии и направляющие линии
Внеземные

10. Типы направляющих линий электросвязи

Кабельные линии
Воздушные линии
Волоконно-оптические линии
Кабельные, воздушные и волоконно-оптические линии
Кабельные, воздушные и волоконно-оптические линии и радиолинии

11. Линии передачи открытого типа в направляющих средах электросвязи

Проволочные линии не имеющие диэлектрика
Волноводы
Коаксиальные кабели
Линии, в которых энергия ЭМВ при распространении занимает все окружающее и пространство
Линии нагрузки

12. Линии передачи закрытого типа в направляющих средах электросвязи

Согласующие устройства линий
Проволочные линии имеющие диэлектрик
Линии с заземленными проводниками

Линии, в которых энергия ЭМВ при распространении занимает пространство ограниченное экраном

Линии подключенные к генератору

13. Классификация электромагнитных волн в направляющих средах электросвязи

Поперечные волны

Самостоятельные волны

Поперечные, магнитная, электрическая и комбинированная волны
--

Несамостоятельные волны

Продольные волны

14. Структура поперечной волны в направляющих средах электросвязи (ТЭМ)

Существуют в ЛП только поперечные составляющие $E_{x,y}$ и $H_{x,y}$, при $E_z=H_z=0$
--

Существуют в ЛП только продольные составляющие $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$.
--

Существуют в ЛП только все составляющие $E_{x,y} \neq 0$, $H_{x,y} \neq 0$, $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$.

Не существуют в ЛП все составляющие $E_{x,y}=0$, $H_{x,y}=0$, $E_z=0$, $H_z=0$.

Существуют в ЛП только составляющие $E_{x,y}=0$, а $H_{x,y} \neq 0$, $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$.
--

15. Структура магнитной волны в направляющих средах электросвязи (ТЕ)

Существуют в ЛП только поперечные составляющие $E_{x,y}$ и $H_{x,y,z}$, при $E_z=0$
--

Существуют в ЛП только продольные составляющие $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$, $E_{x,y}=0$, $H_{x,y}=0$
--

Существуют в ЛП только все составляющие $E_{x,y} \neq 0$, $H_{x,y} \neq 0$, $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$.

Не существуют в ЛП все составляющие $E_{x,y}=0$, $H_{x,y}=0$, $E_z=0$, $H_z=0$.

Существуют в ЛП только составляющие $E_{x,y}=0$, а $H_{x,y} \neq 0$, $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$.
--

16. Структура электрической волны в направляющих средах электросвязи (ТН)

Существуют в ЛП только поперечные составляющие $E_{x,y,z}$ и $H_{x,y}$, при $H_z=0$
--

Существуют в ЛП только продольные составляющие $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$, $E_{x,y}=0$, $H_{x,y}=0$
--

Существуют в ЛП только все составляющие $E_{x,y} \neq 0$, $H_{x,y} \neq 0$, $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$.

Не существуют в ЛП все составляющие $E_{x,y}=0$, $H_{x,y}=0$, $E_z=0$, $H_z=0$.

Существуют в ЛП только составляющие $E_{x,y}=0$, а $H_{x,y} \neq 0$, $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$.
--

17. Структура комбинированных волн в направляющих средах электросвязи (ЕН или НЕ)

Существуют в ЛП только поперечные

составляющие $E_{x,y,z}$ и $H_{x,y}$, при $H_z=0$
Существуют в ЛП только продольные составляющие $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$, $E_{x,y}=0$, $H_{x,y}=0$
Существуют в ЛП только все составляющие $E_{x,y} \neq 0$, $H_{x,y} \neq 0$, $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$.
Не существуют в ЛП все составляющие $E_{x,y}=0$, $H_{x,y}=0$, $E_z=0$, $H_z=0$.
Существуют в ЛП только составляющие $E_{x,y}=0$, а $H_{x,y} \neq 0$, $E_z \neq 0$, $H_z \neq 0$.

18. Граничная длина волны распространяющейся в направляющих средах электросвязи

Граничная частота не зависит от параметров среды μ и ϵ
Граничная частота не зависит от частоты f , передаваемой в среде
Граничная частота зависит только от частоты f , передаваемой в среде
Граничная частота определяется параметрами среды μ и ϵ и частотой f как $1/(f\sqrt{\mu\epsilon})$
Граничная частота зависит от $E_{x,y}$

19. Рабочая длина волны $\lambda_{РАБ}$ в направляющей среде электросвязи должна быть

Больше граничной длины волны $\lambda_{РАБ} > \lambda_{ГР}$
Меньше граничной длины волны $\lambda_{РАБ} < \lambda_{ГР}$
Равна граничной длине волны $\lambda_{РАБ} = \lambda_{ГР}$
Не связана с граничной длиной волны
Зависимой от $E_{x,y}$ и $H_{x,y}$

20. Рабочая частота $f_{РАБ}$ в направляющей среде электросвязи должна быть

Больше граничной длины волны $f_{РАБ} > f_{ГР}$
Меньше граничной частоты $f_{РАБ} < f_{ГР}$
Равна граничной частоте $f_{РАБ} = f_{ГР}$
Не связана с граничной частотой $f_{ГР}$
Зависимой от $E_{x,y}$ и $H_{x,y}$

21. Условие распространения ЭМВ в направляющей среде электросвязи

Рабочая длина волны должна быть больше граничной длины волны $\lambda_{РАБ} > \lambda_{ГР}$
Рабочая длина волны должна быть меньше граничной длины волны $\lambda_{РАБ} < \lambda_{ГР}$ и $f_{РАБ} > f_{ГР}$
Рабочая длина волны должна быть равна граничной длине волны $\lambda_{РАБ} = \lambda_{ГР}$
Рабочая длина волны не связана с граничной длиной волны

К теме 2. Двухпроводные линии передачи

1. Направляющие среды электросвязи однородные если

Проводники одинакового сечения
Погонная индуктивность изменяется
параметры среды μ и ϵ неизменны
$E_{x,y}$ и $H_{x,y}$ вдоль длины среды одинаковы

рабочая длина волны не зависит от $E_{x,y}$ и $H_{x,y}$

2. Направляющие среды электросвязи длинные если их длина

Ограничена нагрузкой

Соединена с индуктивностью

Больше рабочей длины волны

Зависит от параметров среды

Зависит от распределенной $E_{x,y}$ и $H_{x,y}$

3. Направляющие среды электросвязи короткие если их длина

Не ограничена нагрузкой

Соединена с индуктивностью

Меньше рабочей длины волны

Не зависит от параметров среды

Не зависит от распределенной $E_{x,y}$ и $H_{x,y}$
--

4. Первичные параметры направляющих сред электросвязи

Рабочая нагрузка R_n

Индуктивность направляющей среды L

Погонные параметры направляющих сред $R_{\Pi}, L_{\Pi}, G_{\Pi}$ и C_{Π}
--

Емкость направляющей среды C

Проводимость направляющей среды G

5. Идеальная линия в направляющих сред электросвязи когда

нагрузка $R_n \neq 0$

Индуктивность направляющей среды $L=0$
--

Погонные параметры направляющих сред $R_{\Pi}=0, L_{\Pi} \neq 0, G_{\Pi}=0$ и $C_{\Pi} \neq 0$
--

Емкость направляющей среды $C=0$

Проводимость направляющей среды $G \neq 0$
--

6. Реальная линия в направляющих сред электросвязи когда

нагрузка носит комплексный характер сопротивления

Индуктивность направляющей среды $L=0$
--

Погонные параметры направляющих сред $R_{\Pi} \neq 0, L_{\Pi} \neq 0, G_{\Pi} \neq 0$ и $C_{\Pi} \neq 0$
--

Емкость направляющей среды $C \neq 0$

Проводимость направляющей среды $G \neq 0$
--

7. Структура ЭМП двухпроводной линии направляющих сред

Соответствует поперечной волне

Соответствует продольной волне

Не имеет силовых линий

Силовые линии электрического поля носят вихревой характер

Силовых линий магнитного поля нет

8. Падающая волна в линии направляющих сред электросвязи

Соответствует заряду конденсатора

Соответствует заряду последовательно включенных через индуктивность конденсаторов погонной емкости
--

Соответствует образованию магнитного поля в индуктивности

Соответствует обычному току

Соответствует перезаряду конденсаторов
--

9. Отраженная волна в линии направляющих сред электросвязи

Соответствует разряду конденсатора

Образуется если на конце линии нагрузка не может поглотить энергию падающей волны

Соответствует образованию магнитного поля в индуктивности

Соответствует обычному току

Соответствует перезаряду конденсаторов
--

10. Телеграфные уравнения в теории направляющих сред электросвязи

Описывают образование магнитного поля

Описывают образование электрического поля

Описывают образование электрического и магнитного поля
--

Дают описание физического процесс распространения волн тока и напряжения
--

Описание перезаряда конденсаторов

11. Режим бегущих волн в направляющих сред электросвязи создается в случае

Нагрузки линии произвольной

Нагрузки линии емкостной

Нагрузки линии индуктивной

Нагрузки линии чисто активной

Нагрузки линии чисто активной равной волновому сопротивлению линии
--

12. Режим стоячих волн в направляющих сред электросвязи создается в случае

Нагрузки линии произвольной

Нагрузки линии емкостной

Нагрузки линии индуктивной или емкостной, изолированной или короткозамкнутой на конце

Нагрузки линии чисто активной

Нагрузки линии чисто активной равной волновому сопротивлению линии
--

13. Режим смешанных волн в направляющих сред электросвязи создается в случае

Нагрузки линии произвольной

Нагрузки линии емкостной

Нагрузки линии индуктивной

Нагрузки линии чисто активной

Нагрузки линии чисто активной не равной волновому сопротивлению линии

14. Распределение тока и напряжения вдоль линии при работе направляющих сред электросвязи в режиме бегущей волны

Волны тока и напряжения распределяются произвольно
--

Амплитуда тока и напряжения вдоль линии затухают экспоненциально
--

Волны тока и напряжения последовательно проходят все точки вдоль линии и имеют одинаковую амплитуду

Амплитуда тока и напряжения вдоль линии

возрастают экспоненциально
Амплитуда тока и напряжения вдоль линии равна параметрам генератора

15. Распределение тока и напряжения вдоль линии при работе направляющих сред электросвязи в режиме стоячей волны

Амплитуда тока и напряжения вдоль линии затухают экспоненциально
Амплитуда тока и напряжения вдоль линии возрастают экспоненциально
Амплитуда тока и напряжения вдоль линии имеют пучности и узлы
Амплитуда тока и напряжения неизменны
Амплитуда тока и напряжения полностью затухают

3.К теме 3. Направляющие системы

1. Структура электромагнитного поля в сечении радиочастотного коаксиального кабеля

Структура комбинированной волны или HE
Структура магнитной волны или TE
Структура электрической волны или TH
Структура поперечной волны или TEM
Структура сферической волны

2. Структура электромагнитного поля в сечении волновода

Структура цилиндрической волны
Структура сферической волны
Структура плоской волны
Структура электрической волны TH или магнитной TE
Структура поперечной волны или TEM

3. Структура электромагнитного поля в сечении полосковой линии

Структура комбинированной волны или HE
Структура магнитной волны или TE
Структура электрической волны или TH
Структура поперечной волны или TEM
Структура сферической волны

4. Основной тип волн в прямоугольном волноводе

комбинированная волна или HE
магнитная волна или H_{11}
электрическая волна E_{21}
магнитная волна или H_{21}
магнитная волна или H_{10}

5. Условие предельной мощности, передаваемая по волноводу электромагнитной волной

$\lambda_{РАБ} > \lambda_{ГР} = 2a$
$0,9 > \lambda_{РАБ} > \lambda_{ГР} = 2a > 0,5$
$\lambda_{РАБ} = \lambda_{ГР} = 2a$
$0,5 > \lambda_{РАБ} > \lambda_{ГР} = 2a > 0$
$1,0 > \lambda_{РАБ} > \lambda_{ГР} = 2a > 0,9$

6. Пленочный световод направляющих сред электросвязи есть

Плоский диэлектрический волновод
Не плоский диэлектрический волновод
Круглый диэлектрический волновод

Эллиптический диэлектрический волновод
Незатухающий диэлектрический волновод

7.Пленочный световод направляющих сред электросвязи применяется

На дальних трассах электросвязи
На сверхдальних трассах электросвязи
На коротких трассах электросвязи
Для межблочных соединениях
Для схемных решениях

8.Типы волоконных световодов направляющих сред электросвязи

Одномодовые
Многомодовые
Плоские
Круглые
Одномодовые и многомодовые

9.Частотный спектр передачи одномодовых волоконных световодов направляющих сред электросвязи

Только в диапазоне 1,3 мкм
Только в диапазоне 0,85 мкм
Только в диапазоне 1,55 мкм
Только в диапазоне 1,0 мкм
Только в диапазоне 0,85 мкм либо в диапазоне 1,3 мкм, либо в диапазоне 1,5 мкм

10.Частотный спектр передачи многомодовых волоконных световодов направляющих сред электросвязи

Только в диапазоне 1,3 мкм
Только в диапазоне 0,85 мкм
Только в диапазоне 1,55 мкм
Только в диапазоне 1,0 мкм
Одновременно в диапазонах 0,85 мкм, 1,3 мкм, и 1,55 мкм

4.К теме 4.Линии многоканальной электросвязи.

1. Системы передачи направляющих сред электросвязи

Аналоговые системы
Цифровые системы
Аналоговые и цифровые системы
Только аналоговые системы
Только цифровые системы

2.Магистральные направляющие среды электросвязи

Коаксиальные кабельные линии
Симметричные кабельные линии
Волоконнооптические кабельные линии
Коаксиальные, симметричные и волоконнооптические кабельные линии
Только коаксиальные кабельные линии

3.Параметры систем передачи направляющих сред электросвязи

Магистральные системы связи
Зоновые системы связи

Городские системы связи
Сельские системы связи
Магистральные, зоновые, городские и сельские системы связи

4. Первичные системы передачи направляющих сред электросвязи

Магистральные системы связи
Зоновые системы связи
Городские системы связи
Сельские системы связи
Магистральные, зоновые, городские и сельские системы связи

5. Вторичные системы передачи направляющих сред электросвязи

Магистральные системы связи
Кабельные системы связи
Воздушные системы связи
Волоконно-оптические системы связи
Зоновые, городские и сельские системы связи

6. Сети связи направляющих сред электросвязи включают

Системы передачи (аппаратуру и линии)
Оконечные устройства
Воздушные системы связи
Волоконно-оптические системы связи
Системы передачи, устройства коммутации и оконечные устройства

7. Варианты структурного построения сети направляющих сред электросвязи

Полносвязной (каждый с каждым) принцип
Полносвязной, либо узловой, или радиальный варианты
Воздушные системы связи
Волоконно-оптические системы связи
Радиальный принцип

5. К теме 5. Конструкция и характеристика линий электросвязи

1. Кабель представляется элементом направляющих сред электросвязи содержащим

Проводники и диэлектрики объединенные в единую конструкцию
Изолированный проводник
Изолированный диэлектрик
Заземленный проводник
Заземленный диэлектрик

2. Симметричный кабель представляется элементом направляющих сред электросвязи состоящий

Из двух одинаковых изолированных проводников
Из изолированного проводника
Из изолированного диэлектрика
Из заземленного проводника
Из заземленного диэлектрика

3 Коаксиальный кабель представляется элементом направляющих сред электросвязи состоящий

Из двух соосно расположенных изолированных друг от друга металлических цилиндров
Из изолированного проводника
Из изолированного диэлектрика
Из заземленного проводника
Из заземленного диэлектрика

4. Кабель МКСБ

Междугородний симметричный кабель
Воздушный кабель
Волоконно-оптический кабель
Коаксиальный кабель
Сельский кабель

5. Кабель КМБ

Междугородний симметричный кабель
Воздушный кабель
Волоконно-оптический кабель
Магистральный коаксиальный кабель
Сельский кабель

6. Кабель ТБ

Междугородний симметричный кабель
Воздушный кабель
Городской телефонный кабель
Магистральный коаксиальный кабель
Сельский кабель

7. Кабель ЗКП

Междугородний симметричный кабель
Зоновый коаксиальный кабель
Городской телефонный кабель
Магистральный коаксиальный кабель
Сельский кабель

8. Структура световода кабеля из оптического волокна

Сердцевина волокна из кварца, а оболочка из полимера или кварца
Из проводника
Из диэлектрика
Из полимера
Из цельного кварца

9. Соотношение коэффициентов преломления сердцевины n_c и оболочки n_0

$n_c = n_0$
$n_c > n_0$
$n_c < n_0$
$n_c > 10 n_0$
$10 n_c < n_0$

10. Типовая конструкция оптических кабелей

Ступенчатые конструкция
Градиентная конструкция
Одномодовые конструкция
Ступенчатые, градиентная и одномодовые конструкция
Сложная конструкция

6. К теме 6. Параметры передачи

1. Электромагнитное поле (ЭМП) распространяющееся по коаксиальному кабелю сосредоточено

Только внутри кабеля силовые линии ЭМП
Вне кабеля силовые линии ЭМП
Внутри и вне кабеля силовые линии ЭМП
Нет внутри кабеля силовых линий ЭМП
Нет внутри и вне кабеля силовых линий ЭМП

2. Ток в коаксиальной паре кабеля протекает

Только по центральной жиле кабеля
Только по внешней, экранной оболочке
По центральной жиле и обратно по внутренней поверхности экранной оболочке
Только по внутренней поверхности экранной оболочке
По центральной жиле кабеля

3. Роль экранной оболочки коаксиального кабеля

Пропуск тока
Создать жесткость кабеля
Обеспечить герметичность кабеля
Создать пару для тока
Экранирование канала передачи данных

4. Движение энергии ЭМП вдоль коаксиального кабеля подчинено закону

Ленца
Умова - Пойнтинга
Ома
Зоммерфельда
Гельмгольца

5. Волновое сопротивление коаксиального кабеля Z_B

$Z_B = U/I = \sqrt{(\mu/\epsilon_k)}$
$Z_B = I/U$
$Z_B = U$
$Z_B = 8 I$
$Z_B = 10 U$

6. Продольное сопротивление коаксиального кабеля Z_{Π}

$Z_{\Pi} = Z_B$
$Z_{\Pi} = I/U$
$Z_{\Pi} = R + j\omega L$
$Z_{\Pi} = 8 I + U$
$Z_{\Pi} = 10 U - I$

7. Проводимость цепи коаксиального кабеля Y_{Π}

$Y_{\Pi} = Z_B$
$Y_{\Pi} = I/U$
$Y_{\Pi} = R + j\omega L$
$Y_{\Pi} = G + j\omega C$
$Y_{\Pi} = U - I$

8. Потери в коаксиальном кабеле с повышением частоты передаваемого сигнала

Уменьшаются
Не зависят от частоты

Слабо зависят от частоты
Увеличиваются
Совсем не зависят от частоты

9. Почему возрастают потери в коаксиальном кабеле с повышением частоты передаваемого сигнала

Уменьшаются постоянный ток
Увеличивается напряжение жила-экран
Увеличивается емкостной ток
Увеличиваются продольный ток
Уменьшается поперечный ток

10. Требуемое сопротивление изоляции в цепи коаксиального кабеля

Высокое
Низкое
Не менее 1000 МОм/км
Не менее 10 Ком/км
Очень низкое

11. Что показывает коэффициент затухания в цепи коаксиального кабеля α (дБ/км)

Изменение фазы тока и напряжения на км
Изменение амплитуды тока и напряжения на километр длины кабеля
Изменение индуктивности на км
Изменение емкости на км
Изменение сопротивления на км

12. Что показывает коэффициент фазы в цепи коаксиального кабеля β (рад/км)

Изменение амплитуды тока и напряжения на км
Изменение фазы тока и напряжения на километр длины кабеля
Изменение индуктивности на км
Изменение емкости на км
Изменение сопротивления на км

13. От чего зависит величина коэффициент фазы в цепи коаксиального кабеля β (рад/км)

От частоты ω и параметров среды ϵ , μ , σ
От фазы тока
От индуктивности
От емкости
От сопротивления изоляции

14. К чему приводит наличие неоднородности в кабеле?

К увеличению сигнала
К увеличению тока
К уменьшению сопротивления
К увеличению емкости
К появлению отраженных волн тока и напряжения от неоднородностей

15. Отраженные от неоднородности волны тока и напряжения приводят

К появлению обратного и попутного токов
К увеличению тока
К уменьшению сопротивления
К увеличению емкости
К увеличению индуктивности

16. Устранение противотоков из-за неоднородностей достигается?

Увеличением тока продольного
Повышением напряжения
Уменьшением сопротивления продольного
Согласованием строительных длин кабеля
Увеличением индуктивности

17. Обратный ток из-за неоднородности в кабеле приводит?

Увеличению тока продольного
Повышению напряжения
К колебаниям входного сопротивления кабеля
Изменению емкостного сопротивления
Увеличению входной индуктивности

18. Попутный ток из-за неоднородности в кабеле приводит?

Искажению формы передаваемого сигнала
Повышению напряжения
К колебаниям входного сопротивления кабеля
Изменению емкости
Увеличению индуктивности

19. При распространении ЭМ энергии в симметричной паре симметричного кабеля наблюдается явление?

Возникновения наведенной ЭДС
Изменение напряжения
Изменение тока
Эффект близости проводников, поверхностный эффект и воздействие на оболочки
Ни каких явлений не происходит

20. В сравнении с коаксиальным кабелем в симметричной паре симметричного кабеля

Возрастают погонные активное сопротивление и емкость
Уменьшается активное сопротивление
Уменьшается емкость
Увеличивается индуктивность
Параметры остаются неизменными

21. Суть эффекта близости проводников симметричной пары симметричного кабеля приводит к

Уменьшению емкости входа
Уменьшению активного сопротивления
Возникновению вихревых токов в соседнем проводнике
Увеличению индуктивности входа
Параметры остаются неизменными

22. Частотные свойства симметричной пары симметричного кабеля

Уменьшаются из-за увеличения емкости пар
Зависят от сопротивления генератора
Изменяются слабо
Увеличиваются
Параметры остаются неизменными

23. Чем определяется глубина проникновения электромагнитного поля в экранную оболочку кабеля

Уровнем поля
Уровнем напряжения на проводниках
Уровнем тока в проводниках
Скин-слоем
Поле не проникает в металлические покровы

24. Вторичные параметры симметричной пары кабеля

Напряжение на проводниках
Ток в проводниках
Продольное сопротивление, волновое сопротивление, коэффициент распространения и фазовая скорость волны
Скин-слой
ЭМВ в среде кабеля

25. Искусственное увеличение индуктивности симметричной пары симметричного кабеля для

Повышения напряжения на проводниках
Повышения тока в проводниках
Повышения дальности связи
Устранения эффекта близости
Повышения частотных свойств

26. Что такое пупинизация симметричной пары симметричного кабеля?

Изменение конструкции сечения кабеля
Изменение сечения проводника
Увеличение индуктивности проводника
Изменение проводимости изоляции
Изменение проводимости проводника

27. Что такое шаг пупинизации симметричной пары симметричного кабеля?

Изменение конструкции сечения кабеля
Изменение сечения проводника
Увеличение индуктивности проводника
Изменение проводимости изоляции
Расстояние между включенными катушками искусственной индуктивности в цепь

7.К теме 7. Помехи в кабельных линиях электросвязи

1. Источники помех линий электросвязи

Реки или водные потоки
Воздушные потоки
Внешние и внутренние источники сторонних полей
Аварийные механические воздействия
Случайные механические воздействия

2. Внешние источники помех линий электросвязи

Грозовая активность, высоковольтные ЛЭП, радиостанции, излучения промышленные и космические
Механические воздействия
Химическое воздействие среды
Аварийные механические воздействия
Случайные механические воздействия

3. Внутренние источники помех линий электросвязи

Грозовая активность
Космическое излучение
Взаимное влияние токов внутри направляющей системы
Химическое воздействие среды
Случайные механические воздействия

4. Электромагнитная совместимость линий направляющих систем

Независимость от грозовой активности
Независимость от космического излучения
Независимость от взаимного влияния токов
Беспомеховая работа линий в ЭМП
Независимость от механического воздействия

5. Решение проблемы электромагнитной совместимости линий

Совместимости с источниками внешнего и взаимного влияний
Независимости от космического излучения
Независимости от влияния токов в земле
Независимости от агрессивных сред
Независимость от механического воздействия

6. Влияющей цепью является цепь,

Создающая первичное влияющее ЭМП
Создающая космическое излучение
Создающая грозовую активность
Создающая химические среды
Создающая механические воздействия

7. Ближний конец линии (кабеля, цепи, тракта) есть конец линии на котором

Фиксируется первичное влияющее ЭМП
Устанавливается космическое излучение
Определяется грозовая активность
Включен генератор влияющей цепи
Установлено механические воздействия

8. Дальний конец линии (кабеля, цепи, тракта) есть конец линии на котором

Включена нагрузка влияющей цепи
Устанавливается космическое излучение
Определяется грозовая активность
Включен генератор влияющей цепи
Установлено механические воздействия

9. Емкостная связь между цепями характеризует

Разность сопротивлений между цепями
Емкостная асимметрии между цепями
Активное сопротивление между цепями
Индуктивность цепи
Трансформаторная связь

10. Индуктивная связь между цепями характеризует

Разность сопротивлений между цепями
Емкостная асимметрия между цепями
Активное сопротивление между цепями
Индуктивность цепи

Трансформаторная связь

11. Основные меры защиты цепей и систем от взаимных влияний в направляющих системах применением

Идеальных сред

Немагнитных материалов

Разрядников

Симметрирования и фильтров

Трансформаторов

12. Эффективность симметрирования цепей достигается если

Цепь носит индуктивный характер

Цепь носит емкостной характер

Цепь носит активный характер

Цепи одинаковой длины

Цепь короткозамкнутая

13. Защита коаксиальных цепей от взаимных влияний увеличением

Намагниченности экранированных оболочек коаксиальной пары

Диаметра коаксиальной пары

Диаметра центральной жилы

Длины коаксиальной пары

Сопротивления центральной жилы

14. Защита световодных трактов от взаимных помех

Увеличением экранирующих свойств

Уменьшением диэлектрических свойств

Увеличением диэлектрических свойств

Изменением волнового сопротивления

Повышением индуктивности экрана

8. К теме 8. Внешние помехи в кабельных линиях электросвязи

1. Электромагнитные поля грозовой активности относятся к

Внутренним помехам направляющих сред

Внешним помехам направляющих сред

Внешним и внутренним помехам

Не относятся к источникам помех

Совершенно не создают помех

2. Электромагнитные поля высоковольтных линий электропередачи относятся к

Внутренним помехам направляющих сред

Внешним помехам направляющих сред

Внешним и внутренним помехам

Не относятся к источникам помех

Совершенно не создают помех

3. Электромагнитные поля, создаваемые электрифицированными железными дорогами относятся к

Внутренним помехам направляющим средам
--

Внешним помехам направляющим средам

Внешним и внутренним помехам

Не относятся к источникам помех

Совершенно не создают помех

4. Электромагнитные поля, создаваемые радиостанциями относятся к

Внутренним помехам направляющим средам
Внешним помехам направляющим средам
Внешним и внутренним помехам
Не относятся к источникам помех
Совершенно не создают помех

5. Индустриальные электромагнитные поля относятся к

Внутренним помехам для направляющих сред
Внешним помехам направляющим средам
Внешним и внутренним помехам
Не относятся к источникам помех
Совершенно не создают помех

6. Электромагнитные поля грозовой активности разряда «облако-облако» возбуждает в направляющих средах

Опасное влияние
Опасное и мешающее влияние
Не оказывает влияния
Совершенно не создают помех

7. Электромагнитные поля грозовой активности разряда «облако-земля» возбуждает в направляющих средах

Мешающее влияние
Опасное влияние
Опасное и мешающее влияние
Не оказывает влияния
Совершенно не создают помех

8. Статический заряд на облаках грозовой активности возбуждает в направляющих средах

Мешающее влияние
Опасное влияние
Опасное и мешающее влияние
Не оказывает влияния
Совершенно не создают помех

9. Индустриальные электромагнитные поля возбуждают в направляющих средах

Мешающее влияние
Опасное влияние
Опасное и мешающее влияние
Не оказывает влияния
Совершенно не создают помех

10. Электромагнитные поля, создаваемые радиостанциями возбуждают в направляющих средах

Мешающее и опасное влияние
Мешающее влияние
Опасное влияние
Не оказывает влияния
Совершенно не создают помех

11. Электромагнитные поля высоковольтных линий электропередачи возбуждают в направляющих средах

Мешающее и опасное влияние
Мешающее влияние
Опасное влияние

Не оказывает влияния
Совершенно не создают помех

12. Электромагнитные поля, создаваемые электрифицированными железными дорогами возбуждают в направляющих средах

Мешающее и опасное влияние
Мешающее влияние
Опасное влияние
Не оказывает влияния
Совершенно не создают помех

13. Виды внешних влияний на направляющие среды электросвязи?

Электрическое влияние
Магнитное влияние
Гальваническое влияние
Электрическое, магнитное и гальваническое
Влияние только прямого тока

14. Электрифицированные железные дороги, какой вид влияния проявляют в направляющих средах?

Электрическое влияние
Магнитное влияние
Гальваническое влияние
Электрическое, магнитное и гальваническое в рабочем состоянии

15. Высоковольтные линии электропередачи, какой вид влияния проявляют в направляющих средах?

Электрическое влияние
Магнитное влияние
Гальваническое влияние
Электрическое и магнитное в рабочем состоянии и гальваническое в аварийном
Влияние только прямого тока

16. Индустриальные электротехнические средства, какой вид влияния проявляют в направляющих средах?

Электрическое влияние
Магнитное и электрическое влияние
Гальваническое влияние
Электрическое, магнитное и гальваническое
Магнитное влияние

17. Радиостанции, какой вид влияния проявляют в направляющих средах?

Электрическое влияние
Магнитное и электрическое влияние
Гальваническое влияние
Электрическое, магнитное и гальваническое
Магнитное влияние

18. Причины электрического влияния в направляющих средах?

Обусловлены, близостью влияющей и подверженной влиянию линий
Обусловлены, низким экранированием
Обусловлены, гальваническим влиянием
Обусловлены, магнитным влиянием
Обусловлены, действием электрического поля

19. Причины магнитного влияния в направляющих средах?

Обусловлены, близостью влияющей и подверженной влиянию линий
Обусловлены, низким экранированием
Обусловлены, гальваническим влиянием
Обусловлены, магнитным влиянием
Обусловлены, действием магнитного поля

20. Что такое опасное влияние в цепях направляющих средах?

Это токи и напряжения опасные для человека, аппаратуры и линейных сооружений
Увеличивающие искажения информации
Изменяющие работу аппаратуры
Изменяющие работу человека
Изменяющие работу линейных сооружений

21. Что такое мешающее влияние в цепях направляющих средах?

Это токи и напряжения опасные для человека, аппаратуры и линейных сооружений
Увеличивающие искажения информации
Изменяющие работу аппаратуры
Изменяющие работу человека
Изменяющие работу линейных сооружений

22. От чего зависит повреждение направляющих сред опасным влиянием?

От частотных свойств аппаратуры
От состояния грунта и проводимости кабельных оболочек
От качества аппаратуры
От напряжения на аппаратуре
От качества линейных сооружений

23. Вероятность повреждения опасным влиянием направляющих сред возрастает при

Низком сопротивлении заземления
Высоких значений сопротивления грунта и проводимости кабельных оболочек
Высоком качества аппаратуры
Высоком напряжении на аппаратуре
От качества линейных сооружений

24. Канал молнии есть

Сопротивление заземления
Путь, образованный разрядом атмосферного электричества
Качество заземления
Высокое напряжение в проводах
Значительные токи в проводах

25. Величина тока в канале молнии?

Зависит от сопротивления заземления
Зависит от активности грозовой
В пределах до 30 кА
В пределах до 1 кА
В пределах до 30 А

26. Полоса частотного спектра, образованного током в канале молнии?

В пределах до 30 кВ
В пределах до 30 кГц
В пределах до 100 кГц
В пределах до 1000 Ом
В пределах до 30 А

27. Время переднего фронта тока в канале молнии?

В пределах до 1 мкс
В пределах до 1 кГц
В пределах до 40 мкс
В пределах до 1000 Ом
В пределах до 30 А

28. Время спадания фронта тока в канале молнии?

В пределах до 1 мкс
В пределах до 120 мкс
В пределах до 40 мкс
В пределах до 1000 Ом
В пределах до 30 А

29. Самый опасный режим работы линий электропередачи?

Передача энергии только по проводам
Передача энергии по проводам с использованием земляного провода
Передача энергии через колебательную систему
Передача энергии через трансформатор
Передача энергии через емкость

30. Аварийный режим работы ЛЭП?

Асимметрия проводников ЛЭП
Электрические поля ЛЭП
Магнитные поля ЛЭП
Обрыв фазового провода
Отключение ЛЭП от генератора

31. Ширина сближения кабельной линии с ЛЭП?

Расстояние между ЛЭП и трассой кабеля
Длина ЛЭП
Строительная длина кабеля
Регенерационная длина кабеля
Разность между длиной ЛЭП и кабелем

32. Длина сближения кабельной линии с ЛЭП?

Длина ЛЭП и трассы кабеля
Длина кабельной линии подверженной влиянию ЛЭП
Строительная длина кабеля
Регенерационная длина кабеля
Разность между длиной ЛЭП и кабелем

9. К теме 10. Проектирование и строительство сооружений электросвязи

1. Что такое проект магистрали направляющей среды электросвязи?

Документ топологии магистрали
Документ ЭМС магистрали с ЛЭП
Документ ЭМС магистрали с радиостанцией

Документ стоимости магистрали
Комплексный технико-экономический документ

2. Что включает проект магистрали направляющей среды электросвязи?

Параметры топологии магистрали
Обоснование что, где и в какой последовательности строить и стоимостные оценки
Параметры ЭМС магистрали с радиостанцией
Параметры стыковки магистрали
Заданные ответы на задание

3. Что включает проект линейных сооружений магистрали направляющей среды электросвязи?

Параметры кабеля
Обоснование по строительству линейного сооружения, сети, узла и подсистем, стоимостные оценки
Параметры сети магистрали
Параметры комплекса измерений
Определение системы заземления

4. Последовательность проектирования магистрали направляющей среды электросвязи?

Обоснование кабеля
Обоснование линейного сооружения
Через экономическую целесообразность и хозяйственную необходимость
Через потребность комплекса
Через обоснование системы

5. Оптимизация проектирования магистрали направляющей среды электросвязи?

На основании обоснования кабеля
На основании линейного сооружения
Через исследование вариантов математической модели систем и их оценке
Через потребность комплекса
Через обоснование системы

6. Основные этапы проектирования магистрали направляющей среды электросвязи?

Этап и обоснование системы кабеля
Технико-экономическое обоснование, выбор трассы и площадок строительства и техно-рабочий проект
Этап и обоснование грозозащитного троса
Этап и обоснование экрана кабеля
Этап и обоснование стоимости кабеля

7. Технико-экономическое обоснование магистрали направляющей среды электросвязи?

Содержит численность населения обслуживания, число каналов, тип кабеля и трасса прокладки, варианты линейных сооружений
Содержит состав сред
Содержит вес грозозащитного троса
Содержит проводимость экрана кабеля

Содержит диэлектрик кабеля

8. Цель строительства магистрали направляющей среды электросвязи?

Создание энергетической системы

Создание транспортной артерии

Создание системы телекоммуникационной

Создание радиорелейной системы

Создание спутниковой системы

9. Что определяет исходные данные для строительства магистрали направляющей среды электросвязи?

Определяет энергетика системы

Определяет линейные системы

Определяет технико-экономическое требование к проекту

Определяет кабель системы

Определяет топология системы

10. Что определяет количество каналов проектируемой магистрали направляющей среды электросвязи?

Количество интернат каналов

Количество служебных каналов

Количество телеграфных каналов

Совокупность: количества населения, количество интернет, ТЛГ и служебных каналов
--

Наличие энергетика

11. Состав основных технологических решений проектируемой магистрали направляющей среды электросвязи?

Совокупность: трасса магистрали, наличие ЛЭП, железных дорог, рекомендации по строительству и эксплуатации
--

Совокупность энергетика и финансов

Совокупность технических средств

Совокупность специалистов

Совокупность обслуживающего персонала

12. Выбор трассы кабельной магистрали осуществляется в соответствии с

Количеством каналов требуемых

Количеством кабеля

Количеством служебных каналов

Актами по охране окружающей природы

Документами согласования прилагаемых к проекту
--

13. Строительство кабельных линий в черте города и городских поселков проводится с обоснованием

Подземных трубопроводов и смотровых устройств

Длины кабеля

Переходов железных дорог

Охраны окружающей среды

Технических средств строительства

14. Назначение подземных трубопроводов в городских условиях?

Защита кабеля от возможных земляных работ

Убрать кабель
Защита от помех городских излучателей
Защита от агрессивных сред
Техническое решение

15. Назначение смотровых устройств подземных трубопроводов в городских условиях?

Для служебной связи
Для контроля
Для затягивания, монтажа и контроля кабеля
Устранение влаги
Техническое решение

16. Расстояние между смотровыми устройствами подземных трубопроводов в городских условиях?

Через 10 метров
Через 100 метров
Через 30 метров
От 25 до 150 метров зависит от условий
Через 10 метров

17. Глубина прокладки подземных трубопроводов в городских условиях?

Не более 2 метров
Около одного метра
От 40 см до 1.5 метра
От 25 до 150 метров зависит от условий
До 10 метров

18. Выбор трассы кабельной магистрали направляющей среды электросвязи?

Вдоль ЛЭП
Вдоль железной дороги
Вдоль автомобильных и грунтовых дорог
В обход городов и поселков
Можно совместить с ЛЭП

19. Расстояние трассы кабельной магистрали направляющей среды электросвязи от ЛЭП и электрифицированных железных дорог?

До 10 метров
До 100 метров
До 300 метров
До 500 метров
До 1000 метров

20. Особенности трассы кабельной магистрали направляющей сред при переходе через реки?

Нет особенностей
Специальные разработки
Прокладка по воздуху
Нет отличия при прокладке в грунте
Кабель с тройной броней и двумя кабелями разнесенными на расстоянии 300 метров

21. Чем определяется строительная длина?

Ничем не ограничена
Ограничена весом и габаритами
Только весом
Только габаритами
Необходимой длиной

22. Волновое сопротивление кабеля определяется

Входным сопротивлением аппаратуры
Ничем не определяется
Может быть любое
Зависит от сопротивления грунта
Зависит от грозозащитного троса

23. Возможные отклонения волнового сопротивления кабеля от требуемого

Не может быть отклонений
Незначительные
В пределах 10 %
В пределах 50 %
В пределах 1 %

24. Требования к соединению строительных длин по волновому сопротивлению при

Не может быть требований
Соединение произвольное
Плавное изменение по трассе, но соединение с аппаратурой соответствует входному
Только по волновому аппаратуре
Зависит от сопротивления заземления

25. Расстояние между необслуживаемыми усилительными пунктами?

Любое
Незначительные
В пределах 10 км
В пределах 50 км
Определяется допустимым затуханием

Типовые задания практических и проектов:

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Примеры. Практическая работа 1

К теме 6. Параметры передачи

Работа №1. РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ КОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ

1. Цель работы

Приобретение навыков оценки параметров магистрального кабеля типа КМБ. Получение опыта освоения методики, обеспечивающих решение поставленной задачи. Изучение способов обработки и правильного представления результатов расчета для обоснования длины усилительного участка.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- основные понятия параметров направляющих систем;
- классификация и характеристики геометрии кабеля;
- знать методику расчета;
- способы получения и представления результатов;
- принцип действия, устройство и характеристики, используемых при выполнении настоящей работы.

ПРИМЕР РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ КОАКСИАЛЬНОГО КАБЕЛЯ

Задача. Определить параметры коаксиального кабеля типа КМБ-4 с медными проводниками 2,6/9,4 мм и шайбовой полиэтиленовой изоляцией при частоте 1 МГц.

РЕШЕНИЕ

1. Определение активного сопротивления кабеля для медных проводников

$$R = R_a + R_B = (4,18\sqrt{f})[(1/r_a) + (1/r_B)] \cdot 10^{-2}, \hat{I} / \hat{e}i =$$

$$= 0,0418\sqrt{10^6} \left[\frac{1}{1,3} + \frac{1}{4,7} \right] = 0,0418 \cdot 10^3 \cdot 0,983 = 41,3 \hat{I} / \hat{e}i .$$

2. Определение индуктивности кабеля

$$L = L_a + L_B + L_{\hat{a}i} = [(66,6 / \sqrt{f})[(1/r_a) + (1/r_B)] + 2 \ln(r_a / r_B)] \cdot 10^{-4} =$$

$$= \left[2 \ln \frac{4,7}{1,3} + \frac{66,6}{\sqrt{10^6}} \left(\frac{1}{1,3} + \frac{1}{4,7} \right) \right] \cdot 10^{-4} = (2,6 + 0,066) \cdot 10^{-4} = 0,266 \cdot 10^{-3} \hat{A}i / \hat{e}i .$$

3. Определение емкости кабеля

$$C = (\epsilon_r \cdot 10^{-6} / 18 \ln(r_B / r_a)) = 1,08 \cdot 10^{-5} / 18 \ln(4,7 / 1,3) = 46,9 \cdot 10^{-9} \hat{O} / \hat{e}i .$$

4. Определение проводимости изоляции если

$$tg \delta = 0,8 \cdot 10^{-4}$$

$$G = [2\pi / \ln(r_B / r_a)] \cdot \omega \cdot \varepsilon_a \operatorname{tg} \delta = \omega C \operatorname{tg} \delta = 2 \cdot 3,14 \cdot 10^{-6} \cdot 46,9 \cdot 10^{-9} \cdot 0,8 \cdot 10^{-4} = 23,6 \cdot 10^{-6} \cdot \tilde{N} \dot{i} / \dot{e} i .$$

5. Волновое сопротивление определится

$$Z_B = \sqrt{L / C} = \sqrt{0,266 \cdot 10^{-3} / 46,9 \cdot 10^{-9}} = 74,99 \cdot \hat{I} .$$

6. Коэффициент затухания определится

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha_j + \alpha_D = \left[\frac{2,6 \sqrt{f \varepsilon}}{\ln(D/d)} (1/d + 1/D) \right] \cdot 10^{-3} + 9,08 / \sqrt{\varepsilon} \operatorname{tg} \delta \cdot 10^{-5} = \\ &= [(41,3/2) \sqrt{46,9 \cdot 10^{-9} \cdot 0,266 \cdot 10^{-3}} + (23,6 \cdot 10^{-6} / 2) \tilde{O} \\ &\tilde{O} \sqrt{0,266 \cdot 10^{-3} / 46,9 \cdot 10^{-9}}] \cdot 8,68 = 2,45 \cdot \dot{A} \dot{a} / \dot{e} i \end{aligned}$$

7. Коэффициент

фазы

определится

$$\begin{aligned} \beta &= \omega \sqrt{LC} = \omega \sqrt{\mu_a \varepsilon_a} = \omega \sqrt{\varepsilon_r / c} = \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 10^6 \sqrt{46,9 \cdot 10^{-9} \cdot 0,266 \cdot 10^{-3}} = 22,1 \cdot \dot{D} \dot{a} \dot{a} / \dot{e} i \end{aligned}$$

8. Скорость распространения энергии ЭМВ в кабеле определится

$$v = 1 / \sqrt{LC} = \omega / \beta = \tilde{n} / \sqrt{\varepsilon_r} = 1 / \sqrt{46,9 \cdot 10^{-9} \cdot 0,266 \cdot 10^{-3}} = 285000 \cdot \dot{e} i / \tilde{n} .$$

9. Время распространения

$$T = \sqrt{LC} = \sqrt{46,9 \cdot 10^{-9} \cdot 0,266 \cdot 10^{-3}} = 3,5 \cdot 10^{-6} \cdot \tilde{N} / \dot{e} i$$

10. Определение оптимальности соотношения диаметров проводника и коаксиальной цепи. Это значит, что α минимально при соотношении для медных проводников

$$\ln(D/d) = 1 + d/D . \quad D/d = e^{(1+d/D)} = 3,6 .$$

11. Максимальная мощность может быть передана по кабелю при соотношении диаметров $\ln(D/d) = 1/2$ или $(D/d) = 1,65$. Данное условие не выполняется, однако при $D/d = 3,6$ кабель имеет минимальное затухание.

3. ЗАДАНИЯ ПО РАСЧЕТУ ПАРАМЕТРОВ КОАКСИАЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ

Определить параметры коаксиального кабеля типа КМ-4 со следующими данными:

Вариант	Тип проводников	Диаметр проводников	Тип изоляции	Рабочая частота, МГц
1	Медные	2,6/9,4	Шайбовая полиэтиленовая	5
2	Медные	2,6/9,5	Шайбовая полиэтиленовая	20
3	Медные	2,4/9,5	Шайбовая полиэтиленовая	60
4	Медные	2,6/9,5	Полиэтиленовая спираль	5
5	Медные	2,6/9,5	Полиэтиленовая спираль	30
6	Медные	2,6/9,5	Полиэтиленовая спираль	50
7	Медные	2,6/9,5	Полиэтиленовая спираль	60
8	Алюминиевые	2,6/9,4	Шайбовая полиэтиленовая	60
9	Алюминиевые	2,6/9,5	Полиэтиленовая спираль	60
10	Алюминиевые	2,6/9,5	Полиэтиленовая спираль	5
11	Алюминиевые	1,2/4,6	Баллонно-полиэтиленовая	50
12	Алюминиевые	1,2/4,6	Баллонно-полиэтиленовая	5
13	Медные	1,2/4,6	Баллонно-полиэтиленовая	30
14	Медные	2,1/9,7	Пористо-полиэтиленовая	5
15	Алюминиевые	2,1/9,7	Пористо-полиэтиленовая	60
16	Алюминиевые	5/18	Кордильно-стирофлексная	10
17	Медные	5/18	Кордильно-стирофлексная	55
18	Центральная медная, внешний алюминий	5/18	Кордильно-стирофлексная	15
19	Центральная медная, внешний алюминий	1,2/4,6	Баллонно-полиэтиленовая	30
20	Центральная медная, внешний алюминий	2,6/9,5	Полиэтиленовая спираль	60

Определить параметры коаксиального кабеля типа КМ-4 со следующими данными:				
Вариант	Тип проводников	Диаметр проводников	Тип изоляции	Рабочая частота, МГц
21	Алюминиевые	2.6/9.4	Шайбовая полиэтиленовая	700
22	Центральная медная, внешний алюминий	2.6/9.5	Шайбовая полиэтиленовая	350
23	Центральная медная, внешний алюминий	2.4/9.5	Шайбовая полиэтиленовая	750
24	Центральная медная, внешний алюминий	2.6/9.5	Полиэтиленовая спираль	450
25	Алюминиевые	2.6/9.5	Полиэтиленовая спираль	550
26	Центральная медная, внешний алюминий	2.6/9.5	Полиэтиленовая спираль	400
27	Центральная медная, внешний алюминий	1,2/4.6	Баллонно-полиэтиленовая	340
28	Центральная медная, внешний алюминий	5/18	Кордильно-стирофлексная	750
29	Алюминиевые	5/18	Кордильно-стирофлексная	450
30	Алюминиевые	2.6/9.5	Полиэтиленовая спираль	750

Практическая работа 2

К теме 6. Параметры передачи

Работа №2. «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИММЕТРИЧНОГО КАБЕЛЯ»

1. Цель работы

Получение навыков расчета параметров симметричного кабеля.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- Классификация и характеристики кабелей.
- Методика расчета.
- Поправки и их практическое использование.
- Способы получения и представления результатов расчета
- Принцип действия, устройство и характеристики используемых при выполнении настоящей работы. Междугородные симметричные кабели по виду изоляции подразделяются на кордельно-бумажные МК, кордельно-полистирольные (стирофлексные) МКС и полиэтиленовые МКП. Наружные оболочки изготавливают из свинца, алюминия или стали. Для междугородной связи

используют в основном 4х4 и 7х4 конструкции кабелей, а для зоновой – 1х4. Кабели предназначены для работы систем К-60 в спектре до 252 кГц при напряжении дистанционного питания 1000 В. Расстояние между НУП – 20 км и между ОУП – до 250 км. По кабелю могут работать системы: аналоговая – К-1020 и цифровая – ИКМ-120. Максимальная дальность связи до 12500 км.

Наибольшее распространение нашли на практике кабели МКСА 4х4. На рисунке 1 приведено поперечное сечение кабеля МКСА с вариантами исполнения: МКСАБпШп; МКСАКпШп; МКСАШп; МКСАБп и МКСАБпГ.

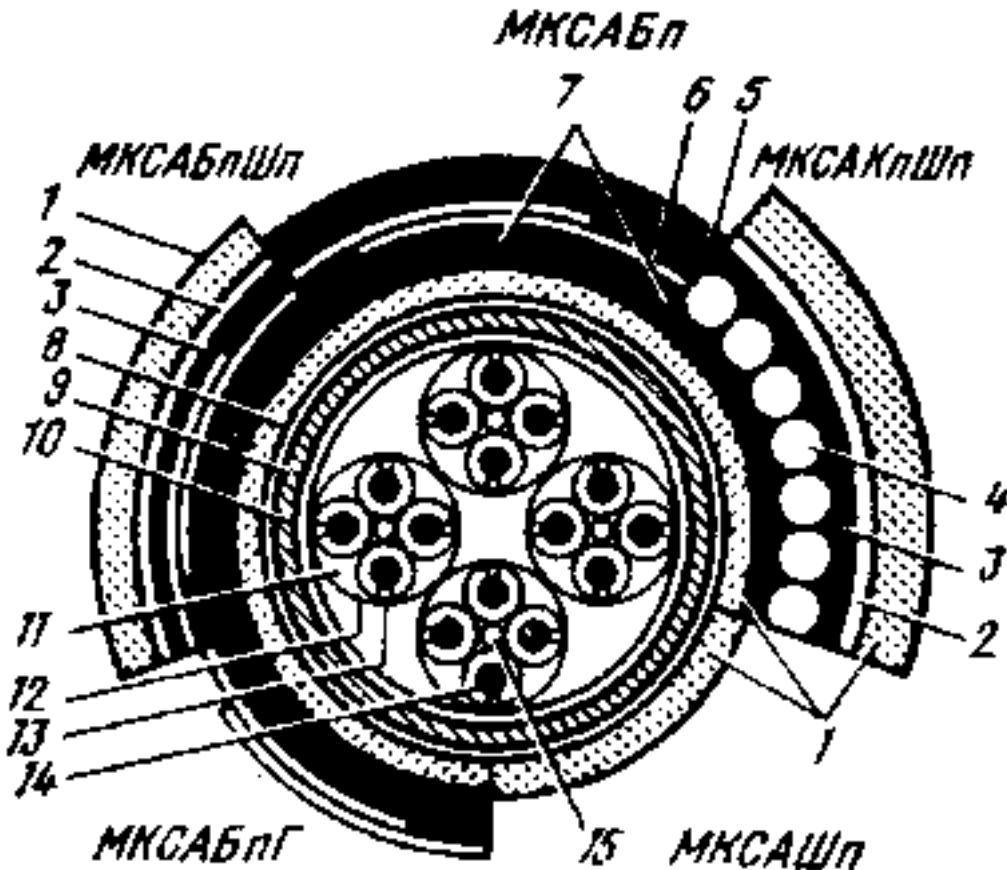


Рис. 1

На рисунке 1 отображено: 1-полиэтиленовый шланг; 2-поливинилхлорид-ная лента; 3-бумажный состав; 4-бронепроволока; 5-пряжа; 6-две бронелен-ты; 7-подушка; 8-подклеивающий слой; 9-алюминиевая оболочка; 10 – поя-сная изоляция; 11 – четверка; 12-лента; 13-кордель; 14-жила; 15-заполнитель.

Для кабелей типа МКС нормированы следующие электрические параметры:

- сопротивление цепи постоянному току 31,7 Ом/км;
- сопротивление изоляции – не менее 10000 Мом км;
- емкость 24,5 пФ/км;
- переходное затухание на ближнем конце – менее 61,7 дб;
- переходное затухание на дальнем конце – менее 73,8 дб;

- электрическая прочность изоляции между жилами 1500 В.

3. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СИММЕТРИЧНОЙ ЦЕПИ КАБЕЛЯ

Задача. Определить параметры симметричного кабеля типа МКС-4х4 медными жилами диаметром 1,2 мм и кордельно-полистирольной изоляцией. Частота 250 кГц. Диаметр изолированной жилы

$$d_l = d + 2\delta + 2\Delta = 1,2 + 2 \cdot 0,8 + 2 \cdot 0,14 = 3,08 \text{ мм.}$$

Диаметр звездной группы $d_3 = 2,41 \cdot d_l = 7,4 \text{ мм.}$

Расстояние между центрами жил $\alpha = 1,41 \cdot d_l = 4,34 \text{ мм.}$

РЕШЕНИЕ

1. Сопротивление симметричной цепи

$$R = 2R_0 \chi \left[1 + F(kr) + \frac{pG(kr) \cdot (d/a)^2}{1 - H(kr) \cdot (d/a)^2} \right], \text{ Ом/км,}$$

где p – принцип скрутки (при парной скрутке $p=1$, при звездной – $p=5$, при двойной парной – $p=2$)

1.1. Электрическое сопротивление одного проводника R_0 постоянному току определяется диаметром проводника d (мм) и удельной проводимостью ρ металла ($\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$) в соответствии с формулой $R_0 = 4000 \rho / (\pi \cdot d^2)$. ρ – удельное сопротивление металла (для меди – 0,0178 марка МТ, 0,01724 – меди марки ММ, 0,0282 – алюминия, 0,098 – сталь). Таким образом, для симметричной пары или двух проводников длиной в 1 км

$$2R_0 = 2 \cdot 1,02 \cdot 0,0175 (10^3/3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 4) = 31,5. \text{ Ом /км.}$$

- 1.2. По данным таблицы 2 определится kr

$$kr = 0,0105 \cdot d \cdot \sqrt{f} = 0,0105 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{250000} = 6,3.$$

- 1.3. Значения $F(kr)$, $H(kr)$ и $G(kr)$ находим из таблицы, где $F=1,4$; $G=1$; $H=0,58$

$$R = 31,5 \left[1 + 1,4 + \frac{5 \cdot 1,2^2 / 4,34^2}{1 - 0,58(1,2 / 4,34)^2} \right] = 31,5(1 + 1,4 + 0,5) = 91,4, \text{ Ом/км}$$

2. Индуктивность определится

$$L = \left[4 \ln \frac{a-r}{r} + \mu Q(kr) \right] \cdot 10^{-4}, \tilde{A}i / \tilde{e}i .$$

$$L = 1,02 \left[4 \cdot \ln \frac{4,34 - 0,6}{0,6} + 1 \cdot 0,45 \right] \cdot 10^{-4} = 0,79 \text{ МГн/км}$$

По таблице находим $Q(kr) = Q(6,3) = 0,45$.

3. Емкость определится

$$\tilde{N} = \frac{\epsilon_r \cdot \chi \cdot 10^{-6}}{36 \ln[(a\phi)/r]}, \text{ Ф/км,} \quad \text{где}$$

- χ - коэффициент скрутки кабельных цепей (1,02; ...; 1,07);
- ε_r - эффективная диэлектрическая проницаемость изоляции;
- ϕ - поправочный коэффициент, характеризующий близость металлической оболочки.

$$\tilde{N} = 1,02 \cdot 1,25 \cdot 10^{-6} / \left[36 \ln \frac{4,34}{0,6} \cdot 0,64 \right] = 23,9, \text{ нФ/км,}$$

Коэффициент, характеризующий удаление жил от заземленной оболочки выбирается из таблицы

$$\psi = [(7,1 + 2,96 - 1,2)^2 - 4,16^2] / [(7,1 + 2,96 - 1,2)^2 + 4,16^2] = 0,64.$$

4. Проводимость изоляции

$G = G_0 + G_f = 1/R_{\dot{\varepsilon}\varepsilon} + \omega C \cdot \operatorname{tg} \delta$, См/м на частоте 250 кГц $G_0 = 1/R_{\dot{\varepsilon}\varepsilon} \rightarrow 0$ поэтому $G = G_f = \omega C \cdot \operatorname{tg} \delta$ подставляя значения получится

$$G = 2 \cdot 3,14 \cdot 250 \cdot 000 \cdot 23,9 \cdot 10^{-9} \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 15 \text{ мкСм/км.}$$

5. Коэффициент затухания

$$a = \frac{R}{2} \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}, \text{ дБ/км,}$$

при подстановке первичных параметров

$$\alpha = \frac{91,4}{2} \sqrt{\frac{23,9 \cdot 10^{-9}}{0,79 \cdot 10^{-3}}} + \frac{15 \cdot 10^{-6}}{2} \sqrt{\frac{0,79 \cdot 10^{-3}}{23,9 \cdot 10^{-9}}} = (252 + 1,4) \cdot 10^{-3} \left(\frac{\dot{I}i}{\dot{\varepsilon}i} \right) = 2,26 \text{ дБ/км.}$$

6. Коэффициент фазы имеет вид

$$\beta = \omega \sqrt{LC},$$

после подстановки первичных параметров получится

$$\beta = 2 \cdot 3,14 \cdot 250 \cdot 000 \sqrt{0,79 \cdot 10^{-3} \cdot 23,9 \cdot 10^{-9}} = 6,77 \text{ рад/км,}$$

7. Волновое сопротивление, Ом, в области высоких частот $Z_B = \sqrt{L/C}$ и после подстановки первичных параметров получится

$$Z_B = \sqrt{0,79 \cdot 10^{-3} / 2,39 \cdot 10^{-9}} = 182 \text{ Ом.}$$

8. Скорость распространения $\vartheta = 1/\sqrt{LC}$ и после подстановки первичных параметров получится

$$\nu = 1/\sqrt{0,79 \cdot 10^{-3} \cdot 23,9 \cdot 10^{-9}} = 231 \cdot 000 \text{ км/с.}$$

9. Время распространения, с/км

$$T = 1/\nu = 4,32 \cdot 10^{-6} \text{ с/км.}$$

Таким образом, выполнен расчет параметров первичных и вторичных для симметричного кабеля на основании его известных конструктивных особенностей.

4. ВАРИАНТЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ

Определить параметры симметричного кабеля типа МКС-4х1 со следующими данными				
Вариант	Тип проводника	Диаметр проводника	Тип изоляции	Рабочая частота МГц
1	Медные	1,2	Шайбовая полиэтиленовая	5
2	Медные	1,3	Шайбовая полиэтиленовая	20
3	Медные	1,0	Шайбовая полиэтиленовая	60
4	Медные	1,0	Полиэтиленовая спираль	0,5
5	Медные	1,2	Полиэтиленовая спираль	30
6	Медные	1,3	Полиэтиленовая спираль	500
7	Медные	1,4	Полиэтиленовая спираль	600
8	Алюминиевые	1,0	Шайбовая полиэтиленовая	100
9	Алюминиевые	1,2	Полиэтиленовая спираль	60
10	Алюминиевые	1,3	Полиэтиленовая спираль	5
11	Алюминиевые	1,4	Баллоно-полиэтиленовая	50
12	Алюминиевые	1,0	Баллоно-полиэтиленовая	0,5
13	Медные	1,2	Баллоно-полиэтиленовая	30
14	Медные	1,3	Паристо-полиэтиленовая	500
15	Алюминиевые	1,1	Паристо-полиэтиленовая	60
16	Алюминиевые	1,0	Кордильно-стиролсоевая	10
17	Медные	1,2	Кордильно-стиролсоевая	55
18	Медные	1,4	Кордильно-стиролсоевая	15
19	Алюминиевая	1,2	Баллоно-полиэтиленовая	400
20	Медная	1,1	Полиэтиленовая спираль	700

Определить параметры симметричного кабеля типа МКС-4х4 по следующим данным				
Вариант	Тип проводника	Диаметр проводников	Тип изоляции	Рабочая частота МГц
21	Алюминиевый	1,8	Шайбовая полиэтиленовая	800
22	Медная	1,8	Шайбовая полиэтиленовая	350
23	Медная	1,5	Шайбовая полиэтиленовая	0,750
24	Алюминиевый	1,5	Полиэтиленовая слякати	450
25	Алюминиевый	1,6	Полиэтиленовая слякати	55
26	Медная	1,7	Полиэтиленовая слякати	100
27	Медная	1,7	Ваплично-полиэтиленовая	150
28	Медная	1,8	Кордильно-стирофлекская	200
29	Алюминиевый	1,7	Кордильно-стирофлекская	250
30	Алюминиевый	1,5	Полиэтиленовая слякати	300

Практическая работа 3 К теме 6. Параметры передачи

Работа №2. «РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ»

1. Цель работы. Получение навыков расчета параметров оптического кабеля.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- Классификация и характеристики кабелей.
- Методика расчета.
- Поправки и их практическое использование.
- Способы получения и представления результатов расчета
- Принцип действия, устройство и характеристики используемых при выполнении настоящей работы.

Разработка конструкции ОК.

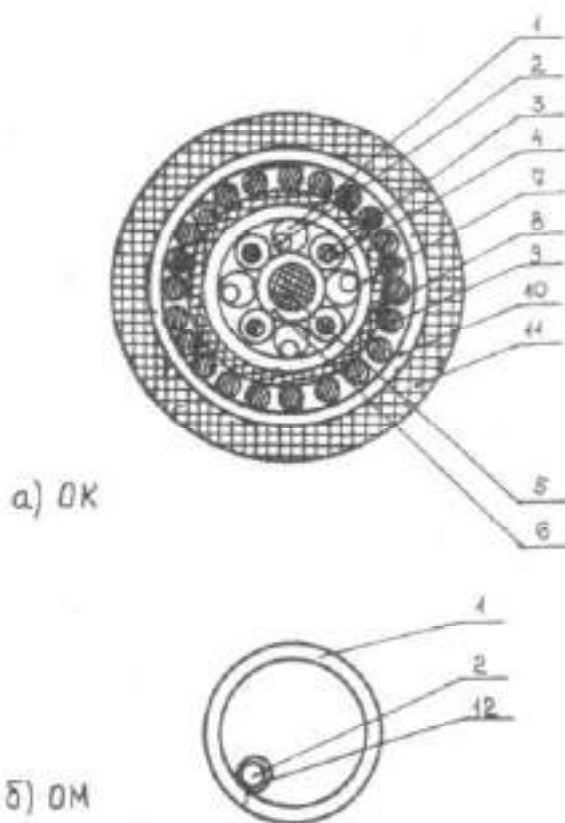
При разработке конструкции ОК следует учитывать ряд требований:

- кабель должен быть надежно защищен от наружных механических воздействий;
- при изгибе кабеля или при его растягивании в процессе прокладки ОК должен повреждаться;
- в конструкции должны быть предусмотрены, как минимум две медные жилы для организации дистанционного питания.

В проекте рекомендуется разрабатывать концентрическую конструкцию ОК Она характеризуется осе симметричным расположением оптических модулей (ОМ) в середине ОК, которые образуют один или несколько повивов. ОМ - это конструктивный элемент, состоящий обычно из одного реже из двух ОК, свободно расположенных в общей оболочке, которая заполняется мягкими синтетическими волокнами. Кабель представленный на рисунке имеет следующие конструктивные особенности:

- 1 – оболочка оптического модуля диаметром 12,5 мм;
- 2 - оптическое волокно диаметром 125 мкм;
- 3 – силовые элементы (жилы);
- 4 – изоляция жилы;

- 5 – центральный силовой элемент;
- 6 – оболочка центрального силового элемента толщиной 0,5 мм;
- 7 – обмоточная лента толщиной 0,5 мм;
- 8 – оболочка из полиэтилена толщиной 1,5 мм;
- 9 – армирующий элемент (изолированные стальные проволоки) диаметром 1,5 мм;
- 10 - обмоточная лента толщиной 0,5 мм;
- 11 – наружная оболочка из полиэтилена толщиной 2 мм;
- 12 – защитное покрытие ОВ диаметром от 0,5 до 1 мм.



Рисунок

Практическая работа 4

К темам 1- 10. Курсовое проектирование «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

1. Цель работы Получение навыков проектирования и расчета магистральных телекоммуникационных систем.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- Классификация и характеристики кабелей.
- Методика проектирования и расчета.
- Допущения и их практическое использование.
- Способы получения и представления результатов расчета.

- Принцип действия, устройство и характеристики, используемых при выполнении настоящей работы.

3.3 А Д А Н И Е на курсовой проект

по дисциплине **Направляющие среды электросвязи**

по специальности

Студенту _____

Института физико-математических наук и технологий БФУ им. И.Канта

1. Тема курсового проекта **«ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ»**
2. Срок представления курсового проекта руководителю:

- в черновом виде – _____ 20...г., фактически- 20...г. _____
- в законченном виде – _____ 20...г., фактически - 20...г. _____

3. Дата выдачи _____ 20...г.,

Руководитель *к.т.н., с.н.с. Пониматкин Виктор Ефимович*

Консультант

Калининград

20....г.

4. Исходные данные по курсовому проекту:
 - трасса -
 - тип кабеля -
5. Перечень вопросов, подлежащих разработке или краткое содержание проекта Введение(актуальность, цель, основные и дополнительные задачи, требования к направляющим системам, системам передачи, краткое содержание частей проекта, решаемых в них задачи и используемые методы решения, использование ЭВМ).
 - 5.1. Первая глава. Разработка схемы многоканальной телекоммуникационной магистральной.
 - 5.1.1. Обоснование трассы магистральной.
 - 5.1.2. Определение числа каналов на магистральной.
 - 5.1.3. Обоснование требований и выбор телекоммуникационной системы.
 - 5.1.4. Обоснование требований и выбор типа кабеля.
 - 5.1.5. Определение схемы связи.
 Выводы.
 - 5.2. Вторая глава. Расчет параметров кабеля.
 - 5.2.1. Описание конструкции кабеля и его поперечного разреза.
 - 5.2.2. Расчет параметров передачи кабеля в диапазоне частот.
 - 5.2.3. Выбор длины усилительного участка.

Выводы.

5.3. Третья глава. Проектирование магистрали.

5.3.1. Обоснование размещения ОУП и НУП на магистрали.

5.3.2. Рекомендации по защите кабельной магистрали от:

- электрифицированных железных дорог, линий передачи;
- работающих радиостанций;
- ударов молнии.

5.3.3. Рекомендации по трассе при преодолении:

- автодорог;
- железных дорог;
- рек и озер;
- береговых участков моря.

Выводы.

5.4. Четвертая глава. Строительство и эксплуатация магистральной линии.

5.4.1. Предложения по перечню основных работ по строительству кабельной магистрали.

5.4.2. Объем работ и потребное количество линейного оборудования.

5.4.3. Мероприятия по технической эксплуатации кабельной магистрали.

Выводы.

Заключение (какие поставленные задачи выполнены и практические результаты проекта?).

6. Рекомендации по современным методам построения магистралей, моделированию и использованию ЭВМ полученных на основании данных ИНТЕРНЕТ.

6.1. Рекомендации по современным методам построения магистралей

6.2. Рекомендации по моделированию

6.3. Рекомендации по использованию ЭВМ

7. Перечень графического материала:

- схема трассы;
- конструктивный чертеж;
- графики (например, входного сопротивления, и др.);
- размещение трассы относительно влияющих линий;
- схема их включения системы;
- схемы сближения магистрали с линиями передачи.

8. Перечень рекомендуемых материалов и литературы.

- Методическая разработка «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ» -К: 2016г;

- Методическое пособие №1 и №2 по расчету параметров кабелей;

- Гроднев И.И. Линии связи.

- Атлас автомобильных дорог. 1990 г.

9. Рекомендации руководителя при проверке хода выполнения проекта.

Руководитель

/ В.Пониматкин /

Исполнитель _____ / _____ / _____

«...» 20....г.

4.ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

В соответствии с учебным планом, задания выполняются в четвертом семестре (2 курс). Задания составлены в нескольких вариантах. По всем вариантам проектируется магистраль с использованием коаксиального, симметричного или волоконно-оптического кабеля.

Расчетные формулы, используемые при разработке задания, приводятся без выводов (в окончательном виде).

На все формулы, нормы, схемы, взятые из любого справочника, даются со ссылкой с указанием источника, номера страницы или формулы.

Расчеты можно выполнять с помощью вычислительной техники по готовым или самостоятельно составленным программам, которые необходимо приводить в отчете. Введенные самостоятельно программы обязательно проверяются по контрольному примеру. Окончательные результаты расчета проверять по размерности, подчеркнуть и сделать по ним выводы, обязательно пояснение к схемам. В тех случаях, когда правильно рассчитанные по исходным данным величины не удовлетворяют техническим нормам (требованиям), следует указать причину, почему в данном случае норма не удовлетворяется и какие меры следует принять, чтобы данная норма выполнялась.

Задание выполняется на стандартных листах бумаги А4, сброшюрованных в папку. Страницы текста и рисунки нумеруют и даются подрисуночные подписи. Эскизы и схемы выполняют технически грамотно, с соблюдением требования ГОСТ и в масштабе. Текст необходимо писать разборчиво, без излишних подробностей в описательной части, выводы дают четкими, а предлагаемые решения - краткими, в форме рекомендаций. В конце выполненного задания приводится список использованной литературы, ставится подпись и дата выполнения.

5.ТРАССЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

1. Москва (15000 тыс.человек) – Воронеж (2470 тыс.человек) + 10 ТВ каналов + интернет.
2. Курск (1339) – Владимир (1653) + 10 ТВ каналов + интернет.
3. Москва (15000) – Брянск (1475) + 10 ТВ каналов + интернет.
4. Орел (891) – Кострома (809) + 10 ТВ каналов + интернет.
5. Рязань (1346) – Калинин (1670) + 10 ТВ каналов + интернет.
6. Смоленск (1158) – Калуга (1067) + 10 ТВ каналов + интернет.
7. Тамбов (1320) – Курск (1339) + 10 ТВ каналов + интернет.
8. Санкт-Петербург (7000) – Москва (15000) + 10 ТВ каналов + интернет.
9. Калинин (1670) – Горький (3713) + 10 ТВ каналов + интернет.
10. Курск (1339) –Воронеж (2470) + 10 ТВ каналов + интернет.
11. Екатеринбург(2000) – Воронеж (2470) + 10 ТВ каналов + интернет.
12. Пенза (1502) – Воронеж (24700) + 10 ТВ каналов + интернет.
13. Рязань (1346) – Кострома (809) + 10 ТВ каналов + интернет.
14. Смоленск (1158) – Курск (1339) + 10 ТВ каналов + интернет.
15. Тамбов (1320) – Москва (15653) + 10 ТВ каналов + интернет.

16. Омск (1932) – Томск(2748) + 10 ТВ каналов + интернет.
17. Одесса (2642) – Севастополь (1416) + 10 ТВ каналов + интернет.
18. Москва (15653) - Екатеринбург(2000) + 10 ТВ каналов + интернет.
19. Брянск (1475) – Белгород (1381) + 10 ТВ каналов + интернет.
20. Калинин (1670) – Иваново (1317) + 10 ТВ каналов + интернет.
21. Москва (15653) – Кострома (809) + 10 ТВ каналов + интернет.
22. Пенза (1502) – Горький (3713) + 10 ТВ каналов + интернет.
23. Рязань (1346) – Курск (1339) + 10 ТВ каналов + интернет.
24. Тамбов (1320) – Орел (891) + 10 ТВ каналов + интернет.
25. Калининград (400) – Светлогорск (70) + 10 ТВ каналов + интернет.
26. Калининград (400) – Балтийск (100) + 10 ТВ каналов + интернет.
27. Калининград (1000) - Санкт-Петербург (7000) + 10 ТВ каналов + интернет.
28. Калининград (400) –Черняховск (70) + 10 ТВ каналов + интернет.
29. Калининград (400) – Мамоново (20) + 10 ТВ каналов + интернет.
30. Калининград (400) – Зеленоградск (50) + 10 ТВ каналов + интернет.
31. Калуга (1067) – Нижний Новгород (3713) + 10 ТВ каналов + интернет.
32. Липецк (1231) – Брянск (1475) + 10 ТВ каналов + интернет.
33. Владивосток (1300) – Хабаровск (987) + 10 ТВ каналов + интернет.
34. Хабаровск (987)- Магадан(1100) + 10 ТВ каналов + интернет.
35. Магадан (1100)- Петропавловск-Камчатский(956) + 10 ТВ каналов + интернет.
36. Хабаровск(987)-Чита(911) + 10 ТВ каналов + интернет.
37. Чита(911) – Улан-Уде (1200) + 10 ТВ каналов + интернет.
38. Улан-Уде (1200)- Иркутск(890) + 10 ТВ каналов + интернет.
39. Иркутск (890) – Хатанга (610) + 10 ТВ каналов + интернет.
40. Хатанга (610) –Норильск (320) + 10 ТВ каналов + интернет.
41. Норильск (320) – Новосибирск (1100) + 10 ТВ каналов + интернет.

6.Последовательность выполнения проекта.

6.1. Выбор трассы магистрали.

Трасса прокладки кабеля определяется расположением оконечных пунктов. Все требования, учитываемые при выборе трассы, можно свести к трем основным: минимальные капитальные затраты на строительство; минимальные эксплуатационные расходы; удобство обслуживания исходя из анализа вариантов трасс.

6.2. Определение числа каналов на магистрали.

Число каналов, связывающих заданные оконечные пункты, в основном зависит от численности населения в этих пунктах и от степени заинтересованности отдельных групп населения во взаимной связи; от количества ТВ каналов и интернета.

6.3.Выбрать систему передачи (СП) и тип кабеля.

6.4.Разработать и обосновать схему организации связи.

6.5.Выполнить конструктивный расчет кабеля, разработать и вычертить поперечный разрез кабеля с указанием его марки и всех элементов по образцу.

- 6.6. Рассчитать параметры передачи цепей кабеля в диапазоне частот СП.
- 6.7. Определить длину усилительного (регенерационного) участка и дать схему размещения ОУП и НУП на магистрали.
- 6.8. Рассчитать параметры взаимного влияния между цепями кабеля.
- 6.9. Рассчитать опасное магнитное влияние ЛЭП на симметричные цепи кабеля и дать рекомендации по защите.
- 6.10. Определить необходимость защиты кабельной магистрали от ударов молнии.
- 6.11. Разработать мероприятия и схемы защиты кабелей от внешних влияний.
- 6.12. Составить перечень основных работ по строительству кабельной магистрали, рассчитать объем работ и потребные для строительства основные линейные материалы.
- 6.13. Обосновать экономическими расчетами вариант магистрали.
- 6.14. Разработать выводы с результатами выполненных расчетов.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

*Примерный перечень вопросов к зачету
дисциплины «Направляющие среды электросвязи»*

1. *Виды связи и их основные свойства.*
2. *Системы многоканальной передачи по телекоммуникационным системам.*
3. *Направляющие системы передачи.*
4. *Основные требования к направляющим системам.*
5. *Принципы построения сетей связи.*
6. *Магистральные и зоновые сети связи.*
7. *Городские телефонные сети.*
8. *Сети сельской связи.*
9. *Единая автоматизированная сеть связи России.*
10. *Классификация и маркировка кабелей.*
11. *Проводники и изоляция в направляющих системах.*
12. *Типы скруток и принципы построения сердечника кабеля.*
13. *Защитные бронепокровы.*
14. *Междугородные коаксиальные кабели.*
15. *Междугородные симметричные кабели.*
16. *Зоновые кабели.*
17. *Кабели сельской связи.*
18. *Подводные кабели.*
19. *Конструкция оптических кабелей.*
20. *Теория передачи по направляющим системам.*
21. *Параметры направляющих систем.*
22. *Коаксиальные кабели, передача электромагнитной энергии по идеальной коаксиальной цепи.*
23. *Передача электромагнитной энергии по коаксиальной цепи с учетом потерь в проводниках.*
24. *Вторичные параметры передачи коаксиальной цепи.*
25. *Оптимальные соотношения диаметров проводников коаксиальной цепи.*
26. *Неоднородности в коаксиальных кабелях и их влияние на передачу электромагнитной энергии.*
27. *Электрические процессы в симметричных кабелях.*
28. *Передача электромагнитной энергии по идеальной симметричной паре.*

29. Передача электромагнитной энергии по идеальной симметричной паре с учетом потерь.
30. Емкость и проводимость изоляции симметричной цепи.
31. Вторичные параметры симметричных цепей.
32. Кабели с искусственно увеличенной индуктивностью.
33. Принцип организации связи по кабельным линиям.
34. Устойчивость и дальность связи по кабельным линиям.
35. Проблема ЭМС для направляющих систем электросвязи.
36. Методы исследования взаимных влияний в направляющих системах электросвязи.
37. Взаимные влияния в однородных симметричных линиях связи.
38. Взаимные влияния между цепями воздушной линии связи.
39. Нормы по защите цепей от взаимного влияния.
40. Защита цепей симметричных кабельных линий от взаимных влияний методом скрутки цепей.
41. Симметрирование низкочастотных кабелей связи.
42. Защита коаксиальных цепей от взаимных влияний.
43. Источники внешних электромагнитных влияний на цепи связи.
44. Виды и классификация внешних влияний на цепи связи.
45. Влияние атмосферного электричества на цепи связи.
46. Влияние линий электропередачи на цепи связи.
47. Влияние электрифицированных железных дорог на цепи связи.
48. Нормы опасных и мешающих влияний внешних ЭМП на цепи связи.
49. Расчет опасного электрического влияния внешних ЭМП на цепи связи.
50. Расчет опасного магнитного влияния внешних ЭМП на цепи связи.
51. Расчет мешающего влияния внешних ЭМП на цепи связи.
52. Расчет влияния радиостанций на линии связи.
53. Меры защиты сооружений связи от внешних влияний.
54. Коррозия кабельных оболочек.
55. Расчет потенциалов и токов, возникающих на кабельной оболочке за счет блуждающих токов.
56. Меры защиты кабельных линий от коррозии.
57. Особенности защиты от коррозии алюминиевых и стальных оболочек.
58. Построение системы передачи первичной сети (транспортной сети).
59. Модели транспортных сетей.
60. Архитектура транспортных сетей.
61. Принципы построения и состав сетей передачи данных.
62. Подсистемы передачи данных.
63. Компьютерные сети.
64. Принципы построения телефонных сетей.
65. Принципы построения и структура сети телеграфной связи.
66. Организация проектирования линейных сооружений электросвязи.
67. Техно-экономические обоснования проекта сооружений электросвязи.
68. Выбор системы передачи, типа линии электросвязи и направляющей системы.
69. Разработка проекта направляющей системы.
70. Основы технической эксплуатации линейных сооружений.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература.

1. Шпилевой А.А., Пониматкин В.Е. ЭМПВ. Ч.2, –К: . 2017.
2. Пониматкин В.Е. Методическое пособие «Расчет параметров коаксиального кабеля». –К: 2017г.
3. Пониматкин В.Е. Методическое пособие «Расчет параметров симметричного кабеля». –К: 2017г. РГУ им.И.Канта
4. Пониматкин В.Е. Методическое пособие «Проектирование и расчет телекоммуникационных систем». -К:, БФУ им.И.Канта. 2017

Дополнительная литература.

1. Ксенофонтов С.Н. Портнов Э.Л. Направляющие системы электросвязи. М., 2014.
2. Гроднев и.И. Верник С.М. Линии связи. М.: Радио и связь. С.-544. 1991

3. ГОСТ 24375 – 80. Радиосвязь, М., Госкомиздат, 1980.
4. Портнов Э.Л. Электрические кабели связи и их монтаж М., 2004
5. Ефимов Н.Е., Останькович Г.А. Радиочастотные линии передачи, М., Связь, 1987
6. Брискер А.С., Гусев Ю.М., Ильин В.В. и другие. Спектральное уплотнение волоконнооптических линий ГТС. Электросвязь, 1990, №1, с41-42.
7. Брискер А.С., Быстров В.В., Ильин В.В.. Способы увеличения пропускной способности волоконнооптических линий ГТС. Электросвязь, 1991, №4, с28-29.
8. М.М. Бугусов, С.М. Верник, С.Л. Балкин и другие. Волоконно оптические системы передачи. - М.: Радио и связь, 1992 –416с.
9. Мигулин И.М., Чаповский М.З. Усилительные устройства на транзисторах. –К.: Техника, 1974.
10. Методические указания по молниезащите промышленных объектов, КПИ, 1985г.
11. Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий.-М.:Издательство стандартов,1995

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;

- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

1. Учебная аудитория на 25 человек. Проектор Epson EMP-1810 - проектор с повышенной яркостью; персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5”, keyboard, Mouse, LAN, Internet access.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Договор № 812/11 от 23.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010. Договор № 812/11 от 30.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Линии передач и устройства СВЧ»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Бурмистров Валерий Иванович, старший преподаватель института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Линии передач и устройства СВЧ».

Цель дисциплины «Линии передач и устройства СВЧ» - изучение особенностей структуры электромагнитного поля и электромагнитных волн, распространяющихся в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объёмных резонаторах; формирование у студентов навыков алгоритмизации решения краевых задач электромагнитного поля.

Задачами дисциплины являются изучение принципов действия, характеристик, параметров и особенностей устройства элементов волноводного тракта, используемых в системах связи. К их числу относятся волноводы, резонаторы, согласующие устройства, аттенюаторы, фазовращатели, направленные ответвители, волноводные мосты, циркуляторы. В результате у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие применять волноводные элементы при разработке и эксплуатации средств связи.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПКС-5. Способен осуществлять монтаж, настройку, регулировку, тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи, обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих установленным эксплуатационно-техническим нормам</p>	<p>ПКС-5.1. Знает действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов, методики проведения проверки технического состояния оборудования, трактов и каналов передачи ПКС-5.2. Умеет вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи ПКС-5.3. Владеет навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования программного обеспечения оборудования при его настройке, тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования</p>	<p>Знать основные типы, характеристики, параметры и области применения элементов и устройств СВЧ; методы и способы проведения измерений параметров элементов высокочастотных трактов. Уметь выбирать и применять элементы СВЧ - техники в системах телекоммуникации; измерять параметры пассивных элементов СВЧ-трактов; Владеть: навыками наладки, настройки, регулировки и элементов СВЧ-трактов; приемами выполнения типовых измерений основных параметров СВЧ-устройств</p>
<p>ПКС-8. Способен проводить расчеты по</p>	<p>ПКС-8.1. Знает нормативно-правовые нормативно-технические</p>	<p>Знать: общие свойства волн, распространяющихся в линиях передачи;</p>

<p>проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ</p>	<p>и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации ПКС-8.2. Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта ПКС-8.3. Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации</p>	<p>структуру поля и параметры электромагнитных волн в линиях передачи и резонаторах; способы возбуждения конкретных типов волн в волноводах и резонаторах; основы теории и методы согласования электронных устройств в СВЧ диапазоне. Уметь: анализировать структуру электромагнитного поля в различных линиях передачи и пассивных элементах СВУ-устройств; самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, моделировать на компьютере устройства, системы и процессы с использованием пакетов прикладных компьютерных программ. Владеть: навыками проектирования высокочастотных элементов инфокоммуникационных систем; навыками практической работы с современными специализированными пакетами компьютерных программ.</p>
--	---	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Линии передач и устройства СВЧ» представляет собой дисциплину части, формируемая участниками образовательных отношений блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по

формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Общие вопросы распространения волн в линиях передач	Границы, особенности и области применения электромагнитных волн диапазона СВЧ. Волновое уравнение и его решение для произвольной передающей линии. Величины, характеризующие распространение электромагнитных волн в линиях. Дисперсия в линиях СВЧ. Фазовая скорость и длина волны. Групповая скорость. Классификация типов волн. Особенности распространения волн в гиромангнитных средах и ионизированном газе.
2	Тема 2. Волноводы.	Уравнения составляющих поля при волнах типа ТЕ и ТМ. Структура поля в прямоугольном волноводе при волнах типа Н и Е. Токи в стенках прямоугольного волновода. Возбуждение колебаний в прямоугольном волноводе. Критическая длина волны и дисперсия в прямоугольном волноводе. Уравнения поля в цилиндрической системе координат. Решение волнового уравнения с помощью функций Бесселя. Волны типа ТМ и ТЕ в круглом волноводе. Критическая длина волны и дисперсия в волноводах круглого сечения. Коаксиальные линии. Волновое уравнение для коаксиальной линии. Дисперсионные моды в коаксиальной линии. ТЕМ волна в коаксиальной линии.
3	Тема 3. Передача энергии по волноводам	Связь напряженностей полей с передаваемой мощностью. Потери в волноводах. Принципы выбора типа волны, формы и размеров сечения волновода. Специальные передающие линии СВЧ. Полосковые линии. Диэлектрические волноводы. Запредельный волновод.
4	Тема 4. Неоднородности в волноводах	Метод эквивалентных схем. Волновое сопротивление. Характеристическое сопротивление длинной линии и эквивалентное сопротивление волновода. Входное сопротивление линии. Коэффициент отражения. Диафрагмы в волноводах.

5	Тема 5. Режимы работы волноводов.	Стоячие волны и согласование волноводов. Сопротивление нагрузки. Коэффициент отражения. Коэффициент стоячей волны (КСВ). Связь между КСВ, КБВ и коэффициентом отражения. Режимы работы волновода: холостой ход, короткое замыкание, согласование. Круговая диаграмма полных сопротивлений и проводимостей. Применение круговых диаграмм.
6	Тема 6. Соединение волноводов	Разъемные сочленения СВЧ – устройств. Изгибы, скрутки. Короткозамыкающие поршни.
7	Тема 7. Согласующие устройства.	Согласование линий передач. Устройства узкополосного и широкополосного согласования.
8	Тема 8. Двухплечие узлы СВЧ – трактов.	Трансформаторы и фильтры типов волн. Поглощающие (согласованные) нагрузки. Атенюаторы. Фазовращатели.
9	Тема 9. Многоплечие узлы СВЧ – трактов.	Волноводные тройники. Направленные ответвители. Волноводные мосты. Циркуляторы.
10	Тема 10. Резонаторы СВЧ.	Классификация резонаторов. Выражения для компонент поля в призматических, цилиндрических и коаксиальных резонаторах. Эквивалентная схема резонатора и ее параметры. Собственная, внешняя, радиационная, нагруженная добротности резонатора. Коэффициент связи. Активная и реактивная проводимости резонатора.
11	Тема 11. Измерение полного сопротивления и параметров согласования.	Измерительные линии. Панорамные измерители КСВ и полного сопротивления. Поляризационные измерители полных сопротивлений.

6. Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Общие вопросы распространения волн в линиях передач	Границы, особенности и области применения электромагнитных волн диапазона СВЧ. Волновое уравнение и его решение для произвольной передающей линии. Дисперсия в линиях СВЧ Особенности распространения волн в гиромангнитных средах и ионизированном газе.
2	Тема 2. Волноводы.	Волноводы прямоугольного сечения. Волноводы круглого сечения. Коаксиальные линии.
3	Тема 3. Передача энергии по волноводам	Связь напряженностей полей с передаваемой мощностью. Потери в волноводах. Принципы выбора типа волны, формы и размеров сечения волновода. Специальные передающие линии СВЧ.
4	Тема 4. Неоднородности в волноводах	Метод эквивалентных схем. Коэффициент отражения. Диафрагмы в волноводах.

5	Тема 5. Режимы работы волноводов.	Коэффициент отражения. Коэффициент стоячей волны (КСВ). Режимы работы волновода Круговая диаграмма полных сопротивлений и проводимостей. Применение круговых диаграмм.
6	Тема 6. Соединение волноводов	Разъемные сочленения СВЧ – устройств. Изгибы, скрутки. Короткозамыкающие поршни.
7	Тема 7. Согласующие устройства.	Согласование линий передач.
8	Тема 8. Двухплечие узлы СВЧ – трактов.	Трансформаторы и фильтры типов волн. Поглощающие (согласованные) нагрузки. Аттенюаторы. Фазовращатели.
9	Тема 9. Многоплечие узлы СВЧ – трактов.	Волноводные тройники. Направленные ответвители. Волноводные мосты. Циркуляторы.
10	Тема 10. Резонаторы СВЧ.	Классификация резонаторов. Выражения для компонент поля резонаторах. Эквивалентная схема резонатора и ее параметры.
11	Тема 11. Измерение полного сопротивления и параметров согласования.	Измерительные линии. Панорамные измерители КСВ и полного сопротивления.

Рекомендуемая тематика практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 2. Волноводы.	Знакомство с ПО ANSYS Electromagnetics Suite 15.0
2	Тема 2. Волноводы.	Изучение работы волновода в одно и многомодовом режимах в программном пакете ANSYS Electromagnetics Suite 15.0. Фильтрация типов колебаний.
3	Тема 8. Двухплечие узлы СВЧ – трактов.	Изучение работы ферритового вентиля в программном пакете ANSYS Electromagnetics Suite 15.0.
4	Тема 9. Многоплечие узлы СВЧ – трактов.	Изучение работы направленных ответвителей в программном пакете ANSYS Electromagnetics Suite 15.0.
5	Тема 9. Многоплечие узлы СВЧ – трактов.	Изучение работы волноводного тройника в программном пакете ANSYS Electromagnetics Suite 15.0.
6	Тема 9. Многоплечие узлы СВЧ – трактов.	Изучение работы двойного Т-образного моста в программном пакете ANSYS Electromagnetics Suite 15.0.
7	Тема 9. Многоплечие узлы СВЧ – трактов.	Изучение работы волноводно-щелевого моста в программном пакете ANSYS Electromagnetics Suite 15.0.
8	Тема 9. Многоплечие узлы СВЧ – трактов.	Изучение работы циркулятора в программном пакете ANSYS Electromagnetics Suite 15.0.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 2. Волноводы.	Сравнительное исследование дисперсионных свойств прямоугольного и коаксиального волноводов. Исследование структуры поля в волноводах прямоугольного и круглого сечения.

2	Тема 3 Передача энергии по волноводам	Измерение затухания в прямоугольном и коаксиальном волноводах методом измерения коэффициента стоячей волны.
3	Тема 4 Неоднородности в волноводах	Исследование нерегулярных элементов в прямоугольном волноводе.
4	Тема 5 Режимы работы волноводов.	Сравнительное исследование распределения поля в продольном сечении волновода круглого сечения для режимов стоячей и бегущей волны.
5	Тема 7. Согласующие устройства.	Определение эквивалентного сопротивления нагрузки и ее узкополосное согласование с волноводом
6	Тема 8. Двухплечие узлы СВЧ – трактов.	Исследование невзаимных ферритовых устройств в прямоугольном волноводе
7	Тема 9. Многоплечие узлы СВЧ – трактов.	Исследование характеристик многоплечих узлов СВЧ - трактов
8	Тема 10. Резонаторы СВЧ.	Измерение добротностей объемного резонатора
9	Тема 11. Измерение полного сопротивления и параметров согласования.	Измерение полных сопротивлений с помощью измерительной линии.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по пройденным темам.

2. При подготовке к практическим занятиям выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств, продумать методику проведения модельного эксперимента в рамках конкретной практической работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме.

3. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Общие вопросы распространения волн в линиях передач	ПКС-5 ПКС-8	Тестирование
Тема 2. Волноводы.	ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита практических работ, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 3. Передача энергии по волноводам	ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 4. Неоднородности в волноводах	ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 5. Режимы работы волноводов.	ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 6. Соединение волноводов	ПКС-5 ПКС-8	Тестирование
Тема 7. Согласующие устройства.	ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 8. Двухплечие узлы СВЧ – трактов.	ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита практических работ, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 9. Многоплечие узлы СВЧ – трактов.	ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита практических работ, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 10. Резонаторы СВЧ.	ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 11. Измерение полного сопротивления и параметров согласования.	ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

Тема 1. Общие вопросы распространения волн в линиях передач

SingleSelection	Условие распространения ЭМВ по направляющим системам	<p>поперечный коэффициент распространения больше суммарного коэффициента распространения по направляющей системе</p> <p>продольный коэффициент распространения больше нуля</p> <p>продольный коэффициент распространения меньше нуля</p> <p>суммарный коэффициент распространения равен нулю</p>	2
SingleSelection	ТЕМ волна распространяется в направляющей системе	<p>имеющей продольный ток</p> <p>имеющий продольный электрический вектор электромагнитного поля системы</p> <p>имеющий продольный магнитный вектор электромагнитного поля системы</p> <p>имеющей только поперечный ток</p>	1
SingleSelection	ТЕ волна распространяется в направляющей системе	<p>имеющей продольный ток</p> <p>имеющий продольный электрический вектор</p>	3

		<p>электромагнитного поля системы</p> <p>имеющий продольный магнитный вектор электромагнитного поля системы</p> <p>имеющей только поперечный ток</p>		
SingleSelection	ТН волна распространяется в направляющей системе	<p>имеющей продольный ток</p> <p>имеющий продольный электрический вектор электромагнитного поля системы</p> <p>имеющий продольный магнитный вектор электромагнитного поля системы</p> <p>имеющей только поперечный ток</p>		2
SingleSelection	Наибольшая мощность передается по направляющей системе в режиме	<p>бегущих волн</p> <p>отсутствия волн т.е. при постоянном токе</p> <p>смешанных волн</p> <p>стоячих волн</p>		1
SingleSelection	Фазовая скорость электромагнитной волны в волноводе это	<p>Скорость передачи узкополосного сигнала</p> <p>Скорость перемещения волнового фронта</p> <p>Скорость распространения энергии</p> <p>Скорость распространения энергии и перемещения волнового фронта</p>		2
MultipleSelection	Групповая скорость электромагнитной волны в волноводе это	<p>Скорость передачи узкополосного сигнала</p> <p>Скорость перемещения волнового фронта</p> <p>Скорость распространения энергии</p> <p>Скорость распространения энергии и перемещения волнового фронта</p>		1,3
SingleSelection	Понятие фазовой скорости	<p>Применимо для гармонических процессов</p> <p>Является универсальным понятием</p> <p>Применимо для узкополосных сигналов</p> <p>Применимо для широкополосных сигналов</p>		1
SingleSelection	Понятие групповой скорости	<p>Применимо для гармонических процессов</p> <p>Является универсальным понятием</p> <p>Применимо для узкополосных сигналов</p> <p>Применимо для широкополосных сигналов</p>		3

SingleSelection	При каком условии поле рассматриваемого типа представляет собой в волноводе распространяющуюся волну?	<table border="1"> <tr><td>$\lambda_0 < \lambda_{кр}$</td></tr> <tr><td>$\lambda_0 > \lambda_{кр}$</td></tr> <tr><td>$\lambda_0 > \lambda_{кр}$</td></tr> <tr><td>$\lambda_0 < \lambda_{кр}$</td></tr> </table>	$\lambda_0 < \lambda_{кр}$	$\lambda_0 > \lambda_{кр}$	$\lambda_0 > \lambda_{кр}$	$\lambda_0 < \lambda_{кр}$	1				
$\lambda_0 < \lambda_{кр}$											
$\lambda_0 > \lambda_{кр}$											
$\lambda_0 > \lambda_{кр}$											
$\lambda_0 < \lambda_{кр}$											
SingleSelection	При каком условии поле рассматриваемого типа представляет собой в волноводе местное затухающее поле?	<table border="1"> <tr><td>$\lambda_0 < \lambda_{кр}$</td></tr> <tr><td>$\lambda_0 > \lambda_{кр}$</td></tr> <tr><td>$\lambda_0 > \lambda_{кр}$</td></tr> <tr><td>$\lambda_0 < \lambda_{кр}$</td></tr> </table>	$\lambda_0 < \lambda_{кр}$	$\lambda_0 > \lambda_{кр}$	$\lambda_0 > \lambda_{кр}$	$\lambda_0 < \lambda_{кр}$	3				
$\lambda_0 < \lambda_{кр}$											
$\lambda_0 > \lambda_{кр}$											
$\lambda_0 > \lambda_{кр}$											
$\lambda_0 < \lambda_{кр}$											
MultipleSelection	От чего зависит критическая длина волны?	<table border="1"> <tr><td>От частоты генератора</td></tr> <tr><td>От размеров и конфигурации проводников в поперечном сечении волновода</td></tr> <tr><td>От мощности на выходе генератора</td></tr> <tr><td>От формы силовых линий электрического и магнитного полей</td></tr> </table>	От частоты генератора	От размеров и конфигурации проводников в поперечном сечении волновода	От мощности на выходе генератора	От формы силовых линий электрического и магнитного полей	2,4				
От частоты генератора											
От размеров и конфигурации проводников в поперечном сечении волновода											
От мощности на выходе генератора											
От формы силовых линий электрического и магнитного полей											
SingleSelection	Математическое условие отсутствия дисперсии в волноводе имеет вид	<table border="1"> <tr><td>$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial z^2} = 0$</td></tr> <tr><td>$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial z^2} = 0$</td></tr> <tr><td>$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial z^2} = 0$</td></tr> <tr><td>$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial y^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial y^2} = 0$</td></tr> </table>	$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial z^2} = 0$	$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial z^2} = 0$	$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial z^2} = 0$	$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial y^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial y^2} = 0$	4				
$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial z^2} = 0$											
$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial z^2} = 0$											
$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial z^2} = 0$											
$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial y^2} = 0, \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial y^2} = 0$											
SingleSelection	Как связаны между собой фазовая скорость и скорость распространения энергии в волноводе?	<table border="1"> <tr><td>$v_{\phi}/v_{гр}=c$</td></tr> <tr><td>$c/v_{гр}=v_{\phi}$</td></tr> <tr><td>$v_{\phi}=v_{гр}+c$</td></tr> <tr><td>$v_{\phi}v_{гр}=c^2$</td></tr> </table>	$v_{\phi}/v_{гр}=c$	$c/v_{гр}=v_{\phi}$	$v_{\phi}=v_{гр}+c$	$v_{\phi}v_{гр}=c^2$	4				
$v_{\phi}/v_{гр}=c$											
$c/v_{гр}=v_{\phi}$											
$v_{\phi}=v_{гр}+c$											
$v_{\phi}v_{гр}=c^2$											
Comparison	Выберите название типа волны в соответствии со значениями продольных компонент поля	<table border="1"> <tr><td>$E_z=0, H_z \neq 0$</td><td>E</td></tr> <tr><td>$E_z=0, H_z=0$</td><td>EH</td></tr> <tr><td>$E_z \neq 0, H_z \neq 0$</td><td>T</td></tr> <tr><td>$E_z \neq 0, H_z=0$</td><td>TE</td></tr> </table>	$E_z=0, H_z \neq 0$	E	$E_z=0, H_z=0$	EH	$E_z \neq 0, H_z \neq 0$	T	$E_z \neq 0, H_z=0$	TE	1 - TE 2 - T 3 - EH 4 - E
$E_z=0, H_z \neq 0$	E										
$E_z=0, H_z=0$	EH										
$E_z \neq 0, H_z \neq 0$	T										
$E_z \neq 0, H_z=0$	TE										
SingleSelection	Какой тип волны не является дисперсионным	<table border="1"> <tr><td>TM</td></tr> <tr><td>T</td></tr> <tr><td>HE</td></tr> <tr><td>H</td></tr> </table>	TM	T	HE	H	2				
TM											
T											
HE											
H											

MultipleSelection	Какие типы полей могут существовать в прямоугольном волноводе?	<table border="1"> <tr><td>TM</td></tr> <tr><td>H</td></tr> <tr><td>TEM</td></tr> <tr><td>HE</td></tr> </table>	TM	H	TEM	HE	1,2,4				
TM											
H											
TEM											
HE											
SingleSelection	Линии напряженности электрического поля на стенках волновода прямоугольного сечения:	<table border="1"> <tr><td>перпендикулярны стенкам</td></tr> <tr><td>ориентированы к стенкам под углом, величина которого зависит от типа волны</td></tr> <tr><td>параллельны стенкам волновода</td></tr> <tr><td>являются замкнутыми кривыми, не касающимися стенок волновода</td></tr> </table>	перпендикулярны стенкам	ориентированы к стенкам под углом, величина которого зависит от типа волны	параллельны стенкам волновода	являются замкнутыми кривыми, не касающимися стенок волновода	1				
перпендикулярны стенкам											
ориентированы к стенкам под углом, величина которого зависит от типа волны											
параллельны стенкам волновода											
являются замкнутыми кривыми, не касающимися стенок волновода											
SingleSelection	Индексы m и n в обозначениях типов волн волновода прямоугольного сечения E_{mn} и H_{mn} представляют собой	<table border="1"> <tr><td>число пространственных изменений поля вдоль осей z, x и y</td></tr> <tr><td>число пространственных изменений поля вдоль осей x и y</td></tr> <tr><td>число пространственных изменений поля вдоль осей z и y</td></tr> <tr><td>число пространственных изменений поля вдоль осей z и x</td></tr> </table>	число пространственных изменений поля вдоль осей z , x и y	число пространственных изменений поля вдоль осей x и y	число пространственных изменений поля вдоль осей z и y	число пространственных изменений поля вдоль осей z и x	2				
число пространственных изменений поля вдоль осей z , x и y											
число пространственных изменений поля вдоль осей x и y											
число пространственных изменений поля вдоль осей z и y											
число пространственных изменений поля вдоль осей z и x											
SingleSelection	Силовые линии вектора напряженности электрического поля для H волн в прямоугольном волноводе представляют собой	<table border="1"> <tr><td>плоские кривые, лежащие в плоскости xz</td></tr> <tr><td>плоские кривые, лежащие в плоскости yz</td></tr> <tr><td>пространственные кривые</td></tr> <tr><td>плоские кривые, лежащие в плоскости xy</td></tr> </table>	плоские кривые, лежащие в плоскости xz	плоские кривые, лежащие в плоскости yz	пространственные кривые	плоские кривые, лежащие в плоскости xy	4				
плоские кривые, лежащие в плоскости xz											
плоские кривые, лежащие в плоскости yz											
пространственные кривые											
плоские кривые, лежащие в плоскости xy											
Comparison	Определить, для каких типов волн максимальная величина напряженности электрического поля будет достигаться в точках с координатами	<table border="1"> <tr><td>$b/4, 3b/4$</td><td>H_{01}</td></tr> <tr><td>$a/2$</td><td>H_{02}</td></tr> <tr><td>$b/2$</td><td>H_{10}</td></tr> <tr><td>$a/4, 3a/4$</td><td>H_{20}</td></tr> </table>	$b/4, 3b/4$	H_{01}	$a/2$	H_{02}	$b/2$	H_{10}	$a/4, 3a/4$	H_{20}	<p>1 - H_{02} 2 - H_{10} 3 - H_{01} 4 - H_{20}</p>
$b/4, 3b/4$	H_{01}										
$a/2$	H_{02}										
$b/2$	H_{10}										
$a/4, 3a/4$	H_{20}										
ShortAnswer	Какие составляющие напряженности магнитного поля H в прямоугольном волноводе вызывают появление продольных токов		H_x, H_y								
ShortAnswer	Какие составляющие напряженности магнитного поля H в прямоугольном волноводе вызывают появление поперечных токов		H_z								

SingleSelection	Как правильно прорезать щель, слабо возмущающую поле в волноводе прямоугольного сечения, по которому распространяется мода H_{10}	узкая поперечная щель в середине узкой стенки волновода узкая продольная щель в середине широкой стенки волновода узкая поперечная щель в середине широкой стенки волновода узкая продольная щель в середине узкой стенки волновода	2
SingleSelection	Что такое основной тип поля?	Тип поля с минимальной критической частотой Тип поля с минимальными потерями Тип поля с минимальной критической длиной волны Тип поля с минимальной величиной напряженности электрического поля, при которой происходит пробой	1
ShortAnswer	Какая мода является основной в волноводе прямоугольного сечения?		H_{10}
ShortAnswer	Чему равна критическая длина волны первой высшей моды в волноводе прямоугольного сечения (в мм) с размерами 48x27 мм?		54
MultipleSelection	Какие типы полей могут существовать в волноводе круглого сечения?	EH T TE E	1,3,4
ShortAnswer	Какой тип колебаний является низшим в цилиндрическом волноводе?		H_{11}
ShortAnswer	У какого типа колебаний в цилиндрическом волноводе линии напряженности электрического поля имеют вид замкнутых кривых?		H_{01}
SingleSelection	Условие одноволнового режима для цилиндрического волновода имеет вид:	$2,06b < \lambda_0 < 3,41b$ $2,62b < \lambda_0 < 3,41b$ $2,06 < \lambda_0 < 2,62b$ $\lambda_0 > 3,41b$	2
MultipleSelection	Какие типы полей могут существовать в коаксиальном волноводе?	EH T TE E	1,2,3,4
ShortAnswer	Какая мода является основной в коаксиальном волноводе?		T (TEM)

SingleSelection	Условие одноволнового режима работы коаксиального волновода имеет вид:	$f < \frac{2c}{\pi(a+b)}$ $f < \frac{c}{b-a}$ $f < \frac{c}{\pi(a+b)}$ $f < \frac{3c}{\pi(a+b)}$	3
MultipleSelection	Для чего используют узкие продольные щели в коаксиальной линии?	для подавления Т-волны для подавления моды H_{01} для подавления моды H_{21} для подавления моды E_{01}	2,3,4

Тема 3 Передача энергии по волноводам

SingleSelection	По какой формуле вычисляется средняя во времени активная мощность, проходящая через линию передачи в направлении оси z, при гармонически изменяющихся полях E и H?	$P = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \int_V (\vec{E}, \vec{H}^*) dV$ $P = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \int_S (\vec{E}, \vec{H}^*) dS$ $P = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \int_S (\vec{E}, \vec{H}^*)_z dS$ $P = \frac{1}{2} \operatorname{Re} \int_S (\vec{E}, \vec{H}^*)_z dS$	3
SingleSelection	Какими компонентами электромагнитного поля осуществляется перенос энергии электромагнитной волны вдоль передающей линии СВЧ	продольными компонентами электромагнитного поля поперечными компонентами электромагнитного поля продольными и поперечными компонентами электромагнитного поля продольными и/или поперечными компонентами электромагнитного поля в зависимости от типа колебаний	2
MultipleSelection	От чего зависит величина пробивной напряженности электрического поля в передающей линии, заполненной диэлектриком?	состояния диэлектрика типа диэлектрика мощности генератора частоты электромагнитной волны	1,2,4
MultipleSelection	К чему приводит явление пробоя в передающей линии?	отражению электромагнитной волны от сечения линии, в котором произошел пробой увеличению мощности, поступающей в нагрузку изменению режима работы генератора изменению сопротивления нагрузки	1,3
SingleSelection	Допустимая величина мощности, передаваемая в нагрузку по линии передач не должна превышать	10—20% от рассчитанной предельной пробивной мощности	2

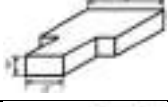
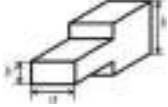

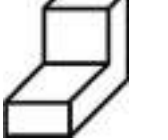
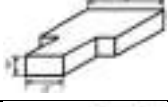
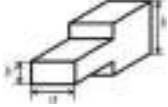

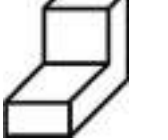
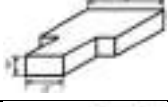
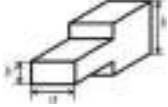

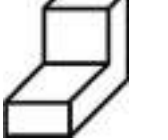
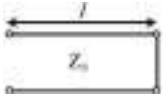
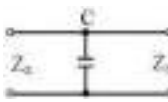
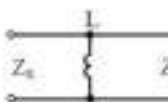
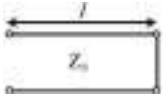
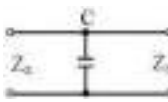
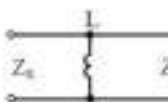
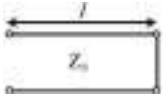
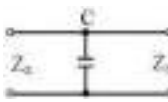
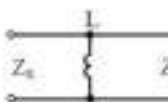
		20—30% от рассчитанной предельной пробивной мощности		
		30—40% от рассчитанной предельной пробивной мощности		
		40—50% от рассчитанной предельной пробивной мощности		
Comparison	Расположить прямоугольные волноводы, по которым распространяется мода H_{10} , с указанными ниже сечениями, в порядке убывания коэффициента затухания	23x10 мм 23x5 мм 23x20 мм 23x15 мм		23x5 23x10 23x15 23x20
Comparison	Расположить поддиапазоны электромагнитных волн в порядке возрастания коэффициента затухания	дециметровые миллиметровые сантиметровые субмиллиметровые		дециметровые сантиметровые миллиметровые субмиллиметровые
ShortAnswer	Во сколько раз уменьшится мощность электромагнитной волны, распространяющейся по волноводу с коэффициентом затухания 33 дБ?			2000
ShortAnswer	На сколько Нп уменьшится мощность электромагнитной волны, распространяющейся по волноводу с коэффициентом затухания 17,36 дБ?			2
MultipleSelection	Какие критерии являются основными выбора типа волны в линии СВЧ?	малые потери минимальные значения поперечных индексов m и n отсутствие дисперсии одноволновой режим работы		1,4
SingleSelection	Какой вид имеют условия одноволнового режима работы волновода прямоугольного сечения?	$0 < a < \lambda_0/2$; $0 < b < \lambda_0/2$ $\lambda_0/2 < a < \lambda_0$; $0 < b < \lambda_0/2$ $\lambda_0/2 < a < \lambda_0$; $\lambda_0/2 < b < \lambda_0$ $0 < a < \lambda_0$; $\lambda_0/2 < b < \lambda_0$		2
SingleSelection	Из каких условий выбирают размеры сторон a и b в волноводе прямоугольного сечения при одноволновом режиме работы?	$a = (0,3 - 0,4)\lambda_0$; $b = (0,3 - 0,4)\lambda_0$ $a = (0,7 - 0,8)\lambda_0$; $b = (0,3 - 0,4)\lambda_0$ $a = (0,7 - 0,8)\lambda_0$; $b = (0,7 - 0,8)\lambda_0$ $a = (0,3 - 0,4)\lambda_0$; $b = (0,2 - 0,3)\lambda_0$		2

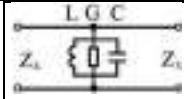
SingleSelection	Практическая полоса частот, в которой используются волноводы прямоугольного сечения, составляет	$\pm(10 - 15)\%$ от центральной частоты $\pm(20 - 25)\%$ от центральной частоты $\pm(30 - 35)\%$ от центральной частоты $\pm(40 - 45)\%$ от центральной частоты	2								
MultipleSelection	В каких поддиапазонах наиболее целесообразно применять волноводы прямоугольного сечения?	миллиметровом сантиметровом субмиллиметровом дециметровом	2,4								
Comparison	Укажите условия использования следующих типов волн в цилиндрическом волноводе	<table border="1"> <tr> <td>H_{11}</td> <td>вращающиеся соединения передающих линий</td> </tr> <tr> <td>H_{01}</td> <td>короткие линии передач</td> </tr> <tr> <td>E_{01}</td> <td>линии передач с азимутальными щелями</td> </tr> <tr> <td>E_{11}</td> <td>не используется</td> </tr> </table>	H_{11}	вращающиеся соединения передающих линий	H_{01}	короткие линии передач	E_{01}	линии передач с азимутальными щелями	E_{11}	не используется	1 - короткие линии передач 2 - линии передач с азимутальными щелями 3 - вращающиеся соединения передающих линий 4 - не используется
H_{11}	вращающиеся соединения передающих линий										
H_{01}	короткие линии передач										
E_{01}	линии передач с азимутальными щелями										
E_{11}	не используется										
MultipleSelection	Для увеличения предельной рабочей частоты коаксиальной линии необходимо	увеличивать размеры поперечного сечения коаксиальной линии уменьшать размеры поперечного сечения коаксиальной линии использовать диэлектрик с большой величиной диэлектрической проницаемости использовать диэлектрик с малой величиной диэлектрической проницаемости									

Тема 4 Неоднородности в волноводах

SingleSelection	Метод эквивалентных схем можно использовать для:	определения структуры и расчета интенсивности высших типов колебаний, возникающих вблизи неоднородности определения структуры и расчета интенсивности высших типов колебаний в дальней зоне расчета интенсивностей отраженной и прошедшей волн основного типа колебаний вблизи неоднородности расчета интенсивностей отраженной и прошедшей волн основного типа колебаний в дальней зоне	4
-----------------	--	---	---

MultipleSelection	По какой формуле вычисляется характеристическое сопротивление волновода?	$Z_x = \frac{E_x}{H_y}$ $Z_x = \frac{E_x}{H_x}$ $Z_x = \frac{E_y}{H_y}$ $Z_x = \frac{E_y}{H_x}$		1,4
MultipleSelection	Понятием характеристического сопротивления можно пользоваться при рассмотрении вопросов сопряжения	<p>волноводных секций с одинаковыми размерами поперечного сечения</p> <p>волноводов прямоугольного сечения на основной моде с одинаковой шириной узкой стенки</p> <p>волноводов прямоугольного сечения на основной моде с различными размерами поперечного сечения</p> <p>волновода прямоугольного сечения с коаксиальным волноводом</p>		1,2
MultipleSelection	Понятием эквивалентного сопротивления можно пользоваться при рассмотрении вопросов сопряжения	<p>волноводных секций с одинаковыми размерами поперечного сечения</p> <p>волноводов прямоугольного сечения на основной моде с одинаковой шириной узкой стенки</p> <p>волноводов прямоугольного сечения на основной моде с различными размерами поперечного сечения</p> <p>волновода прямоугольного сечения с коаксиальным волноводом</p>		1,2,3
SingleSelection	По какой формуле вычисляется коэффициент отражения в передающей линии СВЧ?	$\Gamma(z) = \frac{E_{x,отр} e^{-\gamma z}}{E_{x,пад} e^{\gamma z}}$ $\Gamma(z) = \frac{E_{m,пад} e^{\gamma z}}{E_{m,отр} e^{-\gamma z}}$ $\Gamma(z) = \frac{E_{m,отр} e^{\gamma z}}{E_{m,пад} e^{-\gamma z}}$ $\Gamma(z) = \frac{E_{m,пад} e^{-\gamma z}}{E_{m,отр} e^{\gamma z}}$		3
SingleSelection	В передающей линии без потерь модуль коэффициента отражения	<p>убывает по экспоненте с увеличением расстояния от сечения, в котором произошло отражение</p> <p>увеличивается по экспоненте с увеличением расстояния от сечения, в котором произошло отражение</p> <p>изменяется по гармоническому закону с увеличением расстояния от сечения, в котором произошло отражение</p> <p>является постоянной величиной</p>		4

SingleSelection	Входным сопротивлением линии называется отношение комплексных амплитуд эквивалентных напряжения и тока в стоячей волне в	<p>сечении линии с определенной координатой z</p> <p>сечении, в котором к волноводу подключается генератор</p> <p>сечении, в котором к волноводу подключается нагрузка</p> <p>сечении, совпадающим с пучностью стоячей волны напряженности электрического поля в линии</p>	1								
Comparison	Зависимость эквивалентного сопротивления тонкого металлического штыря от глубины его погружения l в волновод прямоугольного сечения, возбужденный на основной моде, имеет следующий характер:	<table border="1"> <tr> <td>$0 < l < \lambda_B/4$</td> <td>емкостное</td> </tr> <tr> <td>$l \approx \lambda_B/4$</td> <td>индуктивное</td> </tr> <tr> <td>$\lambda_B/4 < l < b$</td> <td>индуктивное</td> </tr> <tr> <td>$l = b$</td> <td>нулевое</td> </tr> </table>	$0 < l < \lambda_B/4$	емкостное	$l \approx \lambda_B/4$	индуктивное	$\lambda_B/4 < l < b$	индуктивное	$l = b$	нулевое	1 - емкостное 2 - нулевое 3 - индуктивное 4 - индуктивное
$0 < l < \lambda_B/4$	емкостное										
$l \approx \lambda_B/4$	индуктивное										
$\lambda_B/4 < l < b$	индуктивное										
$l = b$	нулевое										
Comparison	Какая эквивалентная схема соответствует приведенным ниже неоднородностям	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>емкость</td> </tr> <tr> <td></td> <td>емкость</td> </tr> <tr> <td></td> <td>индуктивность</td> </tr> <tr> <td></td> <td>индуктивность</td> </tr> </table>		емкость		емкость		индуктивность		индуктивность	1 – индуктивность, 2 – емкость, 3 – емкость, 4 – индуктивность.
	емкость										
	емкость										
	индуктивность										
	индуктивность										
Comparison	Эквивалентные схемы каких волноводных элементов для волновода прямоугольного сечения, возбужденного на основной моде изображены ниже	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>диафрагма с отверстием в виде щели прямоугольной формы, расположенной в центре поперечного сечения волновода</td> </tr> <tr> <td></td> <td>диафрагма с отверстием в виде узкой щели, параллельной широкой стенке волновода</td> </tr> <tr> <td></td> <td>диафрагма с отверстием в виде узкой щели, параллельной узкой стенке волновода</td> </tr> </table>		диафрагма с отверстием в виде щели прямоугольной формы, расположенной в центре поперечного сечения волновода		диафрагма с отверстием в виде узкой щели, параллельной широкой стенке волновода		диафрагма с отверстием в виде узкой щели, параллельной узкой стенке волновода	1 - короткозамыкающий поршень, 2 - диафрагма с отверстием в виде узкой щели, параллельной широкой стенке волновода, 3 - диафрагма с отверстием в виде узкой щели, параллельной узкой стенке волновода, 4 - диафрагма с		
	диафрагма с отверстием в виде щели прямоугольной формы, расположенной в центре поперечного сечения волновода										
	диафрагма с отверстием в виде узкой щели, параллельной широкой стенке волновода										
	диафрагма с отверстием в виде узкой щели, параллельной узкой стенке волновода										

			короткозамыкающий поршень	отверстием в виде щели прямоугольной формы, расположенной в центре поперечного сечения волновода.
--	--	--	---------------------------	---

Тема 5 Режимы работы волноводов.

SingleSelection	Какой формулой определяется связь между сопротивлением нагрузки и коэффициентом отражения?	$\frac{Z_n}{Z_x} = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$ $\frac{Z_n}{Z_x} = \frac{1 - \Gamma}{1 + \Gamma}$ $\frac{Z_n}{Z_x} = \frac{1 + \Gamma }{1 - \Gamma }$ $\frac{Z_n}{Z_x} = \frac{1 - \Gamma }{1 + \Gamma }$		1
SingleSelection	По какой формуле вычисляется коэффициент стоячей волны?	$\rho = \frac{E_{max}}{E_{min}}$ $\rho = \frac{E_{min}}{E_{max}}$ $\rho = \frac{E_{m \text{ пад}}}{E_{m \text{ отр}}}$ $\rho = \frac{E_{m \text{ отр}}}{E_{m \text{ пад}}}$		1
SingleSelection	Какой формулой определяется связь между коэффициентом стоячей волны и коэффициентом отражения?	$\rho = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$ $\rho = \frac{1 - \Gamma}{1 + \Gamma}$ $\rho = \frac{1 + \Gamma }{1 - \Gamma }$ $\rho = \frac{1 - \Gamma }{1 + \Gamma }$		3
Comparison	Какой режим работы соответствует условиям, созданным в передающей линии, приведенным ниже?	$Z_n=0; \Gamma=-1$ $Z_n=\infty; \Gamma=1$ $Z_n=Z_x; \Gamma=0$ $0 < Z_n < \infty, Z_n \neq Z_x; 0 < \Gamma < 1$	режим короткого замыкания режим согласования режим стоячей волны режим холостого хода	1 - режим короткого замыкания 2 - режим холостого хода 3 - режим согласования 4 - режим стоячей волны
SingleSelection	Чему равно расстояние между соседними минимумами стоячей волны в волноводе?	$\lambda_v/8$ $\lambda_v/4$ $3\lambda_v/8$ $\lambda_v/2$		4

SingleSelection	Чему равно расстояние между соседними максимумами стоячей волны в волноводе?	$\lambda_0/8$ $\lambda_B/4$ $3\lambda_B/8$ $\lambda_B/2$		4
SingleSelection	Чему равно расстояние между соседними минимумами и максимумами стоячей волны в волноводе?	$\lambda_B/8$ $\lambda_B/4$ $3\lambda_B/8$ $\lambda_0/2$		2
SingleSelection	В сечениях линии, соответствующих положениям максимумов и минимумов стоячей волны входное сопротивление линии	имеет емкостный характер имеет индуктивный характер имеет активный характер равно нулю		3

Тема 6 Соединение волноводов

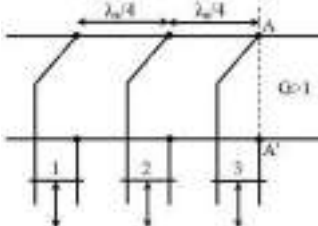
MultipleSelection	Основными параметрами разъемных фланцевых соединителей являются	коэффициент стоячей волны в заданном диапазоне частот коэффициент передачи в заданном диапазоне частот вносимые потери допустимая величина передаваемой мощности		1,3,4
SingleSelection	Электрогерметичностью разъемного фланцевого соединителя называется отношение	мощности, проходящей по линии, к мощности, отраженной от разъема мощности, проходящей по линии, к мощности, излученной через разъем в окружающее пространство мощности, падающей на разъем, к мощности, отраженной от разъема мощности, прошедшей через разъем, к мощности, отраженной от разъема		2
SingleSelection	Для контактного фланцевого соединителя значение КСВ составляет	1,002 1,02 1,2 12		1
SingleSelection	Для дроссельного фланцевого соединителя значение КСВ составляет	1,002 1,02 1,2 12		2
SingleSelection	Для коаксиального соединителя значение КСВ составляет	1,002 1,02 1,2 12		3
SingleSelection	Волноводные изгибы предназначены для	согласования линий передач изменения направления передачи энергии изменения плоскости поляризации волны преобразования типов волн в линиях передач		2

SingleSelection	Наиболее широкополосным является	<input type="checkbox"/> одноступенчатый Н-изгиб <input type="checkbox"/> двухступенчатый Е-изгиб <input type="checkbox"/> многоступенчатый Н-изгиб <input type="checkbox"/> плавный Е-изгиб	4
SingleSelection	Более высокой электрической прочностью обладает	<input type="checkbox"/> одноступенчатый Н-изгиб <input type="checkbox"/> многоступенчатый Е-изгиб <input type="checkbox"/> плавный Н-изгиб <input type="checkbox"/> плавный Е-изгиб	3
SingleSelection	Волноводные скрутки предназначены для	<input type="checkbox"/> согласования линий передач <input type="checkbox"/> изменения направления передачи энергии <input type="checkbox"/> изменения плоскости поляризации волны <input type="checkbox"/> преобразования типов волн в линиях передач	3
SingleSelection	Рабочая полоса частот дроссельного короткозамыкающего поршня составляет	<input type="checkbox"/> 5—10% от средней частоты <input type="checkbox"/> 20—30% от средней частоты <input type="checkbox"/> 40—50% от средней частоты <input type="checkbox"/> 80—100% от средней частоты	2

Тема 7. Согласующие устройства.

SingleSelection	Режим согласования достигается при выполнении следующих условий	<input type="checkbox"/> выходное сопротивление генератора равно характеристическому сопротивлению линии; сопротивление нагрузки равно характеристическому сопротивлению данной линии <input type="checkbox"/> выходное сопротивление генератора не равно характеристическому сопротивлению линии; сопротивление нагрузки равно характеристическому сопротивлению данной линии <input type="checkbox"/> выходное сопротивление генератора равно характеристическому сопротивлению линии; сопротивление нагрузки не равно характеристическому сопротивлению данной линии <input type="checkbox"/> выходное сопротивление генератора не равно характеристическому сопротивлению линии; сопротивление нагрузки не равно характеристическому сопротивлению данной линии	1
-----------------	---	--	---

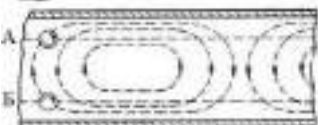
SingleSelection	При рассогласовании нагрузки с линией в случае согласованного генератора мощность P , поступающая в нагрузку связана с мощностью P_0 , поступающей в линию от согласованного генератора согласно формуле	$P = P_0(1 + \Gamma ^2)$ $P = P_0(1 - \Gamma ^2)$ $P = P_0/(1 + \Gamma ^2)$ $P = P_0/(1 - \Gamma ^2)$	2
SingleSelection	В случае рассогласованной нагрузки пробивная мощность линии $P_{пр несогл}$ связана с мощностью пробоя $P_{пр согл}$ в согласованной линии соотношением	$P_{пр несогл} = P_{пр согл} \Gamma $ $P_{пр несогл} = P_{пр согл} / \Gamma $ $P_{пр несогл} = P_{пр согл} \rho$ $P_{пр несогл} = P_{пр согл} / \rho$	4
SingleSelection	При рассогласовании потери мощности по сравнению с режимом бегущей волны	не изменяются всегда уменьшаются всегда увеличиваются могут как увеличиваться, так и уменьшаться в зависимости от величины коэффициента отражения	3
SingleSelection	Согласующие устройства должны включаться в линию	как можно ближе к генератору как можно ближе к источнику отражения на расстоянии $\lambda_v/4$ от источника отражения на расстоянии $\lambda_v/4$ от генератора	2
SingleSelection	Согласование считается удовлетворительным, если	$\rho < 1,005$ $\rho < 1,05$ $\rho < 1,5$ $\rho < 15$	3
SingleSelection	Узкополосным считается согласование при котором	$\rho < 1,05$ в диапазоне частот 1 – 5 % $\rho < 1,05$ в диапазоне частот 5 – 10 % $\rho < 1,5$ в диапазоне частот 1 – 5 % $\rho < 1,5$ в диапазоне частот 5 – 10 %	3
SingleSelection	Широкополосным считается согласование при котором	$\rho < 1,05$ в диапазоне частот 1 – 5 % $\rho < 1,05$ в диапазоне частот 5 – 10 % $\rho < 1,5$ в диапазоне частот 1 – 5 % $\rho < 1,5$ в диапазоне частот 5 – 10 %	4
SingleSelection	Наиболее предпочтительно добиваться режима согласования	методом компенсирующих неоднородностей методом переходов методом поглощения отраженной волны выбором рациональной конструкции устройств СВЧ тракта	4

<p>SingleSelection</p>	<p>Для согласования с помощью одношлейфового трансформатора необходимо</p>	<p>поместить реактивный согласующий элемент в минимум стоячей волны, компенсировать шлейфом реактивную составляющую входной проводимости</p> <p>поместить реактивный согласующий элемент в максимум стоячей волны, компенсировать шлейфом реактивную составляющую входной проводимости</p> <p>поместить реактивный согласующий элемент в сечение линии, в котором активная входная проводимость=1, компенсировать шлейфом реактивную составляющую входной проводимости</p> <p>поместить реактивный согласующий элемент в сечение линии, в котором активная входная проводимость=0, компенсировать шлейфом реактивную составляющую входной проводимости</p>	<p>3</p>				
<p>MultipleSelection</p>	<p>Подвижный штырь</p>	<p>при изменении глубины погружения изменяется коэффициент стоячей волны</p> <p>при изменении глубины погружения изменяется фаза коэффициента отражения</p> <p>при перемещении штыря в продольном направлении изменяется коэффициент стоячей волны</p> <p>при перемещении штыря в продольном направлении изменяется фаза коэффициента отражения</p>	<p>1,4</p>				
<p>SingleSelection</p>	<p>Какие шлейфы необходимо использовать для согласования сопротивления нагрузки с передающей линией (см. рис.)</p>  <p>если активная входная проводимость в сечении AA' больше единицы</p>	<table border="1"> <tr> <td>1 и 2</td> </tr> <tr> <td>1 и 3</td> </tr> <tr> <td>2 и 3</td> </tr> <tr> <td>1, 2 и 3</td> </tr> </table>	1 и 2	1 и 3	2 и 3	1, 2 и 3	<p>1</p>
1 и 2							
1 и 3							
2 и 3							
1, 2 и 3							

SingleSelection	Для согласования двух отрезков передающих линий с характеристическими сопротивлениями Z_{x1} и Z_{x2} сопротивление четвертьволнового трансформатора Z'_{x1} должно быть	$Z'_x = \sqrt{Z_{x1} Z_{x2}}$ $Z'_x = Z_{x1} Z_{x2}$ $Z'_x = Z_{x1} / Z_{x2}$ $Z'_x = Z_{x2} / Z_{x1}$		1
SingleSelection	Трансформаторы типов волн применяются для	согласования линий передач преобразования типов волн линиях передач подавления низших типов колебаний подавления высших типов колебаний		2
SingleSelection	Наиболее широкополосным коаксиально-волноводным переходом является	коаксиально-волноводный переход с фиксированной настройкой настраиваемый коаксиально-волноводный переход коаксиально-волноводный переход с крестовидным зондом коаксиально-волноводный переход с плавным изменением размеров		4

Тема 8. Двухплечие узлы СВЧ – трактов.

SingleSelection	Фильтры типов волн используются для	согласования линий передач преобразования типов волн линиях передач подавления низших типов колебаний подавления высших типов колебаний		3
SingleSelection	Согласованные нагрузки используются для	согласования линий передач полного поглощения СВЧ мощности подавления низших типов колебаний подавления высших типов колебаний		2
SingleSelection	Клиновидная форма поглотителя в согласованных нагрузках используется в целях	уменьшения отражения увеличения электрической прочности подавления высших типов колебаний подавления низших типов колебаний		1

SingleSelection	Согласованная нагрузки должна иметь	коэффициент стоячей волны $\rho < 1,05$ в диапазоне частот 5-10% от средней частоты коэффициент стоячей волны $\rho < 1,5$ в диапазоне частот 5-10% от средней частоты коэффициент стоячей волны $\rho < 1,05$ в диапазоне частот 20-30% от средней частоты коэффициент стоячей волны $\rho < 1,5$ в диапазоне частот 20-30% от средней частоты	3
SingleSelection	Аттенюаторы применяются для	согласования линий передач полного поглощения СВЧ мощности изменения мощности в СВЧ тракте подавления высших типов колебаний	3
SingleSelection	В аттенюаторе поглощающего типа на основе волновода прямоугольного сечения, работающего на основной моде, поглощающая пластинка располагается	перпендикулярно линиям напряженности электрического поля параллельно линиям напряженности электрического поля под углом 45° к линиям напряженности электрического поля под произвольным углом к линиям напряженности электрического поля	2
SingleSelection	В аттенюаторе на основе прямоугольного волновода, возбужденного на основной моде, максимальное затухание достигается в случае, когда поглощающая пластинка расположена	параллельно широкой стенки на расстоянии $b/4$ от нее параллельно широкой стенки на расстоянии $b/2$ от нее параллельно узкой стенки на расстоянии $a/4$ от нее параллельно узкой стенки на расстоянии $a/2$ от нее	4
ShortAnswer	В каком сечении (см. рис.)  необходимо поместить тонкую ферритовую пластинку, чтобы поглощалась прямая волна		Б

SingleSelection	Фазовращатели используются для	<table border="1"> <tr><td>согласования линий передач</td></tr> <tr><td>преобразования типов волн</td></tr> <tr><td>изменения фазы бегущей волны</td></tr> <tr><td>изменение фазы отраженной волны</td></tr> </table>	согласования линий передач	преобразования типов волн	изменения фазы бегущей волны	изменение фазы отраженной волны	3
согласования линий передач							
преобразования типов волн							
изменения фазы бегущей волны							
изменение фазы отраженной волны							
SingleSelection	Фазовый сдвиг, вносимый пластинчатым фазовращателем на основе прямоугольного волновода, работающего на основной моде, достигает максимума при положении диэлектрической пластинки в сечении с координатой	<table border="1"> <tr><td>$x=0$</td></tr> <tr><td>$x=a/4$</td></tr> <tr><td>$x=a/2$</td></tr> <tr><td>$x=3a/4$</td></tr> </table>	$x=0$	$x=a/4$	$x=a/2$	$x=3a/4$	3
$x=0$							
$x=a/4$							
$x=a/2$							
$x=3a/4$							

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:

К теме 2. Волноводы.

Работа №1. Сравнительное исследование дисперсионных свойств прямоугольного и коаксиального волноводов.

1. Цель работы: экспериментальное измерение длины волны в волноводе λ_v ; вычисление фазовой v_ϕ и групповой $v_{гр}$ скорости по измеренному значению длины волны; экспериментальное исследование зависимости фазовой и групповой скорости от частоты $v_\phi(f)$ и $v_{гр}(f)$.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Какие типы полей могут существовать в прямоугольном волноводе?
2. От чего зависят критические длины волн полей типов E_{mn} и H_{mn} ?
3. При каком условии поле рассматриваемого типа представляет собой в волноводе распространяющуюся плоскую бегущую волну?
4. При каком условии поле рассматриваемого типа представляет собой в волноводе местное затухающее поле?
5. Что такое основной тип поля?
6. Что такое первый высший тип поля?
7. Что такое одноволновый режим волновода?
8. Что определяет фазовая скорость?
9. Как связаны между собой фазовая скорость и скорость распространения энергии?
10. Что такое длина волны в волноводе?
11. Какой формулой определяется длина волны в волноводе?

12. В каких линиях передачи могут распространяться Т-волны?
13. Математическая формулировка условия существования Т волны в линии.
14. Как рассчитать диапазон длин волн одноволнового режима коаксиального волновода?
15. В чем заключаются сходство и различие направляемой Т-волны и однородной плоской волны в безграничной однородной среде?

Работа № 2. Исследование структуры поля в волноводах прямоугольного и круглого сечения.

1. Цель работы: экспериментальное исследование структуры полей H_{10} (основного типа) и H_{20} (высшего типа) в волноводе прямоугольного сечения; экспериментальное исследование структуры полей H_{11} (основного типа) и E_{01} (высшего типа) в волноводе круглого сечения.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Какие типы полей могут существовать в прямоугольном волноводе?
2. От чего зависят критические длины волн полей типов E_{mn} и H_{mn} ?
3. Что такое основной тип поля?
4. Что такое первый высший тип поля?
5. Что такое одноволновый режим волновода?
6. При каких условиях на заданной длине волны λ_0 (частоте f) в волноводе может распространяться бегущая волна только основного типа?
7. Нарисовать структуру поля для мод H_{01} , H_{11} , E_{11} , E_{12} , E_{21} в волноводе прямоугольного сечения.
8. Как возбудить волны типа H_{10} , H_{20} , H_{01} , H_{11} , E_{11} , E_{12} и E_{21} в волноводе прямоугольного сечения.
9. Какие типы волн могут существовать в круглом волноводе?
10. Какая волна является основной в круглом волноводе и почему?
11. Какой тип волны является первым высшим типом в круглом волноводе?
12. Напишите условия одноволнового режима круглого волновода.
13. Изобразите структуру поля волны H_{11} в цилиндрическом волноводе и объясните ее особенности.
14. Изобразите структуру поля волны E_{01} и объясните ее особенности.
15. Каковы условия распространения в волноводе круглого сечения только двух волн H_{11} и E_{01} ?

16. Поясните, какой тип волны удобно использовать во вращающихся соединениях и почему.
17. Изобразить структуру поля для моды E_{11} в цилиндрическом волноводе.
18. Нарисовать схемы возбуждения волн типа H_{11} , H_{01} , E_{01} , и E_{11} в цилиндрическом волноводе.
19. Из каких соображений выбирается конфигурация отражающего фильтра для подавления нежелательного типа волны?

К теме 3. Передача энергии по волноводам.

Работа № 3. Измерение затухания в прямоугольном и коаксиальном волноводах методом измерения коэффициента стоячей волны.

1. Цель работы: экспериментальное измерение коэффициента затухания в прямоугольном и коаксиальном волноводах методом определения коэффициента стоячей волны в короткозамкнутых волноводе прямоугольного сечения и коаксиальной линии.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Виды потерь в передающих линиях.
2. От каких факторов зависят потери в стенках волновода.
3. От каких факторов зависят потери в диэлектрике.
4. Коэффициент затухания и его связь с мощностью.
5. Чем объяснить различия между теоретическими и экспериментальными значениями коэффициента затухания.
6. Что влияет на величину затухания волн в волноводе при изменении рабочей частоты?
7. Как определить полосу пропускания волновода?
8. Как изменяется затухание от частоты, от поперечных размеров волновода, от заполнения?
9. Какие методы измерения КСВ вы знаете и, какой из них пригоден для использования в данной лабораторной работе?
10. Основные режимы работы волновода.
11. Почему для определения коэффициента используется режим короткого замыкания?
12. Обосновать экспериментальный метод определения коэффициента затухания.

К теме 4. Неоднородности в волноводах

Работа № 4. Исследование нерегулярных элементов в прямоугольном волноводе.

1. Цель работы: экспериментальное исследование в прямоугольном одноволновом волноводе различных нерегулярных элементов: индуктивной и емкостной диафрагм, индуктивного штыря; расчет теоретических зависимостей от частоты коэффициента стоячей волны (КСВ) исследуемых нерегулярных элементов; сопоставление результатов экспериментальных исследований и теоретических расчетов.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Устройство и принцип работы панорамного измерителя КСВ.
2. Какое электромагнитное поле возникает на нерегулярном элементе в прямоугольном одноволновом волноводе?
3. Что такое метод эквивалентных схем и с какой целью он применяется?
4. Что имеется общего у волноводного нерегулярного элемента и его схемы замещения, включенной в эквивалентную длинную линию?
5. На основании чего можно определить схему замещения нерегулярного элемента в волноводе?
6. Напишите соотношение, выражающее коэффициент отражения через нормированную проводимость.
7. Напишите соотношение, выражающее коэффициент стоячей волны через коэффициент отражения.
8. Для волны H_{10} прямоугольного волновода нарисуйте эскизы и схемы замещения следующих нерегулярных элементов: индуктивной диафрагмы, емкостной диафрагмы, резонансной диафрагмы, индуктивного штыря.
9. Выразите резонансную частоту через геометрические параметры диафрагмы (a, b, a', b').
10. Какие выводы следуют из сопоставления результатов теоретических расчетов и экспериментальных исследований частотных характеристик КСВ нерегулярных элементов?

К теме 5. Режимы работы волноводов.

Работа № 5. Сравнительное исследование распределения поля в продольном сечении волновода круглого сечения для режимов стоячей и бегущей волны.

1. Цель работы: исследование режимов работы линии передачи на основе цилиндрического волновода (режим бегущей волны, режим короткого замыкания, смешанный режим); измерение длины волны в волноводе для волн типов H_{11} и E_{01} .

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Какие типы волн могут существовать в круглом волноводе?
2. Напишите условия распространения и отсутствия распространения волн H_{11} и E_{01} в круглом волноводе.
3. Какая волна является основной в круглом волноводе и почему?
4. Какой тип волны является первым высшим типом в круглом волноводе?
5. Напишите условия одноволнового режима круглого волновода.
6. Каковы условия распространения в волноводе только двух волн H_{11} и E_{01} ?
7. Что такое коэффициент отражения?
8. Связь между коэффициентом отражения и сопротивлением нагрузки.
9. Какими величинами характеризуется стоячая волна в волноводе, их связь с сопротивлением нагрузки.
10. Основные режимы работы волновода.
11. Как осуществить в волноводе режим холостого хода?
12. Как измерить длину волны в волноводе?

К теме 7. Согласующие устройства.

Работа № 6. Определение эквивалентного сопротивления нагрузки и ее узкополосное согласование с волноводом

1. Цель работы: освоение методики определения эквивалентного сопротивления нагрузки; узкополосное согласование нагрузки с волноводом с помощью одношлейфового трансформатора.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Что такое одноволновый режим в волноводе?
2. Какой тип волны является основным в прямоугольном волноводе?
3. Что такое коэффициент отражения, коэффициент бегущей волны, коэффициент стоячей волны?
4. Чему равен коэффициент бегущей (стоячей) волны в волноводе с идеально согласованной нагрузкой?
5. Что такое нормированное сопротивление нагрузки?
6. Связь сопротивления нагрузки с коэффициентом отражения и коэффициентом стоячей волны.
7. Почему возникает необходимость в согласовании линий передачи?
8. Параметры, характеризующие качество согласования.

9. Способы согласования.
10. Где необходимо включать согласующее устройство для достижения лучшего качества согласования?
11. Узкополосное согласование. Основные согласующие устройства.
12. В чем заключается метод согласования линии с помощью параллельной реактивности?
13. В каких случаях согласующий штырь является емкостным, в каких — индуктивным?

К теме 8. Двухплечие узлы СВЧ – трактов.

Работа № 7. Исследование невзаимных ферритовых устройств в прямоугольном волноводе

1. Цель работы: изучение конструкций и основных свойств невзаимных устройств с намагниченным ферритом в прямоугольном волноводе; освоение методов измерения параметров вентиляй и циркуляторов.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Какими свойствами обладает ventиль?
2. Какие параметры характеризуют ventиль?
3. Какие ventили бывают?
4. Каковы устройство и принцип действия ventиля с использованием ферромагнитного резонанса?
5. Какой из параметров ($\alpha_{пр}$, $\alpha_{обр}$, B , ρ) определяет полосу частот ventиля, который исследовался в работе?
6. Какое устройство называется циркулятором?
7. Какими основными свойствами обладают ферритовые циркуляторы?
8. Объясните зависимость развязок ослаблений между плечами циркулятора от напряжённости магнитного поля H_0 и частоты СВЧ - колебаний.
9. Какие параметры характеризуют циркулятор?
10. Каково устройство и принцип действия Y - циркулятора?
11. Какой из параметров (L , T , ρ) определяет полосу частот циркулятора, который исследовался в работе?
12. Какие ещё существуют типы циркуляторов?
13. Какой ventиль (с использованием ферромагнитного резонанса или на основе Y - циркулятора) имеет более хорошие параметры?
14. Какой ventиль обладает более хорошими частотными свойствами?
15. Приведите типичные случаи применения ventилей и циркуляторов.

К теме 9. Многоплечие узлы СВЧ – трактов.

Работа № 8. Исследование характеристик многоплечих узлов СВЧ - трактов

1. Цель работы: изучение устройства и основных свойств волноводных направленных ответвителей и волноводных мостов; освоение методов измерения параметров волноводных направленных ответвителей и волноводных мостов.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Какими свойствами обладает направленный ответвитель?
2. Какие параметры характеризуют направленный ответвитель?
3. Каковы устройство и принцип действия направленного ответвителя со связью через два отверстия?
4. С какой целью увеличивают число отверстий связи?
5. Какие типы направленности НО вы знаете?
6. Как понимать – НО со слабой связью и НО с сильной связью?
7. Каким образом определяется в работе направленность направленного ответвителя?
8. От чего зависит переходное ослабление элемента связи и чем определяется его оптимальное значение?
9. Как осуществляется связь через малое отверстие в НО по электрическому и магнитному полю?
10. Приведите типичные случаи применения направленных ответвителей.
11. Какими свойствами обладает волноводный мост?
12. Какие параметры характеризуют мост?
13. Каковы устройство и принцип действия моста, который исследовался в работе?
14. Каким образом определяется в работе неравномерность деления мощности между выходными плечами моста?
15. Какой из параметров (R , T , KCB) определяет полосу частот моста, который исследовался в работе?
16. Приведите типичные случаи применения волноводных мостов.

К теме 10. Резонаторы СВЧ.

Работа № 9. Измерение добротностей объемного резонатора

1. Цель работы: изучение устройства объемных резонаторов и электромагнитных процессов в них; освоение методов измерений основных параметров резонатора (резонансной частоты и добротностей).

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Каково назначение объемных резонаторов и их эквивалентная схема?
2. Почему на СВЧ практически не используется LC-контур с сосредоточенными элементами?
3. В чем состоит сходство объемного резонатора, работающего на определенном типе колебаний, и LC-контур?
4. В чем состоит различие объемного резонатора и LC-контур?
5. Какие типы закрытых объемных резонаторов используются на СВЧ?
6. Какие существуют элементы связи закрытых объемных резонаторов с волноводом и каковы принципы их расположения?
7. Какие основные параметры характеризуют рабочий тип колебаний ОР?
8. Какие существуют способы перестройки резонансной частоты ОР?
9. Как связаны между собой нагруженная добротность, резонансная частота и ширина полосы пропускания ОР? Чем обусловлено стремление получить ОР с высокой нагруженной добротностью?
10. Как связаны между собой нагруженная, собственная и внешняя добротности ОР? Какая из этих добротностей оказывается наименьшей?
11. Что нужно делать для увеличения собственной добротности ОР?
12. Что нужно делать для увеличения внешней добротности ОР?
13. Нарисуйте используемую в работе схему измерения добротностей ОР методом двухполюсника и поясните, каким образом определялись добротности?

К теме 11. Измерение полного сопротивления и параметров согласования.

Работа № 10. Измерение полных сопротивлений с помощью измерительной линии.

1. Цель работы: изучить устройство измерительной линии; исследовать характеристику кристаллического детектора СВЧ; изучить методы измерения коэффициента стоячей волны и полного сопротивления с помощью волноводной измерительной линии; исследовать зависимость сопротивления штыря от глубины его погружения в волновод; определить проводимость индуктивной и емкостной диафрагм; определить полные сопротивления ряда поглощающих нагрузок.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Устройство измерительной линии.
2. Особенности поля в измерительной линии. Влияние зонда. Почему в качестве опорных точек выбирают минимумы поля?

3. Эквивалентная схема зонда. Согласование зонда с линией, выбор глубины погружения.
4. Что называется опорной плоскостью и как ее определяют.
5. Метод определения координаты узла стоячей волны.
6. Измерение длины волны в линии.
7. Обоснование и процедура метода калибровки.
8. Какие еще методы калибровки существуют?
9. Измерение малых КСВ.
10. Почему большие КСВ нельзя измерить методом максимума-минимума. Обоснование и процедура метода измерения больших КСВ.
11. Режимы распространения волны в линии передачи.
12. Параметры, характеризующие режим распространения волны, их связь с величиной нагрузки на конце линии.
13. Распределение поля вдоль линии передачи для различных нагрузок.
14. Входное сопротивление короткозамкнутого отрезка линии. Как зависит входное сопротивление от длины отрезка?
15. Свойства полуволнового и четвертьволнового короткозамкнутых отрезков линии. Для чего и как используются такие отрезки?
16. Принцип определения сопротивления нагрузки с помощью измерительной линии.
17. Круговая диаграмма полных сопротивлений, характерные линии и точки на ней.
18. Определение полных сопротивлений и проводимостей нагрузок по круговой диаграмме полных сопротивлений.
19. Другие применения круговой диаграммы полных сопротивлений.
20. Параметры и эквивалентные схемы реактивных диафрагм, штырей в волноводе.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Границы и особенности диапазона СВЧ. Применение электромагнитных волн СВЧ диапазона.
2. Волновое уравнение для произвольной передающей линии. Величины, характеризующие распространение электромагнитных волн в линиях.
3. Фазовая и групповая скорость, длина волны в линиях СВЧ. Дисперсия в линиях СВЧ.
4. Классификация типов волн в передающих линиях. Выражения для компонент поля.

5. Уравнения составляющих поля и структура поля в волноводе прямоугольного сечения для волн типа ТЕ.
6. Уравнения составляющих поля и структура поля в волноводе прямоугольного сечения для волн типа ТМ.
7. Токи в стенках волновода прямоугольного сечения.
8. Возбуждение колебаний в волноводе прямоугольного сечения.
9. Критическая длина волны и основная мода в волноводе прямоугольного сечения.
10. Уравнения составляющих поля, структура поля и критическая длина волны для волн типа Н в волноводе круглого сечения.
11. Уравнения составляющих поля, структура поля и критическая длина волны для волн типа Е в волноводе круглого сечения.
12. Основная и наиболее часто применяемые моды в цилиндрическом волноводе.
13. Моды в коаксиальной линии.
14. Передача энергии по волноводам. Связь напряженностей полей с передаваемой мощностью. Электрическая прочность волновода.
15. Потери в волноводах.
16. Принципы выбора типа волн, формы и размеров сечения волноводов.
17. Специальные передающие линии СВЧ.
18. Неоднородности в волноводах. Метод эквивалентных схем. Волновое сопротивление. Характеристическое сопротивление длинной линии и эквивалентное сопротивление волновода.
19. Коэффициент отражения. Входное сопротивление линии.
20. Эквивалентные схемы простейших элементов СВЧ – трактов.
21. Сопротивление нагрузки. Его связь с коэффициентом отражения.
22. Основные режимы работы волновода.
23. Коэффициент стоячей волны. Связь КСВ с сопротивлением нагрузки и коэффициентом отражения.
24. Круговая диаграмма полных сопротивлений.
25. Разъемные сочленения СВЧ устройств.
26. Изгибы, скрутки, короткозамыкающие поршни.

27. Согласование линий передач. Преимущества режима согласования.
28. Согласование волновода с помощью одношлейфового трансформатора.
29. Согласование волновода с помощью двухшлейфового трансформатора.
30. Согласование волновода с помощью трехшлейфового трансформатора.
31. Метод Татаринова, пластинчатый диэлектрический трансформатор, четвертьволновый трансформатор.
32. Ступенчатые и плавные переходы. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
33. Трансформаторы типов волн. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
34. Согласованные нагрузки. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
35. Предельный аттенюатор. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
36. Поляризационный аттенюатор. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
37. Поглощающий аттенюатор. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
38. Резонансный вентиль. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
39. Вентиль на основе эффекта смещения поля. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
40. Вентиль на основе эффекта Фарадея. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
41. Пластинчатый фазовращатель. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
42. Прецизионный фазовращатель. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
43. Волноводные тройники. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
44. Направленные ответвители. Принцип действия, устройство, основные характеристики.
45. Волноводные мосты. Двойной Т-образный мост. Принцип действия, устройство, характеристики.
46. Волноводные мосты. Кольцевой мост. Принцип действия, устройство,

- характеристики.
47. Волноводные мосты. Щелевой мост. Принцип действия, устройство, характеристики.
48. Фазовый циркулятор. Основные типы, принцип действия, устройство, характеристики.
49. Y – циркулятор. Основные типы, принцип действия, устройство, характеристики.
50. Поляризационный циркулятор. Принцип действия, устройство, характеристики.
51. Классификация резонаторов.
52. Моды и резонансная длина волны в призматическом резонаторе.
53. Цилиндрический и коаксиальный резонаторы.
54. Четвертьволновые резонаторы.
55. Эквивалентная схема резонатора. Собственная добротность резонатора. Активная и реактивная проводимости резонатора.
56. Связь резонатора с линией. Нагруженная добротность резонатора.
57. Резонаторы квазистационарного типа.
58. Измерительная линия: типы, устройство, характеристики.
59. Измерительная линия: эквивалентная схема, влияние реактивного сопротивления зонда. Настройка и градуировка измерительной линии.
60. Измерительная линия: процесс измерения КСВ и полного сопротивления. Методика измерения больших и малых КСВ.
61. Рефлектометр: принцип действия, устройство.
62. Панорамный измеритель КСВ: принцип действия, устройство, характеристики, процесс измерения.
63. Панорамный измеритель полных сопротивлений: принцип действия, устройство, характеристики, процесс измерения.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Шостак А. С. Антенны и устройства СВЧ: учебное пособие / А. С. Шостак. — Москва: ТУСУР, [б. г.]. — Часть 1: Устройства СВЧ — 2012. — 124 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5439>
2. Приборы СВЧ и оптического диапазона : учебник / А. Н. Дементьев, Д. С. Клюев, О. В. Осипов [и др.]. — Самара: ПГУТИ, 2018. — 220 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182192>

Дополнительная литература

1. Шебалкова Л. В. Электродинамика, антенны и СВЧ-устройства СБЛ: учебно-методическое пособие / Л. В. Шебалкова, В. Б. Ромодин. — Новосибирск: НГТУ, 2020. — 75 с. — ISBN 978-5-7782-4142-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152203>
2. Григорьев А. Д. Электродинамика и техника СВЧ: Учеб.для вузов по спец."Электрон.приборы и устройства" / А. Д. Григорьев. - М.: Высш. шк., 1990. - 335 с.: ил. - Библиогр.:с.331 (17 назв.). - ISBN 5-06-000685-9
3. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ: учеб.для вузов по спец."Радиотехника" / Д. М. Сазонов. - М.: Высш. шк., 1988. - 432 с.: ил. - Библиогр.:с. 426(19 назв.). - ISBN 5-06-001149-6
4. Сазонов Д. М. Устройства СВЧ: учеб. пособие для вузов по спец. "Радиотехника" / Д. М. Сазонов, А. Н. Гридин, Б. А. Мишустин; под ред. Д. М. Сазонова. - М.: Высш. шк., 1981. - 295 с. : ил. - Библиогр.:с.288
5. Милованов О. С. Техника сверхвысоких частот: [Учеб.пособие для втузов] / О. С. Милованов, Н. П. Собенин. - Москва: Атомиздат, 1980. - 464 с.: ил. - Библиогр.: с. 459-460

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 308 «Лаборатория антенно-фидерных устройств»

Доска маркерная передвижная

Лабораторная установка «Сравнительное исследование дисперсионных свойств прямоугольного и коаксиального волноводов».

Лабораторная установка «Исследование структуры поля в волноводах прямоугольного и круглого сечения».

Лабораторная установка «Сравнительное исследование распределения поля в продольном сечении волновода круглого сечения для режимов стоячей и бегущей волны».

Лабораторная установка «Измерение затухания в коаксиальном волноводе методом измерения коэффициента стоячей волны».

Лабораторная установка «Измерение полных сопротивлений с помощью измерительной линии».

Лабораторная установка «Исследование нерегулярных элементов в прямоугольном волноводе».

Лабораторная установка «Измерение добротностей объемного резонатора

Персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, Mouse, LAN, Internet access

Операционная система MS Windows 10 Home № договора Б-00388960 от 17.12.2018 (бессрочно) МОЙ ОФИС Профессиональный корп.академ. № договора 272-ЛД (бессрочно);

Антивирусное ПО антивирус Kaspersky Endpoint Security 11, № договора 10зк/32008795731 от 14.02.20 (по 05.03.22)

Аудитория 312 «Лаборатория проектирования телекоммуникационных систем»

Телевизор LG 55LA643V

Рабочая станция: Intel Core i5-3570, 8Гб DDR3-1600, GeForce GTX650Ti, HDD SATA3 2 Тб – 12 шт., монитор DELL U2412M – 12 шт., ИБП Mustek PowerMust 2012 – 12 шт.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2013 - Договор поставки №2322 от 15.11.2013 ООО «ЖЗЛ-Сервис»

ANSYS Electromagnetics Suite 15.0 - Договор поставки №2278 от 14.11.2013 ЗАО «СофтЛайн Трейд» (бессрочная академическая лицензия)

Аудитория 319 «Лаборатория сверхвысоких частот»

Лабораторная установка «Определение эквивалентного сопротивления нагрузки и ее узкополосное согласование с волноводом».

Лабораторная установка «Исследование невзаимных ферритовых устройств в прямоугольном волноводе».

Лабораторная установка «Исследование характеристик многоплечих узлов СВЧ - трактов».

Рабочая станция: Intel Core i7-3770, 16Гб DDR3-1600, GeForce GTX650Ti, HDD SATA3 2 Тб – 1 шт., монитор DELL U2412M – 2 шт., ИБП Mustek PowerMust 2012 – 1 шт.

Осциллограф TPS2024B – 1 шт

Портативный комплект АКПП-9501 – 3 шт

Генератор высокочастотный Agilent Technologies N5181A-506 – 1 шт.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010 - Договор поставки № 1698 от 30.10.2014 ООО «Балтийский поставщик»

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Оптические направляющие среды и компоненты волоконно-оптических линий
связи»**

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Бурмистров Валерий Иванович, старший преподаватель института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Оптические направляющие среды и компоненты волоконно-оптических линий связи».

Цель дисциплины «Оптические направляющие среды и компоненты волоконно-оптических линий связи» - изучение студентами элементной базы волоконно-оптических линий связи, применяемой в магистральных сетях, сетях доступа, транспортных сетях систем мобильной связи.

Задачами дисциплины являются изучение принципов действия, характеристик, параметров и особенностей устройства оптических волокон, оптических кабелей связи, элементов волоконно-оптических систем связи. К их числу относятся оптические соединители и оптические муфты, аттенюаторы, разветвители и волоконно-оптические циркуляторы, адаптеры, оптические изоляторы и коммутаторы, приемные и передающие модули оптических систем связи.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-2. Готовность выполнять работы по локализации, анализу, диагностики неисправностей, ограничению воздействия неисправностей, устранению неисправностей оборудования транспортных сетей и сетей передачи данных, измерительные и настроечные работы на оптической кабельной сети, проверка ее функционирования после восстановления и ввода в эксплуатацию	<p>ПКС-2.1. Знает теоретические основы электросвязи и инфокоммуникационных технологий, основы построения компьютерных сетей, основы построения взаимосвязанных телекоммуникационных сетей, принципы и структуру базовой эталонной модели взаимодействия открытых систем, основы построения взаимосвязанных телекоммуникационных сетей, сигнализацию и синхронизацию в телекоммуникационных сетях, структуру системы рекомендаций и стандартов в области телекоммуникаций</p> <p>ПКС-2.2. Умеет анализировать сообщения о наличии технической проблемы в работе сети связи, локализовать неисправности станционного оборудования связи, контролировать устранение неисправности станционного оборудования связи в результате</p> <p>ПКС-2.3. Владеет навыками анализа сообщений о наличии технических проблем в работе сети связи, локализации неисправности станционного оборудования связи, вызвавшей техническую проблему в работе сети связи, контроля устранения неисправности станционного оборудования связи, разработки предложений по улучшению процесса устранения технических проблем в работе сети связи</p>	<p>Знать основные уравнения и закономерности, описывающие распространения света по оптическому волокну; основные методы измерения затухания и дисперсии в оптических волокнах. Уметь объяснять устройство изучаемых приборов, их принцип действия, назначение элементов структуры и их влияние на эксплуатационные параметры и оптические свойства; проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи. Владеть навыками диагностики, эксплуатации и обслуживания компонентов волоконно-оптических линий связи; навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой.</p>
ПКС-3. Способность к	ПКС-3.1. Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации,	Знать конструкцию, параметры, назначение, конструкционные и

<p>сбору и анализу статистических данных о работе сети и ее отдельных элементов, выработки предложений по оптимизации использования ресурсов оборудования, принятию решений о расширении оборудования, сервисов и услуг транспортных сетей и сетей передачи данных</p>	<p>используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи ПКС-3.2. Умеет осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; разрабатывать технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям ПКС-3.3. Владеет навыками выработки решений по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, оборудования и технологий</p>	<p>эксплуатационные характеристики оптических кабелей и различных элементов ВОЛС, области их использования. Уметь выбирать на практике оптимальные режимы работы компонентов волоконно-оптических систем связи. Владеть навыками подготовки документации на проведение проектных работ.</p>
<p>ПКС-8. Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ</p>	<p>ПКС-8.1. Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации ПКС-8.2. Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта ПКС-8.3. Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации</p>	<p>Знать нормативно-правовую, нормативно-техническую и организационно-методическую документацию в области оптических систем связи. Уметь использовать полученные знания для расчета основных технических характеристик ВОЛС и их проектирования с учетом требований быстродействия, надежности, технологичности и удобства технической эксплуатации. Владеть навыками практического использования специализированного программного обеспечения в области моделирования и проектирования волоконно-оптических сетей связи.</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптические направляющие среды и компоненты волоконно-оптических линий связи» представляет собой дисциплину части, формируемая участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах

ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Оптические волокна	Преимущества и недостатки ВОЛС. Типовая схема ВОСС. Классификация оптических волокон. Градиентные, многомодовые, одномодовые оптические волокна. Геометрические параметры оптических волокон. Числовая апертура, нормированная частота, длина волны отсечки, модовый состав, условие одномодового режима работы. Потери в оптических волокнах. Зависимость потерь от длины волны. Окна прозрачности. Собственное и примесное поглощение. Релеевское рассеяние. Кабельные потери. Потери в стыках оптических волокон. Измерение затухания в оптических волокнах. Дисперсия в оптических волокнах. Межмодовая, материальная и волноводная дисперсия. Длина волны нулевой дисперсии. Дисперсия и полоса пропускания. Компенсация хроматической дисперсии. Поляризационная модовая дисперсия. Методы измерения дисперсии. Стандартизация оптических волокон. Рекомендации МСЭ G.651, G.652, G.653, G.654, G.655, G.656, G.657. Нелинейные эффекты в оптических волокнах.
2	Тема 2. Оптические кабели связи	Классификация оптических кабелей связи. Подземные, подвесные, подводные оптические кабели связи. Характеристики оптических кабелей. Оптические, электрические и механические параметры

		оптических кабелей связи. Влияние внешних факторов на оптические кабели связи. Условные обозначения оптических кабелей связи. Конструкция оптических кабелей связи. Первичное покрытие оптических волокон. Оптические модули. Гидрофобные наполнители. Силовые элементы. Оболочки оптических кабелей связи. Подводные оптические кабели связи. Конструкция и области применения.
3	Тема 3 Пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи.	Оптические соединители. Классификация оптических соединителей. Конструкция оптических коннекторов. Параметры оптических коннекторов. Факторы, влияющие на величину вносимого затухания. Стандарты оптических коннекторов. FC, SC, LC коннекторы. Сварное соединение оптических волокон. Механические соединители оптического волокна. Оптические аттенюаторы. Характеристики. Конструкция. Оптические муфты. Классификация оптических муфт. Параметры оптических муфт. Конструкция оптических муфт. Подводные оптические муфты. Оптические кроссы. Оптические вентили. Характеристики, конструкция, назначение. Оптические разветвители. Классификация оптических разветвителей. Параметры, технологии изготовления (планарные, сплавные), области применения. Селективные оптические разветвители. Параметры. Тонкопленочные фильтры. Брэгговские решетки. Пассивные компенсаторы хроматической дисперсии.
4	Тема 4 Активные компоненты волоконно-оптических сетей связи.	Передающие оптические модули. Основные требования. Принцип работы лазерного диода. Лазерные диоды с резонатором Фабри-Перо. DFB и DBR лазеры. EML лазеры. Полупроводниковые лазеры с вертикальным резонатором (VCSEL). Основные конструктивные элементы передающего оптического модуля. Приемные оптические модули. P-i-n фотодиод и лавинный фотодиод. Принципы работы, характеристики и параметры, области применения. Оптический приемник с прямым детектированием. Оптический приемник с преобразованием. SFP, SFP+, XFP модули. Конструкция параметры, области применения. Оптические усилители. Классификация. Полупроводниковые оптические усилители. Волоконно-оптический усилитель. Принцип работы, конструкция, параметры, типы. Усилители на эффекте вынужденного комбинационного рассеяния. Волоконные усилители, использующие вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.

6. Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Оптические волокна	Преимущества и недостатки ВОЛС. Типовая схема ВОСС. Классификация оптических волокон. Геометрические параметры оптических волокон. Потери в оптических волокнах. Измерение затухания в оптических волокнах. Дисперсия в оптических волокнах Методы измерения дисперсии. Стандартизация оптических волокон.
2	Тема 2. Оптические кабели связи	Классификация оптических кабелей связи. Характеристики оптических кабелей. Конструкция оптических кабелей связи. Подводные оптические кабели связи.
3	Тема 3 Пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи.	Оптические соединители. Оптические аттенюаторы. Оптические муфты и кроссы. Оптические вентили.

		Оптические разветвители. Компенсаторы хроматической дисперсии.
4	Тема 4 Активные компоненты волоконно-оптических сетей связи.	Передающие оптические модули. Приемные оптические модули. SFP, SFP+, XFP модули. Оптические усилители.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 1. Оптические волокна	Качественный анализ модовой структуры волоконных световодов Экспериментальное определение числовой апертуры волоконных световодов. Исследование зависимости удельного коэффициента затухания, вносимого изгибом световода от его радиуса. Измерение коэффициентов затухания волоконных световодов. Поиск неисправности оптической линии связи с помощью оптического тестера.
2	Тема 3 Пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи.	Исследование параметров стыка двух световодов. Исследование характеристик разъемных соединителей. Исследование характеристик оптического разветвителя. Исследование характеристик аттенуаторов.
3	Тема 4 Активные компоненты волоконно-оптических сетей связи.	Сравнительное исследование ватт-амперных и вольт-амперных характеристик лазерного и светоизлучающего диодов. Исследование поляризационных характеристик лазерного и светоизлучающего диодов. Исследование степени когерентности лазерного диода Исследование характеристики лазерного диода и фотоприемника. Исследование процессов импульсной модуляции лазерного диода. Исследование процессов аналоговой модуляции лазерного диода. Моделирование формы сигнала на приемном конце реальной оптической линии связи.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по изученным темам.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить

задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Оптические волокна	ПКС-2 ПКС-3 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 2. Оптические кабели связи	ПКС-2 ПКС-3 ПКС-8	Тестирование
Тема 3 Пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи.	ПКС-2 ПКС-3 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 4 Активные компоненты волоконно-оптических сетей связи.	ПКС-2 ПКС-3 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

- Как соотносятся между собой показатели преломления сердцевины n_c и оболочки n_o в оптическом волокне:
 - $n_c < n_o$;
 - $n_c = n_o$;
 - $n_c > n_o$;
 - соотношение может быть любое в зависимости от типа оптического волокна.
- Укажите возможные области применения многомодового градиентного оптического волокна
 - локальные вычислительные сети;
 - протяженные сети;
 - сверхпротяженные сети;
 - полностью оптические сети.
- Укажите возможные области применения стандартного одномодового оптического волокна
 - локальные вычислительные сети;
 - протяженные сети;
 - сверхпротяженные сети;
 - полностью оптические сети.
- Укажите возможные области применения одномодового оптического волокна со смещенной дисперсией
 - локальные вычислительные сети;

- б) протяженные сети;
 - в) сверхпротяженные сети;
 - г) полностью оптические сети.
5. Укажите возможные области применения одномодового оптического волокна с ненулевой смещенной дисперсией
- а) локальные вычислительные сети;
 - б) протяженные сети;
 - в) сверхпротяженные сети;
 - г) полностью оптические сети.
6. Как связаны между собой числовая апертура и полоса пропускания оптического волокна
- а) чем больше числовая апертура, тем шире полоса пропускания;
 - б) чем больше числовая апертура, тем уже полоса пропускания;
 - в) числовая апертура и полоса пропускания не связаны друг с другом.
7. Для обеспечения одномодового режима работы оптического волокна нормированная частота должна удовлетворять соотношению
- а) $V < 2,405$;
 - б) $V < 3,832$;
 - в) $V < 5,136$;
 - г) $V < 6,380$.
8. Основной модой в оптическом волокне является мода
- а) H_{10} ;
 - б) E_{01} ;
 - в) T ;
 - г) HE_{11} .
9. Длина волны отсечки – это
- а) минимальная длина волны, при которой по волокну перестает распространяться свет;
 - б) максимальная длина волны, при которой по волокну перестает распространяться свет;
 - в) минимальная длина волны, при которой волокно поддерживает только одну распространяемую моду;
 - г) максимальная длина волны, при которой волокно поддерживает только одну распространяемую моду.

10. Каким длинам волн соответствуют три классических окна прозрачности кварцевых оптических волокон
- а) 730 нм, 1380 нм, 1550 нм;
 - б) 950 нм, 1250 нм, 1550 нм;
 - в) 850 нм, 1310 нм, 1380 нм;
 - г) 850 нм, 1310 нм, 1550 нм.
11. Как связаны между собой дисперсия и полоса пропускания оптического волокна
- а) чем больше дисперсия, тем шире полоса пропускания;
 - б) чем больше дисперсия, тем уже полоса пропускания;
 - в) дисперсия и полоса пропускания не связаны друг с другом.
12. Как связаны между собой дисперсия и длина регенерационного участка волоконно-оптической линии связи
- а) чем больше дисперсия, тем меньше длина регенерационного участка;
 - б) чем больше дисперсия, тем больше длина регенерационного участка;
 - в) дисперсия и длина регенерационного участка не связаны друг с другом.
13. Длина волны нулевой дисперсии – это длина волны, при которой
- а) межмодовая дисперсия обращается в ноль;
 - б) хроматическая дисперсия обращается в ноль;
 - в) поляризационная модовая дисперсия обращается в ноль;
 - г) результирующая хроматическая и поляризационная модовая дисперсия обращается в ноль.
14. Допустимый радиус изгиба оптического кабеля должен быть не менее
- а) 5 диаметров кабеля;
 - б) 10 диаметров кабеля;
 - в) 15 диаметров кабеля;
 - г) 20 диаметров кабеля.
15. Какая конструкция оптического модуля обеспечивает наименьший радиус изгиба оптического кабеля
- а) трубчатая конструкция;
 - б) конструкция с V-образным сердечником;
 - в) многослойное плотное покрытие;
 - г) ленточная конструкция.
16. Какая конструкция оптического модуля обеспечивает наибольшее число оптических волокон в модуле
- а) трубчатая конструкция;

- б) конструкция с V-образным сердечником;
 - в) многослойное плотное покрытие;
 - г) ленточная конструкция.
17. Каким требованиям должны удовлетворять оптические соединители
- а) минимальная дисперсия;
 - б) минимальное вносимое затухание;
 - в) неизменность параметров при многократных соединениях;
 - г) большая развязка.
18. Максимальное значение вносимого затухания разъемного соединителя на должно превышать
- а) 0,03 дБ;
 - б) 0,3 дБ;
 - в) 3 дБ;
 - г) 30 дБ.
19. Какой тип полировки торца оптического волокна соответствует уровню обратного отражения оптической мощности до – 40 дБ
- а) нормальная полировка;
 - б) суперполировка;
 - в) ультраполировка;
 - г) полировка под углом к оптической оси.
20. Какой тип полировки торца оптического волокна обеспечивает уровень обратного отражения оптической мощности до – 50 дБ
- а) нормальная полировка;
 - б) суперполировка;
 - в) ультраполировка;
 - г) полировка под углом к оптической оси.
21. Какой тип полировки торца оптического волокна обеспечивает уровень обратного отражения оптической мощности до – 70 дБ
- а) нормальная полировка;
 - б) суперполировка;
 - в) ультраполировка;
 - г) полировка под углом к оптической оси.
22. Соединители какого типа обеспечивают лучшую надежность соединения при воздействии вибраций
- а) FC;

- б) SC;
 - в) LC.
23. Какой цвет коннектора SC применяется в случае многомодовых волокон
- а) черный;
 - б) синий;
 - в) зеленый;
 - г) бежевый.
24. Какой цвет коннектора SC применяется в случае одномодовых волокон с типом полтровки APC
- а) черный;
 - б) синий;
 - в) зеленый;
 - г) бежевый.
25. Какой цвет коннектора SC применяется в случае одномодовых волокон с типом полтровки UPC
- а) черный;
 - б) синий;
 - в) зеленый;
 - г) бежевый.
26. Типичные максимальные потери в сварном соединении не должны превышать
- а) 0,005 дБ;
 - б) 0,05 дБ;
 - в) 0,5 дБ;
 - г) 5 дБ.
27. Какой элемент волоконно-оптического тракта используется для избежания насыщения приемного оптоэлектронного модуля
- а) оптический изолятор;
 - б) оптический аттенюатор;
 - в) оптический разветвитель;
 - г) оптический мультиплексор.
28. Какой элемент волоконно-оптического тракта используется для развязки передатчика с линией
- а) оптический изолятор;
 - б) оптический аттенюатор;
 - в) оптический разветвитель;

- г) оптический мультиплексор.
29. Каким требованиям должны удовлетворять оптические вентили
- а) минимальная дисперсия;
 - б) минимальное вносимое затухание;
 - в) неизменность параметров при многократных соединениях;
 - г) большая развязка.
30. Какой элемент волоконно-оптического тракта используется для ответвления части оптического излучения из основного канала
- а) оптический изолятор;
 - б) оптический аттенюатор;
 - в) оптический разветвитель;
 - г) оптический мультиплексор.
31. Каким требованиям должны удовлетворять направленные ответвители
- а) минимальная дисперсия;
 - б) минимальное вносимое затухание;
 - в) неизменность параметров при многократных соединениях;
 - г) большой коэффициент направленности.
32. Какой элемент волоконно-оптического тракта используется для объединения сигналов с различными оптическими несущими
- а) оптический изолятор;
 - б) оптический аттенюатор;
 - в) оптический разветвитель;
 - г) оптический мультиплексор.
33. Механические коммутаторы могут применяться для
- а) автоматической реконфигурации оборудования;
 - б) защитного переключения маршрутов в сетях;
 - в) коммутации потоков данных;
 - г) работы в составе оборудования для тестирования и мониторинга ВОЛП.
34. Электрооптические коммутаторы могут применяться для
- а) автоматической реконфигурации оборудования;
 - б) защитного переключения маршрутов в сетях;
 - в) коммутации потоков данных;
 - г) работы в составе оборудования для тестирования и мониторинга ВОЛП.
35. Оптоэлектронные коммутаторы могут применяться для
- а) автоматической реконфигурации оборудования;

- б) защитного переключения маршрутов в сетях;
 - в) коммутации потоков данных;
 - г) работы в составе оборудования для тестирования и мониторинга ВОЛП.
36. Оптические соединительные муфты предназначены для
- а) защиты сростков оптических волокон от внешних воздействий;
 - б) хранения запасов оптического кабеля;
 - в) обеспечения электрической непрерывности оптического кабеля;
 - г) быстрого подключения аппаратуры тестирования ВОЛС.
37. Какие факторы являются наиболее критичными для подвесных соединительных муфт
- а) изгиб;
 - б) раздавливание;
 - в) просачивание воды;
 - г) ультрафиолетовое излучение.
38. Какие факторы являются наиболее критичными для подземных соединительных муфт
- а) изгиб;
 - б) раздавливание;
 - в) просачивание воды;
 - г) ультрафиолетовое излучение.
39. Каким из перечисленных ниже оптических фильтров позволяют перестраивать рабочую длину волны
- а) фильтры на основе оптоволоконных дифракционных решеток Брэгга;
 - б) фильтры на основе интерферометра Фабри-Перо;
 - в) интерференционные фильтры на тонких пленках;
 - г) акустооптические перестраиваемые фильтры.
40. Оптические волокна для компенсации дисперсии позволяют компенсировать
- а) межмодовую дисперсию;
 - б) хроматическую дисперсию;
 - в) поляризационную модовую дисперсию;
 - г) любой тип дисперсии в зависимости от их конструкции.
41. Оптическое волокно для компенсации дисперсии должно иметь
- а) отрицательную дисперсию, положительный наклон дисперсионной характеристики и низкое затухание;

- б) отрицательную дисперсию, отрицательный наклон дисперсионной характеристики и низкое затухание;
 - в) положительную дисперсию, отрицательный наклон дисперсионной характеристики и высокое затухание;
 - г) положительную дисперсию, положительный наклон дисперсионной характеристики и высокое затухание.
42. Какие физические явления используются для создания оптических фильтров
- а) дифракция;
 - б) вынужденное комбинационное рассеяние;
 - в) вынужденное излучение;
 - г) интерференция.
43. На какие параметры волоконно-оптической линии влияет ширина линии излучения источника света
- а) числовая апертура;
 - б) затухание;
 - в) дисперсия;
 - г) длина регенерационного участка.
44. Какова ширина линии излучения светоизлучающего диода
- а) 400 нм;
 - б) 40 нм;
 - в) 2 нм;
 - г) 0,2 нм.
45. Какова ширина линии излучения полупроводникового лазера, работающего в многомодовом режиме
- а) 400 нм;
 - б) 40 нм;
 - в) 2 нм;
 - г) 0,2 нм.
46. Какова ширина линии излучения полупроводникового лазера, работающего в многомодовом режиме
- а) 400 нм;
 - б) 40 нм;
 - в) 2 нм;
 - г) 0,2 нм.

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:**К теме 1. Оптические волокна***Работа №2. Экспериментальное определение числовой апертуры волоконных световодов*

1. Цель работы произвести экспериментальное определение числовой апертуры одномодового и многомодового световода.

2. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. В соответствии с каким принципом свет распространяется вдоль волокна со ступенчатым профилем показателя преломления?
2. Как называется волокно с переменным показателем преломления сердцевины?
3. Какой режим работы волоконного световода называется одномодовым, а какой многомодовым?
4. Чем определяется число направляемых мод в волоконных световодах?
5. Как определить границу одномодового режима?
6. Каково соотношение между диаметрами оболочки и сердцевины многомодового ступенчатого и одномодового световода? Чем оно определяется?
7. Что нормированная частота?
8. Что такое длина волны отсечки?
9. Какой тип волн распространяется в одномодовом оптическом волокне?
10. Дайте определение моды.
11. Перечислите типы волн, которые распространяются в многомодовом ОВ.
12. Что такое диаметр модового пятна?

Работа №3. Исследование зависимости удельного коэффициента затухания, вносимого изгибом световода от его радиуса

1. Цель работы произвести экспериментальное определение зависимости удельного коэффициента затухания от радиуса изгиба световода для одномодового световода 9/125 мкм; многомодового световода 62,5/125 мкм. Измерение провести для двух длин волн $\lambda=0.67$ мкм и $\lambda=1.3$ мкм.

2. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Чем обусловлены потери на поглощение в волоконном световоде?
2. Чем вызваны потери на рассеяние?

3. Объясните природу появления окон прозрачности в кварцевых оптических волокнах.
4. Назовите причины возникновения потерь на макроизгибы.
5. Объясните природу возникновения потерь на микроизгибы.

Работа №5. Поиск неисправности оптической линии связи с помощью оптического тестера

1. Цель работы получение навыков работы с измерителем оптической мощности «Алмаз 33» при обнаружении обрыва в волоконно-оптической линии связи.

2. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Какие существуют способы соединения ОВ?
2. Какова цель использования разъемных и неразъемных соединителей?
3. Перечислите основные источники внутренних и внешних потерь в соединителях.
4. Что предпочтительнее для организации соединения оптического кабеля с аппаратурой ВОСП: разъемный или неразъемный соединитель? Почему?
5. Основные требования к соединениям ОВ.
6. Параметры, влияющие на качество разъемного соединения ОВ.
7. Конструкции разъемных соединителей для оптических волокон.
8. Где применяются разъемные и неразъемные соединения?
9. Перечислите основные требования к разъемным соединителям.
10. Чем обусловлены вносимые потери разъемных соединителей?
11. Назовите типы контактов оптических соединителей.
12. Назовите современные стандарты соединителей.
13. Опишите конструкцию стандартного разъемного оптического соединителя.
14. Какой тип соединения обеспечивает наилучшие характеристики по вносимым и обратным потерям?

К теме 3. Пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи

Работа №8. Исследование характеристик оптического разветвителя

1. Цель работы получение навыков работы с измерителем оптической мощности «Алмаз 33»; измерение переходных ослаблений между световодами оптического разветвителя

2. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Поясните назначение оптического разветвителя.
2. Как классифицируются оптические разветвители?
3. Опишите принцип работы оптического разветвителя.
4. Какие параметры разветвителей вы знаете?
5. Опишите типы конструкции оптического разветвителя.
6. Для чего предназначены селективные разветвители?
7. Назовите основные виды разветвителей.

Работа №9. Исследование характеристик аттенюаторов

1. Цель работы получение навыков работы с измерителем оптической мощности «Алмаз 33»; измерение затухания, вносимого постоянным аттенюатором на основе оптической розетки для многомодовых и одномодовых световодов; измерение затухания, вносимого переменным аттенюатором на основе оптической розетки для многомодовых и одномодовых световодов и градуировка аттенюатора

2. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Для чего предназначен аттенюатор?
2. Типы аттенюаторов.
3. Назовите области применения аттенюаторов.
4. На каком принципе основана работа переменного оптического аттенюатора?
5. Чем обусловлено первоначальное остаточное затухание переменного оптического аттенюатора?
6. Перечислите основные параметры постоянных и переменных аттенюаторов.

К теме 3. Активные компоненты волоконно-оптических сетей связи

Работа №10. Сравнительное исследование ватт-амперных и вольт-амперных характеристик лазерного и светоизлучающего диодов

1. Цель работы: экспериментальное измерение ватт-амперной характеристики лазерного диода; экспериментальное измерение вольт-амперной характеристики лазерного диода; экспериментальное определение тока накачки, соответствующего началу генерации оптического излучения и порогового тока лазерного диода; экспериментальное измерение ватт-амперной характеристики светоизлучающего диода; экспериментальное измерение вольт-амперной характеристики светоизлучающего диода; сравнение ватт-амперных характеристик лазерного диода и светоизлучающего диода; исследование зависимости

чувствительности ФД и темнового тока I_T от напряжения смещения $U_{фд}$; измерение зависимости темнового тока I_T ФД от напряжения смещения $U_{см}$.

2. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Преимущества и недостатки волоконно-оптических линий связи.
2. Упрощенная типовая схема волоконно-оптической системы передачи.
3. Различия между усилителем и регенератором.

Работа №16. Моделирование формы сигнала на приемном конце реальной оптической линии связи

1. Цель работы расчет реальных параметров оптического сигнала по заданным характеристикам линии связи; моделирование на лабораторной установке формы реального сигнала в линии на основании проведенных расчетов

2. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Каковы причины возникновения модовой и хроматической дисперсии?
2. Чем обусловлено уширение импульсных сигналов: а) в многомодовых ВС; б) в градиентных ВС; в) в одномодовых ВС?
3. Сравните ширину полосы пропускания ВС различных типов.
4. Какое влияние на передачу световых сигналов оказывают значения параметров профиля оптического волокна?
5. Назовите виды дисперсии.
6. Какие виды дисперсии не существуют в одномодовом волокне?
7. Какие причины уширения оптических импульсов в ОВ?
8. Какие причины ограничения ширины полосы пропускания оптического волокна?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Преимущества и недостатки волоконно-оптических систем связи.
2. Типовая схема волоконно-оптической линий связи и ее основные элементы.
3. Классификация оптических волокон.
4. Параметры оптических волокон.
5. Потери в оптических волокнах.

6. Дисперсия и полоса пропускания оптического волокна.
7. Основные типы оптических волокон.
8. Классификация оптических кабелей связи.
9. Влияние внешних факторов на выбор оптических кабелей связи.
10. Условные обозначения оптических кабелей связи.
11. Элементы оптических кабелей связи.
12. Конструкция оптических кабелей для различных условий прокладки.
13. Морские оптические кабели связи.
14. Внутриобъектовые оптические кабели связи.
15. Соединители. Назначение, классификация соединений и основные требования к ним.
16. Разъемные соединители. Оптические параметры соединителей.
17. Стандарты соединителей.
18. Сварные соединения оптических волокон.
19. Механические соединения оптических волокон.
20. Атенюаторы. Виды оптических аттенюаторов.
21. Оптические вентили. Конструкция. Основные характеристики.
22. Конструкция и технологии изготовления неселективных разветвителей.
23. Селективные оптические разветвители.
24. Оптические коммутаторы. Классификация.
25. Механические оптические коммутаторы.
26. Электрооптические коммутаторы.
27. Термооптические коммутаторы.
28. Оптоэлектронные коммутаторы на основе полупроводниковых оптических усилителей.
29. Соединительные муфты. Классификация.
30. Соединительные муфты. Конструкция.
31. Оптические фильтры. Фильтры на основе резонатора Фабри-Перо.
32. Фильтры на основе оптоволоконных дифракционных решеток Брэгга.
33. Интерференционные фильтры на тонких пленках.
34. Перестраиваемые фильтры на распределенных брэгговских отражателях.
35. Акустооптические перестраиваемые фильтры.
36. Компенсация хроматической дисперсии.
37. Компенсация поляризационной модовой дисперсии.
38. Передающие оптические модули. Типы и характеристики источников излучения.

39. Лазерные диоды с резонатором Фабри-Перо, с распределенной обратной связью, с распределенным брэгговским отражением, с внешним резонатором.
40. Параметры лазерных диодов.
41. Основные элементы, параметры и характеристики передающего оптического модуля.
42. Приемные оптические модули. Требования к фотоприемным устройствам ВОСП.
43. Принцип работы р-і-п и лавинно-пролетного фотодиодов.
44. Технические характеристики фотоприемников.
45. Основные типы приемных оптоэлектронных модулей и их элементы.
46. Оптические усилители. Требования к оптическим усилителям. Классификация оптических усилителей.
47. Полупроводниковые оптические усилители.
48. Волоконно-оптические усилители.
49. Волоконные усилители, использующие эффект вынужденного комбинационного рассеяния.
50. Волоконные усилители, использующие вынужденное рассеяние Манделъштама-Бриллюэна.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения	хорошо		71-85

		или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Крухмалев, В. В. Волоконно-оптические системы передачи : учебное пособие / В. В. Крухмалев. — Ростов-на-Дону: РГУПС, 2016. — 299 с. — ISBN 978-5-88814-770-2. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159396> (дата обращения: 25.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Цуканов, В.Н. Волоконно-оптическая техника : практическое руководство / В.Н. Цуканов, М.Я. Яковлев. - 4-е изд., испр. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0367-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053385> (дата обращения: 25.04.2022). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Стерлинг Д. Дж. (мл.). Волоконная оптика / Дональд Дж. Стерлинг; пер. А. Московченко. - Москва: Лори, 2020. - 288 с.: ил. - Пер. изд.: Technician`s Guide to Fiber Optics / Donald J. Sterling. - Boston [et al]. - ISBN 978-5-85582-346-2
2. Субботин Е. А. Методы и средства измерения параметров оптических телекоммуникационных систем: учеб. пособие для техн. вузов / Е. А. Субботин. - М.: Горячая линия-Телеком, 2013. - 224 с.: табл. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 210-211 (24 назв.). - ISBN 978-5-9912-0304-3
3. Оптические телекоммуникационные системы: учеб. для вузов / В. Н. Гордиенко [и др.] ; под ред. В. Н. Гордиенко. - М.: Горячая линия-Телеком, 2011. - 367 с. - (Учебник для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 360-362 (43 назв.). - ISBN 978-5-9912-0146-9
4. Складов О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи: учеб. пособие / О. К. Складов. - 2-е изд., стер. - СПб. [и др.]: Лань, 2010. - 260, [5] с. - (Учебники для вузов.

Специальная литература). - Библиогр.: с. 254-261 (189 назв.). - ISBN 978-5-8114-1028-6

5. Портнов Э. Л. Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи: учеб. пособие / Э. Л. Портнов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2007. - 461 с., [2] л. цв. ил., портр. : ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 458-459 (52 назв.). - 2000 экз. - ISBN 5-93517-247-X
6. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи / Р. Фриман; пер. с англ. под ред. Н. Н. Слепова. - М.: Техносфера, 2003. - 495 с. - (Мир связи). - Предм. указ.: с. 491-495. - Библиогр.: с. 479-487 и в конце гл. - ISBN 5-94836-010-5

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;

- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 307 «Лаборатория волоконно-оптических линий связи»

Состав лабораторного оборудования:

Лабораторная установка «Исследование характеристик оптических источников и фотодиодов»;

Лабораторная установка «Исследование характеристик оптических волоконных светодиодов»;

Лабораторная установка «Исследование характеристик стыка оптических светодиодов»;

Учебная лаборатория установка «Исследование пассивных элементов оптического тракта»;

Учебная лаборатория установка «Модель оптического линейного тракта»;

Персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5”, keyboard, Mouse, LAN, Internet access;

Операционная система MS Windows 10 Home № договора Б-00388960 от 17.12.2018 (бессрочно)

МОЙ ОФИС Профессиональный корп.академ. № договора 272-ЛД (бессрочно);

Антивирусное ПО антивирус Kaspersky Endpoint Security 11, № договора 10зк/32008795731 от 14.02.20

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Экономика отрасли инфокоммуникаций»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Епишев Денис Вячеславович, ассистент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Экономика отрасли инфокоммуникаций».

Цель дисциплины «Экономика отрасли инфокоммуникаций» - формировании у студентов-бакалавров умения широко ориентироваться в системе экономических отношений, сложившихся на отраслевом рынке телекоммуникаций и смежных рынках национальной экономики, и обоснованно принимать экономические решения по развитию инфокоммуникационной отрасли.

Задачи дисциплины - овладение методами управления и регулирования экономических отношений отрасли инфокоммуникаций в рыночной среде; изучение характера действия экономических законов и закономерностей развития инфокоммуникаций как отрасли общественного производства и социально-производственной инфраструктуры, экономических особенностей функционирования отраслевого рынка и конкретных форм проявления экономических законов в отрасли в условиях развития информационного общества; изучение методов анализа и прогнозирования развития отраслевого рынка и оценки эффективности развития отрасли инфокоммуникаций

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1. Знает методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применять системный подход для решения поставленных задач</p> <p>УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач</p>	<p>Знать сущность экономических понятий и категорий, основные экономические и научно-технические закономерности развития отрасли инфокоммуникаций, систему финансово - экономических показателей и методы их расчета, экономические черты и особенности инфокоммуникаций и их влияние на экономику отрасли и входящих в ее состав хозяйствующих субъектов; характер и этапы научно-технического прогресса, перспективы экономического и социального развития инфокоммуникаций и отраслевого рынка, критерии и показатели развития отрасли, а также оценки влияния развития отрасли на национальную экономику;</p> <p>сущность и состав производственных ресурсов отрасли, включая производственные фонды, трудовые, радиочастотные и информационные ресурсы, ресурсы нумерации, критерии и показатели, характеризующие уровень их использования,</p>

		<p>факторы повышения эффективности их использования.</p> <p>Уметь анализировать конкретные экономические ситуации в условиях рыночной экономики, быстро меняющейся технико-экономической конъюнктуры и конкурентной среды отрасли с учетом отраслевой специфики</p> <p>Владеть методами анализа, планирования, исследования и управления экономическими отношениями в отрасли инфокоммуникаций в рыночной среде</p>
<p>УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>УК-2.1. Знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач, основные методы оценки разных способов решения задач, действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность</p> <p>УК-2.2. Умеет проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения, анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов, использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности</p> <p>УК-2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта, методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией</p>	<p>Знать функции и методы управления и регулирования деятельности в отрасли инфокоммуникаций в соответствии с действующей нормативно-правовой базой и закономерностями развития рыночных отношений в инфокоммуникациях; характеристику участников отраслевого рынка, особенности регулирования их взаимодействия в процессе информационного обмена и оказания услуг, показателей концентрации и централизации отраслевого рынка и методы их измерения, методы прогнозирования спроса и прогнозирования объемов инфокоммуникационных услуг и средств инфокоммуникаций; сущность ценовой политики в отрасли инфокоммуникаций и тарифов на услуги связи, стратегия и методы ценообразования в условиях государственного регулирования тарифов на услуги связи и свободного ценообразования на инфокоммуникационные услуги.</p> <p>Уметь разрабатывать и обосновывать меры по улучшению рыночной ситуации, повышению конкурентоспособности отрасли и ее хозяйствующих субъектов.</p> <p>Владеть методами выявления резервов и путей повышения эффективности конкуренции, организационных структур и использования отраслевых производственных ресурсов</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Экономика отрасли инфокоммуникаций» представляет собой дисциплину части, формируемой участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы

студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Экономика отрасли инфокоммуникаций как учебная дисциплина	Классификация отраслей и секторов экономики. Научные основы экономики инфокоммуникаций. Особенности отрасли инфокоммуникаций и их влияние на организационную структуру, сетевую инфраструктуру, экономические категории и рыночные взаимоотношения. Предмет и задачи дисциплины.
2	Тема 2. Экономические границы отрасли инфокоммуникаций	Факторы экономических границ отрасли. Место отрасли в национальной экономике. Макроэкономические показатели развития инфокоммуникаций. Экономическая характеристика инфокоммуникаций как отрасли общественного производства и инфраструктуры. Предпосылки, факторы и этапы становления и развития информационно-телекоммуникационного комплекса страны.

		Место инфокоммуникаций РФ в мировом инфокоммуникационном пространстве.
3	Тема 3. Управление и регулирование отрасли инфокоммуникаций	Сущность и значение управления и регулирования отрасли инфокоммуникаций. Принципы и методы государственного управления и регулирования. Структура, задачи и функции органов управления и регулирования в отрасли инфокоммуникаций. Состав и особенности построения инфокоммуникационных сетей. Оценка уровня регионального развития инфокоммуникаций и совершенствование пропорций в отраслевом развитии.
4	Тема 4. Структура и организация отраслевого рынка в сфере инфокоммуникаций	Понятие рыночной среды и отраслевых рынков. Участники отраслевого рынка и регулирование их организационно-экономического взаимодействия в процессе информационного обмена и оказания услуг. Структура отраслевого рынка по видам услуг, технологиям и стандартам, секторам производства услуг и оборудования, формам собственности. Показатели концентрации и централизации отраслевого рынка и методы их измерения.
5	Тема 5. Производственные ресурсы отрасли инфокоммуникаций	Структура производственных ресурсов отрасли инфокоммуникаций. Средства производства (средства и предметы труда), их технологическая и воспроизводственная структура. Трудовые ресурсы отрасли, их структура, динамика и уровень использования. Радиочастотный ресурс, ресурсы нумерации, принципы их распределения. Информационные ресурсы и их значение в управлении производством инфокоммуникационных услуг.
6	Тема 6. Ценообразование в отрасли инфокоммуникаций	Ценовая политика в отрасли инфокоммуникаций. Сущность и назначение тарифов на услуги, их классификация и принципы формирования. Стратегия и методы ценообразования в отрасли инфокоммуникаций.
7	Тема 7. Эффективность развития отрасли инфокоммуникаций	Характер и этапы научно-технического прогресса в отрасли инфокоммуникаций. Критерии и показатели развития отрасли инфокоммуникаций. Эффективность инвестирования развития отрасли. Методы и показатели оценки влияния развития отрасли инфокоммуникаций на национальную экономику.

6 Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Экономика отрасли инфокоммуникаций как учебная дисциплина	Научные основы экономики инфокоммуникаций.
2	Тема 2. Экономические границы отрасли инфокоммуникаций	Факторы экономических границ отрасли.

3	Тема 3. Управление и регулирование отрасли инфокоммуникаций	Сущность и значение управления и регулирования отрасли инфокоммуникаций.
4	Тема 4. Структура и организация отраслевого рынка в сфере инфокоммуникаций	Понятие рыночной среды и отраслевых рынков.
5	Тема 5. Производственные ресурсы отрасли инфокоммуникаций	Структура производственных ресурсов отрасли инфокоммуникаций.
6	Тема 6. Ценообразование в отрасли инфокоммуникаций	Ценовая политика в отрасли инфокоммуникаций.
7	Тема 7. Эффективность развития отрасли инфокоммуникаций	Характер и этапы научно-технического прогресса в отрасли инфокоммуникаций.

Рекомендуемая тематика практических занятий (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 2. Экономические границы отрасли инфокоммуникаций	Анализ макроэкономических показателей развития инфокоммуникаций
2	Тема 3. Управление и регулирование отрасли инфокоммуникаций	Анализ регионального развития инфокоммуникаций и оценка пропорций в отраслевом развитии
3	Тема 4. Структура и организация отраслевого рынка в сфере инфокоммуникаций	Характеристика структуры отраслевого рынка по видам услуг, технологиям, стандартам и оценка структурных сдвигов. Расчет показателей концентрации и централизации отраслевого рынка
4	Тема 5. Производственные ресурсы отрасли инфокоммуникаций	Оценка структуры средств производства, трудовых, радиочастотных и информационных ресурсов отрасли инфокоммуникаций
5	Тема 6. Ценообразование в отрасли инфокоммуникаций	Формирование цен и тарифов на инфокоммуникационные услуги и технические решения
6	Тема 7. Эффективность развития отрасли инфокоммуникаций	Анализ этапов и оценка влияния НТП на развитие отрасли инфокоммуникаций. Расчет показателей эффективности развития отрасли инфокоммуникаций.

Требования к самостоятельной работе студентов

При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по изученным темам.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и

применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое

обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

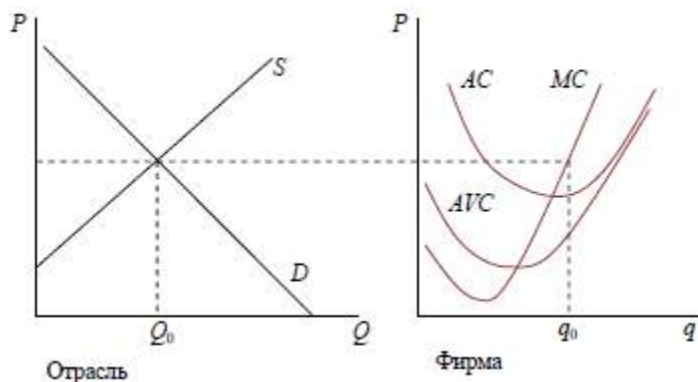
Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Экономика отрасли инфокоммуникаций как учебная дисциплина	УК-1 УК-2	Тестирование, устный опрос
Тема 2. Экономические границы отрасли инфокоммуникаций	УК-1 УК-2	Тестирование, устный опрос
Тема 3. Управление и регулирование отрасли инфокоммуникаций	УК-1 УК-2	Тестирование, устный опрос
Тема 4. Структура и организация отраслевого рынка в сфере инфокоммуникаций	УК-1 УК-2	Тестирование, устный опрос
Тема 5. Производственные ресурсы отрасли инфокоммуникаций	УК-1 УК-2	Тестирование, устный опрос
Тема 6. Ценообразование в отрасли инфокоммуникаций	УК-1 УК-2	Тестирование, устный опрос
Тема 7. Эффективность развития отрасли инфокоммуникаций	УК-1 УК-2	Тестирование, устный опрос

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

1. При одновременном увеличении отраслевого спроса и отраслевого предложения цена равновесия:
 - а) обязательно снизится;
 - б) всегда остается неизменной;
 - в) обязательно повысится;
 - г) может остаться неизменной, повыситься или понизиться.
2. При установлении равновесной цены:
 - а) достигается максимально возможный объем продаж;
 - б) излишки производителей и потребителей достигают максимума;
 - в) желаемый производителями объем продаж совпадает с желаемым потребителями объемом покупок;
 - г) цена спроса равна цене предложения.
3. Уменьшение спроса на рынке совершенной конкуренции при постоянных ценах на факторы производства в длительном периоде:
 - а) повышает равновесную цену;
 - б) понижает равновесную цену;
 - в) не меняет равновесную цену;
 - г) возможен любой из перечисленных вариантов.
4. В представленном на рисунке состоянии:
 - а) и отрасль, и фирма находятся в краткосрочном равновесии;
 - б) и отрасль, и фирма находятся в долгосрочном равновесии;
 - в) отрасль находится в долгосрочном, а фирма в краткосрочном равновесии;
 - г) отрасль находится в краткосрочном, а фирма в долгосрочном равновесии.



5. При неизменных ценах на факторы производства увеличение спроса в длительном периоде будет сопровождаться:

- а) ростом цены;
- б) снижением цены;
- в) неизменностью цены;
- г) возможен любой вариант.

6. Если спрос отображается прямой с отрицательным наклоном, а предложение – прямой с положительным наклоном к оси объема продукции, то при увеличении доходов покупателей изменение цены во времени происходит так, что:

- а) цена мгновенного равновесия $>$ цена длительного равновесия $>$ цена краткосрочного равновесия;
- б) цена краткосрочного равновесия $>$ цена длительного равновесия $>$ цена мгновенного равновесия;
- в) цена мгновенного равновесия $>$ цена краткосрочного равновесия $>$ цена длительного равновесия;
- г) цена длительного равновесия $>$ цена краткосрочного равновесия $>$ цена мгновенного равновесия.

7. В условиях совершенной конкуренции в длительном периоде:

- а) не возникают рентные доходы;
- б) у всех фирм одинаковые экономические затраты на единицу продукции;
- в) фирмы не получают экономической прибыли;
- г) цена может быть выше предельных затрат.

8. На рынке совершенной конкуренции в длительном периоде цена равна:

- а) предельным затратам;
- б) средним затратам;
- в) средним переменным затратам;

г) минимальным средним затратам.

9. В отрасли с совершенной конкуренцией:

- а) кривая спроса на продукцию фирмы горизонтальна к оси объема выпуска;
- б) кривая предельной выручки фирмы горизонтальна к оси объема выпуска;
- в) кривая спроса на продукцию фирмы имеет отрицательный наклон к оси объема выпуска;
- г) кривая предельной выручки имеет отрицательный наклон к оси объема выпуска.

10. Экономические потери общества от монополизации рынка по сравнению с совершенной конкуренцией проявляются в том, что уменьшается сумма излишков:

- а) производителя;
- б) потребителей;
- в) производителя и потребителей;
- г) потребителей при неизменных излишках производителя.

11. В длинном периоде у монополистического конкурента:

- а) производственные мощности используются не полностью;
- б) продукция производится с минимальными средними затратами;
- в) средние затраты равны предельным затратам;
- г) нет прибыли.

12. На рынке монополистической конкуренции в длинном периоде цена устанавливается на уровне:

- а) минимума средних затрат;
- б) предельных затрат;
- в) предельной выручки;
- г) выше минимума средних затрат.

13. При ломанной кривой спроса на продукцию фирмы возникает разрыв у кривой:

- а) предельной выручки;
- б) средней выручки;
- в) предельных затрат;
- г) средних затрат.

14. В модели ценообразования за лидером (квазимонополии) на рынке гомогенного блага лидер устанавливает цену, обеспечивая равенство:

- а) отраслевой предельной выручки отраслевым предельным затратам;
- б) своей предельной выручки своим предельным затратам;
- в) цены спроса своим предельным затратам;
- г) цены спроса отраслевым предельным затратам.

15. Если на рынке труда существует совершенная конкуренция, то цена труда будет равна:

- а) цене спроса на труд;
- б) цене предложения труда;
- в) средней производительности труда;
- г) не указанной в трех других ответах величине.

16. Функция предложения труда по его цене:

- а) вначале снижается, затем возрастает;
- б) вначале возрастает, затем снижается;
- в) монотонно возрастает;
- г) монотонно убывает.

17. Если производство благ сопровождается отрицательными внешними эффектами, то с позиций общества механизм рынка приводит к:

- а) избыточному объему выпуска;
- б) избыточному объему спроса;
- в) недостаточному объему выпуска;
- г) недостаточному объему спроса.

18. Экономическая система является равновесной, если:

- а) незапланированные инвестиции в запасы больше нуля;
- б) незапланированные инвестиции в запасы меньше нуля;
- в) фактический объем выпуска равен сумме запланированных расходов;
- г) незапланированные инвестиции в запасы равны нулю.

19. Для каких из нижеперечисленных депозитов норма обязательного резервирования будет наименьшей:

- а) депозиты до востребования юридических лиц в крупных банках;
- б) срочные вклады физических лиц в крупных банках;
- в) депозиты до востребования юридических лиц в мелких банках;
- г) срочные вклады физических лиц в мелких банках.

20. К изменению мультипликаторов денежного сектора может привести:

- а) изменение норм резервирования;
- б) изменение кредитов и депозитов;
- в) изменение коэффициента депонирования;
- г) изменение денежной базы.

21. В соответствии с неоклассической теорией потребления существует:

- а) прямая зависимость между потребительскими расходами и располагаемым доходом;
- б) отрицательная зависимость потребления от ставки процента;
- в) прямая зависимость потребления от уровня процентной ставки;
- г) ни один из указанных вариантов.

21. В отличие от краткосрочной, долгосрочная функция потребления:

- а) имеет вертикальный вид;
- б) имеет меньший угол наклона;
- в) имеет больший угол наклона;
- г) представляет собой горизонтальную прямую.

22. Объем спроса на инвестиции зависит:

- а) от изменений в уровне налогообложения;
- б) ожиданий предпринимателей;
- в) изменений в объеме реального ВВП.

23. Что из перечисленного относится к понятию «инвестиции» в макроэкономике?

- а) любая покупка облигации;
- б) любая покупка акции;
- в) любое накопление дохода, которое направляется на сбережения;
- г) любое вложение в реальный капитал.

24. У предпринимателей есть стимулы для инвестирования в случае, когда:

- а) реальная ставка процента возрастает;
- б) существует разница между фактическим и оптимальным запасом капитала;
- в) предельный продукт капитала равен издержкам по владению капиталом;
- г) стоимость воспроизводства капитала выше текущей приведенной стоимости ожидаемого дохода от использования капитала.

25. В классической теории долгосрочная кривая совокупного предложения имеет:

- а) вертикальный вид;
- б) горизонтальный вид;
- в) положительный наклон;
- г) нет однозначного ответа.

26. В классической теории в долгосрочном периоде при возрастании совокупного спроса:

- а) изменяется объем выпуска и уровень цен;
- б) изменяется только объем выпуска;
- в) изменяется только уровень цен;
- г) нет однозначного ответа.

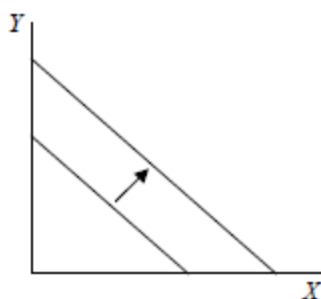
27. Нанимая персонал, предприниматели в соответствии с классической теорией:

- а) стремятся максимизировать прибыль;
- б) стремятся минимизировать затраты;
- в) стремятся максимизировать выручку.

28. Нарушение равновесия в модели реального делового цикла может быть вызвано изменением:

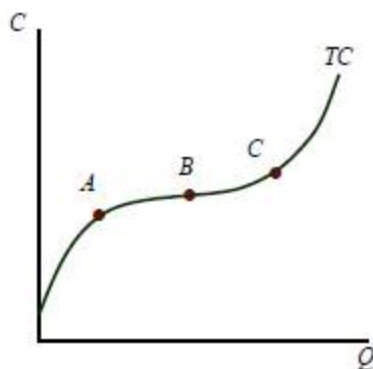
- а) объемов предложения труда;
- б) объемов применяемого капитала;
- в) технологии производства;
- г) все ответы верны.

29. Изображенный на рисунке сдвиг бюджетной линии мог произойти вследствие того, что:



- а) при неизменных ценах возрос бюджет потребителя;
- б) снизились цены обоих благ в одинаковое число раз;
- а) при неизменных ценах сократился бюджет потребителя;
- г) повысились цены обоих благ в одинаковое число раз.

30. В какой из трех выделенных точек кривой общих затрат средние затраты минимальны?



31. Для максимизирующей прибыль фирмы сокращение риска, связанного с работой, должно быть связано:

- а) с сокращением производственных мощностей фирмы;
- б) с сокращением среднего времени отпусков для работников, работающих полный рабочий день;
- в) с увеличением заработной платы;
- г) с сокращением заработной платы.

32. Если вводятся более строгие нормативы по технике безопасности, позволяющие фирме сокращать заработную плату при снижении риска, то в результате этого ухудшится положение:

- а) потребителей продукции, производимой фирмой;
- б) данной фирмы;
- в) работников фирмы;
- г) тех работников, которые не относятся отрицательно к риску (т.е. тех, кто сознательно выбрал рискованную работу из-за более высокой заработной платы, связанной с ней).

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

1. Научные основы экономики инфокоммуникаций.
2. Особенности отрасли инфокоммуникаций и их влияние на организационную структуру, сетевую инфраструктуру, экономические категории и рыночные взаимоотношения.
3. Место отрасли в национальной экономике.
4. Макроэкономические показатели развития инфокоммуникаций.
5. Экономическая характеристика инфокоммуникаций как отрасли общественного производства и инфраструктуры.
6. Предпосылки, факторы и этапы становления и развития информационно-телекоммуникационного комплекса страны.
7. Место инфокоммуникаций РФ в мировом инфокоммуникационном пространстве.
8. Сущность и значение управления и регулирования отрасли инфокоммуникаций.
9. Структура, задачи и функции органов управления и регулирования в отрасли инфокоммуникаций.
10. Состав и особенности построения инфокоммуникационных сетей.
11. Оценка уровня регионального развития инфокоммуникаций и совершенствование пропорций в отраслевом развитии.
12. Структура производственных ресурсов отрасли инфокоммуникаций.
13. Информационные ресурсы и их значение в управлении производством инфокоммуникационных услуг.
14. Ценовая политика в отрасли инфокоммуникаций.
15. Стратегия и методы ценообразования в отрасли инфокоммуникаций.
16. Характер и этапы научно-технического прогресса в отрасли инфокоммуникаций.
17. Критерии и показатели развития отрасли инфокоммуникаций.
18. Методы и показатели оценки влияния развития отрасли инфокоммуникаций на национальную экономику.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Классификация отраслей и секторов экономики.
2. Научные основы экономики инфокоммуникаций.
3. Особенности отрасли инфокоммуникаций и их влияние на организационную структуру, сетевую инфраструктуру, экономические категории и рыночные взаимоотношения.
4. Факторы экономических границ отрасли.
5. Место отрасли в национальной экономике.
6. Макроэкономические показатели развития инфокоммуникаций.
7. Экономическая характеристика инфокоммуникаций как отрасли общественного производства и инфраструктуры.
8. Предпосылки, факторы и этапы становления и развития информационно-телекоммуникационного комплекса страны.
9. Место инфокоммуникаций РФ в мировом инфокоммуникационном пространстве.
10. Сущность и значение управления и регулирования отрасли инфокоммуникаций.
11. Принципы и методы государственного управления и регулирования.
12. Структура, задачи и функции органов управления и регулирования в отрасли инфокоммуникаций.
13. Состав и особенности построения инфокоммуникационных сетей.
14. Оценка уровня регионального развития инфокоммуникаций и совершенствование пропорций в отраслевом развитии.
15. Понятие рыночной среды и отраслевых рынков.
16. Участники отраслевого рынка и регулирование их организационно-экономического взаимодействия в процессе информационного обмена и оказания услуг.
17. Структура отраслевого рынка по видам услуг, технологиям и стандартам, секторам производства услуг и оборудования, формам собственности.
18. Показатели концентрации и централизации отраслевого рынка и методы их измерения.
19. Структура производственных ресурсов отрасли инфокоммуникаций.
20. Средства производства (средства и предметы труда), их технологическая и воспроизводственная структура.
21. Трудовые ресурсы отрасли, их структура, динамика и уровень использования.
22. Радиочастотный ресурс, ресурсы нумерации, принципы их распределения.

23. Информационные ресурсы и их значение в управлении производством инфокоммуникационных услуг.
24. Ценовая политика в отрасли инфокоммуникаций.
25. Сущность и назначение тарифов на услуги, их классификация и принципы формирования.
26. Стратегия и методы ценообразования в отрасли инфокоммуникаций.
27. Характер и этапы научно-технического прогресса в отрасли инфокоммуникаций.
28. Критерии и показатели развития отрасли инфокоммуникаций.
29. Эффективность инвестирования развития отрасли.
30. Методы и показатели оценки влияния развития отрасли инфокоммуникаций на национальную экономику.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Экономика фирмы: учебное пособие / ред. А. Н. Ряховская. - Москва: ИНФРА-М: Магистр, 2020. - 1 on-line, 512 с. - (Бакалавриат). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072236> (дата обращения: 21.02.2022). - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9776-0111-5

Дополнительная литература

1. Кузовкова Т. А. Экономика отрасли инфокоммуникаций: учеб. пособие для вузов / Т. А. Кузовкова, Е. Е. Володина, Е. Г. Кухаренко. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. - 189 с. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 184-187 (54 назв.). - ISBN 978-5-9912-0402-6
2. Экономика предприятия (фирмы): практикум / [Л. П. Афанасьева [и др.]; под ред.: В. Я. Позднякова, В. М. Прудникова; Рос. экон. акад. им. Г. В. Плеханова. - 2-е изд. - Москва: ИНФРА-М, 2008. - 1 on-line, 318 с. - (100 лет РЭА им. Г. В. Плеханова). - Бессрочная лицензия. - ISBN 978-5-16-003255-9
3. Шимко П. Д. Экономика: учеб. для бакалавров / П. Д. Шимко. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2013. - 1 on-line, 606 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - URL: <http://medialib.kantiana.ru/MediaPlayerTestPage.html?id=4ed698a0-2592-4b54-ae4e-e80cd501e493>. - лицензия до 31.12.2019 г. - Библиогр.: с. 605 (10 назв.). - ISBN 978-5-9916-1971-4
4. Паламарчук А. С. Экономика предприятия: учеб. для вузов / А. С. Паламарчук. - М.: Инфра-М, 2013. - 456, [1] с.: табл. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 452-453 (23 назв.). - ISBN 978-5-16-003883-4
5. Магомедов А. М. Экономика фирмы: учеб. для вузов / А. М. Магомедов, М. И. Маллаева. - 2-е изд., доп. - Москва: Вуз. учеб.: ИНФРА-М, 2013. - 431, [1] с.: ил., табл. - (Вузовский учебник). - Библиогр.: с. 429 (18 назв.). - ISBN 978-5-9558-0231-2. - ISBN 978-5-16-005121-5

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций

- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Производственный менеджмент»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Карпинская Вера Васильевна, ассистент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Производственный менеджмент».

Цель дисциплины «Производственный менеджмент» - получение студентами широкого круга сведений из различных областей современного технологического менеджмента, необходимых для обеспечения профессиональной деятельности по выполнению задач в сфере проектной и организаторской деятельности в части касающейся управления технологией производства и технологическим процессом на производстве в целом.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	<p>УК-3.1. Знает основные приемы и нормы социального взаимодействия, основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии</p> <p>УК-3.2. Умеет устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе, применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды</p> <p>УК-3.3. Владеет простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде</p>	<p>Знать: пути совершенствования технологической структуры организаций связи; функции и задачи организации связи, организацию проведения реструктуризации предприятий различных форм собственности в целях максимального использования производственных мощностей; методы маркетинга и менеджмента в области телекоммуникаций.</p> <p>Уметь: оценивать инвестиционные риски, управлять технологическими изменениями, применять методы технико-экономического анализа при организации и проведении практической деятельности предприятий связи; разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности на предприятии, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов; разрабатывать эффективную стратегию и формировать активную политику риск-менеджмента на предприятии</p> <p>Владеть: методами управления коллективом и технологическим процессом на предприятиях связи; основами исследовательских и проектных работ, проводимых на предприятии.</p>
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности	УК-8.1. Знает классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения, причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций, принципы организации	<p>Знать: правовые, нормативно-технические и организационные основы «Безопасности жизнедеятельности»;</p> <p>Уметь: планировать мероприятия по защите производственного персонала и населения в</p>

безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	безопасности труда на предприятии, технические средства защиты людей в условиях чрезвычайной ситуации УК-8.2. Умеет поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций, оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению УК-8.3. Владеет методами прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций, навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций	чрезвычайных ситуациях и при необходимости принимать участие в проведении спасательных и других неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций Владеть: методами прогнозирования чрезвычайных ситуаций и предотвращения их негативных последствий;
---	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Производственный менеджмент» представляет собой дисциплину части, формируемая участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или)

групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Предмет производственного менеджмента.	1. Понятие и предмет производственного менеджмента. 2. Факторы, предопределившие появление технологического менеджмента. 3. Связь технологического менеджмента с другими науками. 4. Отличие науки от учебной дисциплины.
2	Тема 2. Понятие и классификация технологий. Технологические уклады.	1. Понятие и классификация технологий. 2. Понятие технологического уклада и его жизненный цикл. 3. Технологическая многоукладность экономики. 4. Технологические уклады отечественной экономики.
3	Тема 3. Наукоёмкость, сектор высоких технологий. Технологические стратегии и управление развитием технологий.	1. Понятие наукоёмкости. Трудности производства наукоёмкой продукции. Наукоёмкий сектор России. 2. Понятие технологической стратегии. Модели и подходы реализации технологической стратегии. Понятие технологических преимуществ. 3. Основные принципы управления развитием технологий. Стимулирование внутренней потребности в развитии технологий.
4	Тема 4. Технология производства, её жизненный цикл. Трансферт технологий.	1. Понятие технологии производства. Технологическая подготовка производства. технологической подготовки производства. 2. Системы контроля. 3. Понятие и стадии жизненного цикла. Жизненный цикл продукции и технологии производства. 4. Понятие и сущность трансферта технологий. Методы международного трансферта.
5	Тема 5. Понятие и организация технологического мониторинга.	1. Понятие и значение технологического мониторинга. 2. Развитие системы технологического мониторинга. 3. Организация технологического мониторинга. 4. Понятие оценки технологий. Содержание критериев
6	Тема 6. Моделирование расходов на разработку технологий и эффективность реализации моделей.	1. Характеристика модели формирования расходов на разработку новых и улучшающих технологий. 2. Проблемы повышения эффективности реализации технологий. Пути решения

		3. Стратегия эффективного внедрения технологий. 4. Особенности эффективного внедрения базисных и улучшающих технологий.
--	--	--

6 Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Предмет производственного менеджмента.	Понятие и предмет производственного менеджмента.
2	Тема 2. Понятие и классификация технологий. Технологические уклады.	Понятие технологического уклада и его жизненный цикл.
3	Тема 3. Научность, сектор высоких технологий. Технологические стратегии и управление развитием технологий.	Понятие технологической стратегии. Модели и подходы реализации технологической стратегии.
4	Тема 4. Технология производства, её жизненный цикл. Трансферт технологий.	Жизненный цикл продукции и технологии производства. Понятие и сущность трансферта технологий.
5	Тема 5. Понятие и организация технологического мониторинга.	Организация технологического мониторинга.
6	Тема 6. Моделирование расходов на разработку технологий и эффективность реализации моделей.	Характеристика модели формирования расходов на разработку новых и улучшающих технологий. Особенности эффективного внедрения базисных и улучшающих технологий.

Рекомендуемая тематика практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Предмет производственного менеджмента.	Понятие и предмет технологического менеджмента. Факторы, предопределившие появление технологического менеджмента. Связь технологического менеджмента с другими науками.
2	Тема 2. Понятие и классификация технологий. Технологические уклады.	Понятие и классификация технологий. Понятие технологического уклада и его жизненный цикл. Технологическая многоукладность экономики. Технологические уклады отечественной экономики.
3	Тема 3. Научность, сектор высоких технологий. Технологические стратегии и управление развитием технологий.	Понятие научности. Трудности производства наукоемкой продукции. Наукоемкий сектор России. Понятие технологической стратегии. Модели и подходы реализации технологической стратегии. Понятие технологических преимуществ. Основные принципы управления развитием технологий. Стимулирование

		внутренней потребности в развитии технологий.
4	Тема 4. Технология производства, её жизненный цикл. Трансферт технологий.	Понятие технологии производства. Технологическая подготовка производства. Системы контроля технологии производства. Понятие и стадии жизненного цикла. Жизненный цикл продукции и технологии производства. Понятие и сущность трансферта технологий. Методы международного трансферта.
5	Тема 5. Понятие и организация технологического мониторинга.	Понятие и значение технологического мониторинга. Развитие системы технологического мониторинга. Организация технологического мониторинга. Понятие оценки технологий. Содержание критериев.
6	Тема 6. Моделирование расходов на разработку технологий и эффективность реализации моделей.	Характеристика модели формирования расходов на разработку новых и улучшающих технологий. Проблемы повышения эффективности реализации технологий. Пути решения. Стратегия эффективного внедрения технологий. Особенности эффективного внедрения базисных и улучшающих технологий.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Предмет производственного менеджмента.	УК-3 УК-8	Тестирование
Тема 2. Понятие и классификация технологий. Технологические уклады.	УК-3 УК-8	Тестирование
Тема 3. Научоемкость, сектор высоких технологий. Технологические стратегии и управление развитием технологий.	УК-3 УК-8	Тестирование
Тема 4. Технология производства, её жизненный цикл. Трансферт технологий.	УК-3 УК-8	Тестирование
Тема 5. Понятие и организация технологического мониторинга.	УК-3 УК-8	Тестирование
Тема 6. Моделирование расходов на разработку технологий и эффективность реализации моделей.	УК-3 УК-8	Тестирование

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

1. Менеджмент – это _____

2. Технологический менеджмент – это _____

3. Научоемкость – это ...

- a) степень теоретической актуальности продукции
- b) степень практической актуальности продукции
- c) объем вложенных научных знаний и средств для достижения должного качества продукции, уровня производства, технологии
- d) критерий оценки новизны продукции

4. Что не относится к трудностям производства наукоемкой продукции?

- a) поиск источников финансирования инновационных процессов
- b) подготовка высококвалифицированных специалистов
- c) создание конкурентоспособной продукции и определение протяженности стадий ее жизненного цикла
- d) недостаток низкоквалифицированных дешевых трудовых ресурсов
- e) обновление продукции и организационное сопровождение программы обновления
- f) маркетинг продукции

5. Что является основой наукоемкого сектора российской промышленности?

- a) топливно-энергетический комплекс
- b) оборонно-промышленный комплекс
- c) черная металлургия
- d) деревообрабатывающая промышленность

6. К наукоемким отраслям промышленности РФ относятся (выбрать несколько вариантов):

- a) горнодобывающие отрасли топливно-энергетического комплекса
- b) авиастроение
- c) ракетно-космическую промышленность
- d) черная и цветная металлургия
- e) промышленности вооружения, боеприпасов и спецхимии
- f) пищевая промышленность
- g) атомное судостроение и атомный комплекс в целом
- h) лесная промышленность
- i) производство химических волокон

7. Технологическая стратегия – это ...

- a) поиск новых бизнес-партнеров
- b) план объемов производства
- c) поиск новых рынков сбыта
- d) совокупность принципов и организационных решений, которая позволяет разрабатывать и внедрять новые процессы

8. Модель реализации технологической стратегии Пирсона, Брокхофа, Бемера предусматривает:

- a) поиск набора новых технологий в стране базирования посредством централизованных ресурсов материнской фирмы и дальнейшее распространение инноваций на мировом рынке
- b) определение главных направлений достижения конкурентных преимуществ в технологической сфере и оценку необходимости в конкретном виде инноваций
- c) самостоятельность дочерних фирм на основе собственных возможностей и ресурсов для разработки новых технологий в обеспечении уникальных потребностей стран базирования
- d) оценка привлекательности технологий и относительной технологической позиции предприятия

9. Модель реализации технологической стратегии Герпотта основана на:

- a) поиск набора новых технологий в стране базирования посредством централизованных ресурсов материнской фирмы и дальнейшее распространение инноваций на мировом рынке
- b) определение главных направлений достижения конкурентных преимуществ в технологической сфере и оценку необходимости в конкретном виде инноваций
- c) самостоятельность дочерних фирм на основе собственных возможностей и ресурсов для разработки новых технологий в обеспечении уникальных потребностей стран базирования
- d) оценка привлекательности технологий и относительной технологической позиции предприятия

10. Технологическая стратегия глобального центра предусматривает:

- a) поиск набора новых технологий в стране базирования посредством централизованных ресурсов материнской фирмы и дальнейшее распространение инноваций на мировом рынке
- b) определение главных направлений достижения конкурентных преимуществ в технологической сфере и оценку необходимости в конкретном виде инноваций
- c) самостоятельность дочерних фирм на основе собственных возможностей и ресурсов для разработки новых технологий в обеспечении уникальных потребностей стран базирования
- d) оценка привлекательности технологий и относительной технологической позиции предприятия

11. Технологическая стратегия полицентризма предполагает:

- a) поиск набора новых технологий в стране базирования посредством централизованных ресурсов материнской фирмы и дальнейшее распространение инноваций на мировом рынке
- b) определение главных направлений достижения конкурентных преимуществ в технологической сфере и оценку необходимости в конкретном виде инноваций
- c) самостоятельность дочерних фирм на основе собственных возможностей и ресурсов для разработки новых технологий в обеспечении уникальных потребностей стран базирования
- d) оценка привлекательности технологий и относительной технологической позиции предприятия

12. Технологические преимущества – это ...

- a) наличие технологий, позволяющих побеждать в конкурентной борьбе
- b) наличие достаточного рынка сбыта
- c) сезонные увеличение спроса продукции
- d) наличие дешевой рабочей силы

13. К методам стимулирования внутренней потребности в развитии технологий не относятся:

- a) установка более высоких внутренних стандартов, чем внешние
- b) заключение с собственным персоналом долгосрочных трудовых контрактов
- c) использования опыта преуспевающих конкурентов
- d) расширение ассортимента продукции

14. Технология производства – это ...

- a) особенности работы новых средств производства
- b) внедрение улучшающих технологий
- c) взаимосвязанные стадии и особенности процесса производства
- d) процесс выявления перспективных направлений развития

15. Типы системы контроля в зависимости от элементов подсистемы:

- a) муниципальная и федеральная
- b) единая интегрированная и многоэлементная
- c) федеральная и международная
- d) единая федеральная

16. Жизненный цикл – это _____

_____**17. Стадии жизненного цикла продукции (расположить по хронологическому порядку):**

- a) разработка продукта;
- b) освоение производства продукта;
- c) стабилизация объемов производства;
- d) снижение объемов производства.

18. Трансферт технологий – это ...

- a) разработка новых технологий
- b) внедрение улучшающих технологий
- c) движение технологии от одного ее носителя к другому
- d) выявление перспективных направлений развития

19. Технологический мониторинг – это _____

20. Значение технологического мониторинга заключается в том, что он позволяет:

- a) сделать анализ существующей ситуации на рынке
- b) спрогнозировать тенденции в развитии технологий и производства
- c) увеличить объем производства
- d) снизить издержки производства

21. В группу по разработке и реализации технологии обязательно входят следующие специалисты (выбрать несколько вариантов):

- a) инженер-исследователь
- b) инженер-конструктор
- c) технолог
- d) специалист по стратегическому развитию
- e) экономист-аналитик
- f) эколог
- g) специалист по развитию новой продукции
- h) специалист по сбыту

22. Оценка технологии – это _____

23. К критериям оценки технологий относятся (выбрать несколько вариантов):

- a) новизна технологии (срок появления аналога технологии)
- b) наукоемкость
- c) технический уровень и преимущества технологии по сравнению с аналогами
- d) экологичность

24. Модель формирования расходов на разработку технологий – это _____

25. Проблемы повышения эффективности реализации технологий – это трудности, связанные с ...

- a) реализацией готовой продукции
- b) увеличение КПД производства
- c) разработкой и внедрением технологий
- d) поиском новых рынков сбыта продукции

26. К наиболее распространенным проблемам повышения эффективности реализации технологий относятся (выбрать несколько вариантов):

- a) не востребованность технологий
- b) запаздывание технологии
- c) невыгодное экономико-географическое положение предприятия
- d) низкий ресурсный потенциал технологии

27. Основными методами повышения эффективности реализации технологий является (выбрать несколько вариантов):

- a) максимизации инновационных проектов (МИП-анализ)
- b) минимаксный принцип
- c) перспективности инновационных проектов (ПИП-анализ)
- d) индуктивный метод
- e) реализации инновационных проектов (РИП-анализ)

28. Этапы эффективного внедрения технологий (расположить по хронологическому порядку):

- a) планирование стратегии
- b) разработка планов стратегических бизнес-единиц
- c) формирование бюджетов
- d) анализ внутренней среды

29. К особенностям эффективного внедрения базисных технологий относятся (выбрать несколько вариантов):

- a) опережающая наукоемкость
- b) проведение научно-исследовательских работ
- c) исследование новых рынков и выявление скрытых потребностей
- d) технологический трансферт
- e) следования за рынком
- f) инновационный менеджмент
- g) проведением опытно-конструкторских работ
- h) количественные методы оценки конкурентоспособности на основе прибыли
- i) качественные методы оценки конкурентоспособности на основе рентабельности продаж

30. К особенностям эффективного внедрения улучшающих технологий относятся

(выбрать несколько вариантов):

- a) опережающая наукоемкость
- b) проведение научно-исследовательских работ
- c) исследование новых рынков и выявление скрытых потребностей
- d) технологический трансферт
- e) следования за рынком
- f) инновационный менеджмент
- g) проведением опытно-конструкторских работ
- h) количественные методы оценки конкурентоспособности на основе прибыли
- i) качественные методы оценки конкурентоспособности на основе рентабельности продаж

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

1. Технопарки и технополисы.
2. Последние разработки в области телекоммуникации.
3. Диффузия технологий.
4. Технологический аудит.
5. Бенчмаркин.
6. Инновации. Инновационный потенциал предприятия.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине***Примерный перечень вопросов к зачету:***

1. Приведите понятие технологического менеджмента и факторы, предопределившие его появление.
2. Связь технологического менеджмента с другими науками.
3. Понятие технологии.
4. Классификация технологий.
5. Понятие технологического уклада.
6. Жизненный цикл технологического уклада.
7. Технологическая многоукладность экономики.
8. Технологические уклады отечественной экономики.
9. Понятие наукоемкости.
10. Трудности производства наукоемкой продукции.
11. Наукоемкий сектор России.
12. Понятие технологической стратегии.

13. Модели реализации технологической стратегии.
14. Подходы к реализации технологической стратегии.
15. Понятие технологических преимуществ.
16. Основные принципы управления развитием технологий.
17. Стимулирование внутренней потребности в развитии технологий.
18. Понятие технологии производства.
19. Технологическая подготовка производства.
20. Системы контроля технологии производства.
21. Понятие и стадии жизненного цикла.
22. Жизненный цикл продукции.
23. Жизненный цикл технологии производства.
24. Понятие трансфера технологий.
25. Сущность трансфера технологий.
26. Методы международного трансфера.
27. Понятие технологический мониторинг.
28. Значение методов технологического мониторинга.
29. Развитие системы технологического мониторинга.
30. Организация технологического мониторинга.
31. Организационный состав участников.
32. Организационно-экономический механизм.
33. Понятие оценки технологий.
34. Содержание критериев оценки технологий.
35. Характеристика модели формирования расходов на разработку технологий.
36. Модель формирования расходов на разработку новых технологий.
37. Модель формирования расходов на разработку улучшающих технологий.
38. Проблемы повышения эффективности реализации технологий.
39. Методы повышения эффективности реализации технологий.
40. Стратегия эффективного внедрения технологий.
41. Особенности эффективного внедрения базисных технологий.
42. Особенности эффективного внедрения улучшающих технологий.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Герасимов Б. Н. Производственный менеджмент: Учебное пособие / Б.Н. Герасимов, К.Б. Герасимов - Москва: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 312 с. ISBN 978-5-9558-0435-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/505711> (дата обращения: 28.04.2022). – Режим доступа: по подписке.
2. Бухалков М. И. Производственный менеджмент: организация производства: учебник / М. И. Бухалков. — 2-е изд. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 395 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009610-0. - Текст:

электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072248> (дата обращения: 28.04.2022). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Поздняков В. Я. Производственный менеджмент: учебник / под ред. В. Я. Позднякова, В. М. Прудникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 412 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006203-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010108> (дата обращения: 28.04.2022). – Режим доступа: по подписке.
2. Глухов В. В. Экономика и менеджмент в инфокоммуникациях: учеб. пособие для вузов / В. В. Глухов, Е. С. Балашова. - М. [и др.]: Питер, 2012. - 267 с.: ил. - (Учебное пособие) (Стандарт третьего поколения). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-459-00967-5
3. Актуальные вопросы теории, методологии и практики современного менеджмента: [коллективная моногр.] / [И. Н. Ткаченко [и др.]; под науч. ред. И. Н. Ткаченко; М-во образования и науки РФ, Вольное экон. о-во России, Урал. отд-ние, Урал. гос. экон. ун-т. - Екатеринбург: Изд-во УрГЭУ, 2017. - 189, [1] с.: табл. - Библиогр.: с. 169-182 (173 назв.). - ISBN 978-5-9656-0268-1
4. Рыжко А. Л. Информационные системы управления производственной компанией: учеб. для акад. бакалавриата / А. Л. Рыжко, А. И. Рыбников, Н. А. Рыжко ; Нац. исслед. технол. ун-т "МИСиС". - Москва: Юрайт, 2016. - 354, [1] с.: табл. - (Бакалавр. Академический курс). - Библиогр.: с. 286-287 (31 назв.). - ISBN 978-5-9916-6158-4
5. Производственный менеджмент: учебник / А. О. Блинов, Л. А. Вдовенко, В. Я. Горфинкель [и др.]; под ред. А. Н. Романова, В. Я. Горфинкеля, М. М. Максимцова. - Москва: Проспект, 2015. - 395 с.: ил, табл. - Библиография: с. 391-392 (35 названий) и в подстроч. примеч. - ISBN 978-5-392-18160-5
6. Производственный менеджмент: учеб. для вузов / [В. Я. Поздняков [и др.]; под ред.: В. Я. Позднякова, В. М. Прудникова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2014. - 410, [1] с.: ил., табл. - (Высшее образование - бакалавриат). - Библиогр.: с. 402 (19 назв.). - ISBN 978-5-16-006203-7

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания

- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Интегрированные инфокоммуникационные системы»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Молчанов Сергей Васильевич, доцент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Интегрированные инфокоммуникационные системы».

Цель дисциплины «Интегрированные инфокоммуникационные системы» - изучение общих принципов интеграции систем связи и передачи данных.

Задачами дисциплины являются изучение методов:

- интеграции магистральных информационных сетей с сетями доступа,
- интеграция систем связи на физическом и канальном уровне,
- оптимизации существующих сетей SDH для передачи пакетного трафика,
- адаптации асинхронного трафика к синхронному характеру передачи в сетях SDH.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-1 Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации	ПКС-1.3 Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению	Знать: принципы интеграции магистральных сетей связи и сетей доступа. Уметь: применять способы интеграции магистральных сетей и передачи данных, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи. Владеть: основными приёмами технической организации интеграции магистральных сетей и передачи данных
УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1. Знает принципы построения устного и письменного высказывания на русском и иностранном языках, правила и закономерности деловой устной и письменной коммуникации УК-4.2. Умеет применять на практике деловую коммуникацию в устной и письменной формах, методы и навыки делового общения на русском и иностранном языках УК-4.3. Владеет навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении, навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках, методикой составления суждения в межличностном деловом общении на русском и иностранном языках	Знать: Методики поиска технической информации по способам интеграции гетерогенных сетей связи Уметь: самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, моделировать на компьютере интегрированные системы связи, осуществлять критический анализ и синтез информации, универсальных пакетов прикладных компьютерных программ. Владеть: основными приёмами разработки технической документации; навыками предпроектных работ.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Интегрированные инфокоммуникационные системы*» представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1. Введение. Принципы построения магистральных сетей псевдосинхронной и синхронной иерархий. Стандартизация магистральных сетей связи синхронной иерархии по рекомендациям</i>	<i>Понятие и основные проблемы создания интегрированных сетей связи. Цифровые иерархии и принципы построения магистральных сетей связи. Стандарты. Принципы PDH/SDH технологий, организация цикла модуля STM.</i>

	<i>Международного союза электросвязи ITU-T</i>	<i>Структура сообщений о неисправности системы SDH. Работа универсальной системы мультимплексирования SDH при обработке кадров передачи данных.</i>
2	<i>Тема 2. Принципы построения сетей доступа, передачи данных. Сетевые модели OSI и IEEE Project 802.</i>	<i>Модели OSI и Project 802 и стандартные протоколы, используемые сетевым программным и аппаратным обеспечением. Способы передачи данных по сети. Структура пакетов. Протоколы. Назначение. Маршрутизируемые и немаршрутизируемые протоколы. Распространенные протоколы: TCP/IP, NetBEUI набор протоколов OSI. Спецификации расширения модели IEEE Project 802, компоненты глобальных вычислительных сетей, Сравнение Ethernet и IEEE 802.3. Структура кадра. Скоростная масштабируемость стандартов Ethernet.</i>
3	<i>Тема 3 Понятие сети «Следующего поколения». Ключевые технологии, которые и формируют основу SDH «Следующего поколения».</i>	<i>Способы конвергенция сетей, развитие спектра услуг, систем и технологий путем объединения сетей на основе единой платформы предоставления услуг связи. Анализ применимости существующих транспортных технологии для сетей следующего поколения NGN при конвергенции современных телекоммуникационных систем. Создание единого инфокоммуникационное пространства, объединяющие в себя сети на основе различных технологий транспортных сетей. Основы и применение IP/MPLS сетей, как расширение нового базиса услуг и механизмов управления ресурсами, принятые в NGN.</i>
4	<i>Тема 4 Обобщенная процедура формирования кадров. Формат клиентского GFP-кадра.</i>	<i>Обработка входного трафика процедура пакетирования поверх SDH (Packet over SDH, PoS), процедура доступа к звену передачи SDH (LAPS/X.86), промежуточной упаковки пользовательского трафика в ячейки ATM (AAL/5), обобщенная процедура формирования кадров (Generic Framing procedure, GFP). Формат информационного кадра GFP. Формирование кадров GFP-F и GFP-T.</i>
5	<i>Тема 5 Виртуальная конкатенация (объединение), схема регулировки емкости канала.</i>	<i>Виртуальная конкатенация (Virtual Concatenation, VCAT) - возможность объединения на логическом уровне нескольких контейнеров VC-12, VC-3 или VC-4 в один канал передачи данных. (ITU-T G.707, G.783). Оптимизация транспортировки 1 Gigabit Ethernet. Схема регулировки емкости канала (Link Capacity Adjustment Scheme, LCAS) — способ изменения пропускной способности без прекращения передачи данных. ITU-T G.7042.</i>
6	<i>Тема 6 Компоненты NG SDH. Синтез анализ построения сети Ethernet через SDH.</i>	<i>Ethernet поверх SDH (EoS) — самая распространенная реализация систем NG SDH. Функциональная схема реализации служб Ethernet в рамках технологии NG SDH. Обеспечение надежного Ethernet транспорта для стека приложений (особенно в сочетании со службами выделенных каналов E1), как наиболее эффективный способ применения EoS.</i>

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Введение. Принципы построения магистральных сетей псевдосинхронной и синхронной иерархий. Стандартизация магистральных сетей связи синхронной иерархии по рекомендациям Международного союза электросвязи ИТУ-Т	Понятие и основные проблемы создания интегрированных сетей связи. Цифровые иерархии и принципы построения магистральных сетей связи. Стандарты. Принципы PDH/SDH технологий, организация цикла модуля STM. Структура сообщений о неисправности системы SDH. Работа универсальной системы мультиплексирования SDH при обработке кадров передачи данных.
2	Тема 1. Введение. Принципы построения магистральных сетей псевдосинхронной и синхронной иерархий. Стандартизация магистральных сетей связи синхронной иерархии по рекомендациям Международного союза электросвязи ИТУ-Т	Принципы PDH/SDH технологий, организация цикла модуля STM. Структура сообщений о неисправности системы SDH. Работа универсальной системы мультиплексирования SDH при обработке кадров передачи данных.
3	Тема 2. Принципы построения сетей доступа, передачи данных. Сетевые модели OSI и IEEE Project 802.	Модели OSI и Project 802 и стандартные протоколы, используемые сетевым программным и аппаратным обеспечением. Способы передачи данных по сети. Структура пакетов. Протоколы. Назначение. Маршрутизируемые и немаршрутизируемые протоколы.
4	Тема 2. Принципы построения сетей доступа, передачи данных. Сетевые модели OSI и IEEE Project 802.	Распространенные протоколы: TCP/IP, NetBEUI набор протоколов OSI. Спецификации расширения модели IEEE Project 802, компоненты глобальных вычислительных сетей, Сравнение Ethernet и IEEE 802.3. Структура кадра. Скоростная масштабируемость стандартов Ethernet.
5	Тема 3 Понятие сети «Следующего поколения». Ключевые технологии, которые и формируют основу SDH «Следующего поколения».	Способы конвергенция сетей, развитие спектра услуг, систем и технологий путем объединения сетей на основе единой платформы предоставления услуг связи. Анализ применимости существующих транспортных технологий для сетей следующего поколения NGN при конвергенции современных телекоммуникационных систем.
6	Тема 3 Понятие сети «Следующего поколения». Ключевые технологии, которые и формируют основу SDH «Следующего поколения».	Создание единого инфокоммуникационного пространства, объединяющие в себя сети на основе различных технологий транспортных сетей. Основы и применение IP/MPLS сетей, как расширение нового базиса услуг и механизмов управления ресурсами, принятые в NGN
7	Тема 4 Обобщенная процедура формирования кадров. Формат клиентского GFP-кадра.	Обработка входного трафика процедура пакетирования поверх SDH (Packet over

		<i>SDH, PoS), процедура доступа к звену передачи SDH (LAPS/X.86), промежуточной упаковки пользовательского трафика в ячейки ATM (AAL/5), обобщенная процедура формирования кадров (Generic Framing procedure, GFP). Формат информационного кадра GFP. Формирование кадров GFP-F и GFP-T.</i>
8	<i>Тема 5 Виртуальная конкатенация (объединение), схема регулировки емкости канала.</i>	<i>Виртуальная конкатенация (Virtual Concatenation, VCAT) - возможность объединения на логическом уровне нескольких контейнеров VC-12, VC-3 или VC-4 в один канал передачи данных. (ITU-T G.707, G.783). Оптимизация транспортировки 1 Gigabit Ethernet. Схема регулировки емкости канала (Link Capacity Adjustment Scheme, LCAS) — способ изменения пропускной способности без прекращения передачи данных. ITU-T G.7042.</i>
9	<i>Тема 6 Компоненты NG SDH. Синтез анализ построения сети Ethernet через SDH.</i>	<i>Ethernet поверх SDH (EoS) — самая распространенная реализация систем NG SDH. Функциональная схема реализации служб Ethernet в рамках технологии NG SDH. Обеспечение надежного Ethernet транспорта для стека приложений (особенно в сочетании со службами выделенных каналов E1), как наиболее эффективный способ применения EoS.</i>

Рекомендуемая тематика *практических занятий (при наличии)*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	<i>Тема 1. Введение. Принципы построения магистральных сетей плезихронной и синхронной иерархий. Стандартизация магистральных сетей связи синхронной иерархии по рекомендациям Международного союза электросвязи ITU-T</i>	<i>Изучение выравнивания скоростей цифровых потоков в мультиплексорах SDH</i>
2	<i>Тема 2. Принципы построения сетей доступа, передачи данных. Сетевые модели OSI и IEEE Project 802.</i>	<i>Изучение функционирования модели OSI, работа сетевых протоколов TCP, UDP.</i>
3	<i>Тема 3 Понятие сети «Следующего поколения». Ключевые технологии, которые и формируют основу SDH «Следующего поколения».</i>	<i>Проектирование оборудования доступа сетей следующего поколения NGN.</i>
4	<i>Тема 4 Обобщенная процедура формирования кадров. Формат клиентского GFP-кадра.</i>	<i>Мультиплексирование Ethernet - SDH</i>
5	<i>Тема 5 Виртуальная конкатенация (объединение), схема регулировки емкости канала</i>	<i>Расчет основных параметров нестандартной цифровой системы передачи используя процедуру VCAT.</i>
6	<i>Тема 6 Компоненты NG SDH. Синтез анализ построения сети Ethernet через SDH.</i>	<i>Модернизация сети SDH на базе технологии NGN- SDH</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. *Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Введение. Принципы построения магистральных сетей псевдосинхронной и синхронной иерархий. Стандартизация магистральных сетей связи синхронной иерархии по рекомендациям Международного союза электросвязи ИТУ-Т. Принципы построения сетей доступа, передачи данных. Сетевые модели OSI и IEEE Project 802. Обобщенная процедура формирования кадров. Формат клиентского GFP-кадра. Виртуальная конкатенация (объединение), схема регулировки емкости канала. Понятие сети «Следующего поколения». Ключевые технологии, которые и формируют основу SDH «Следующего поколения». Компоненты NG SDH. Синтез анализ построения сети Ethernet через SDH.*

2. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме практической работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части практической работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты практической работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по

формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Введение. Принципы построения магистральных сетей плездохронной и синхронной иерархий. Стандартизация магистральных сетей связи синхронной иерархии по рекомендациям Международного союза электросвязи ИТУ-Т</i>	<i>УК-4 ПКС-1</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>
<i>Тема 2. Принципы построения сетей доступа, передачи данных. Сетевые модели OSI и IEEE Project 802.</i>	<i>УК-4 ПКС-1</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>
<i>Тема 3 Понятие сети «Следующего поколения». Ключевые технологии, которые и формируют основу SDH «Следующего поколения».</i>	<i>ПКС-1</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>
<i>Тема 4 Обобщенная процедура формирования кадров. Формат клиентского GFP-кадра.</i>	<i>ПКС-1</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>
<i>Тема 5 Виртуальная конкатенация (объединение), схема регулировки емкости канала.</i>	<i>ПКС-1</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>
<i>Тема 6 Компоненты NG SDH. Синтез анализ построения сети Ethernet через SDH.</i>	<i>ПКС-1</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>

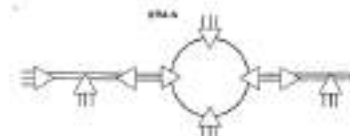
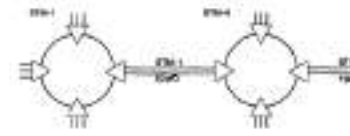

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

По теме 1. Введение. Принципы построения магистральных сетей псевдосинхронной и синхронной иерархий. Стандартизация магистральных сетей связи синхронной иерархии по рекомендациям Международного союза электросвязи ИТУ-T

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
SingleSelection	Какая типология позволяет процедуру самовосстановление при отказах на соседних линиях	Линейная типа «точка-точка» Линейная типа «ввода-вывода» «Звезда» «Кольцо»	4
ShortAnswer	Сколько имеет уровней архитектура транспортной сети СЦТС? В ответе укажите цифру.		3

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
Singleselection	<p>В синхронных линейных трактах (СЛТ) с системой защиты типа «1+1» используют:</p>	Один из линейных (агрегатных) портов линейных блоков А и В, переключаясь на резервный при выходе из строя одного из СЛТ Оба линейных (агрегатных) порта линейных блоков А и В одновременно Попеременно оба линейных (агрегатных) порта линейных блоков А и В, переключаясь между ними для снятия нагрузки с перегруженной трафиком СЛТ	2
	Сопоставьте каждой схеме название топологии.	Последовательная линейная цепь, реализованная на MUX TM и TDM Пункт с пунктом без регенератора Последовательная линейная цепь, типа «упрощенное кольцо»	1-2; 2-3; 3-1

Singleselection	Топология «последовательная линейная цепь» используется когда:	Интенсивность трафика в сети велика, но нет необходимости ответвлений на линии		
		Интенсивность трафика в сети велика и существует необходимость ответвлений в ряде точек на линии		
		Интенсивность трафика в сети велика, но нет необходимости ответвлений на линии	4	
		Интенсивность трафика в сети не велика, но нет необходимости ответвлений на линии		
		Интенсивность трафика в сети не велика и существует необходимость ответвлений в ряде точек на линии		
Singleselection	Топология «звезда» реализует функцию:	Концентратора		
		Регенератора	1	
		Резервирования		
		Усилителя		
Singleselection	В топологии «звезда» мультиплексоры ввода/вывода DIM (Drop/Insert Multiplexer) систем передачи SDH могут иметь:	Один линейный порт уровня STM-N		
		Два линейных порта уровня STM-N		
		Четыре линейных порта уровня STM-N	4	
		От четырех и более линейных портов уровня STM-N		
Multipleselection	Топология типа «кольцо» широко используется на уровнях SDH иерархии:	Первом		
		Втором	1,2	
		Третьем		
		Четвертом		
Singleselection	В однонаправленных кольцевых самовосстанавливающихся («самозалечивающихся») сетях используют:	Одно оптическое волокно		
		Два оптических волокна		
		Три оптических волокна	2	
		Четыре оптических волокна		
Multipleselection	В двунаправленных кольцевых самовосстанавливающихся сетях используют:	Одно оптическое волокно		
		Два оптических волокна	2,4	
		Три оптических волокна		
		Четыре оптических волокна		
Singleselection	Резервирование по схеме 1+1 заключается в том, что:	Альтернативным маршрутам назначаются приоритеты, ветвь с низким приоритетом находится в режиме горячего резерва		
		Сигналы анализируются и выбирается тот, который имеет наилучшее соотношение параметров	2	
		Цифровой поток динамично делится на два для равномерной загрузки обеих ветвей		
	Сопоставьте каждой схеме название архитектуры.		Каскадное соединение колец разного уровня с помощью оптических трибов	
			Радиально-кольцевая сеть	1-2; 2-1; 3-3
			Соединение колец одного уровня с помощью интерфейсных карт	

Тема 2. Принципы построения сетей доступа, передачи данных. Сетевые модели OSI и IEEE Project 802.

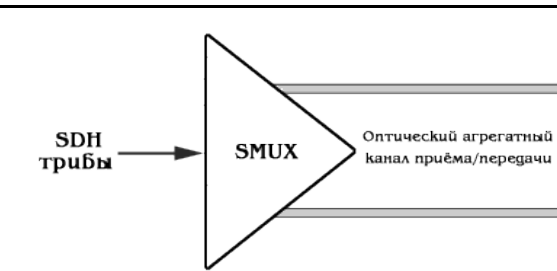
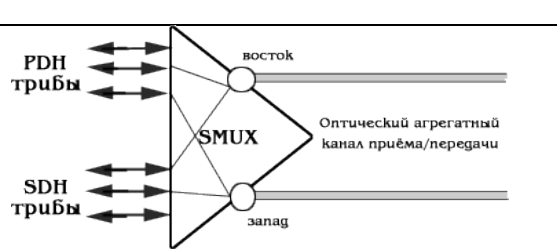
Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы			
SingleSelection	Укажите, какие функции выполняет физический уровень в эталонной модели взаимодействия открытых систем	<table border="1"> <tr><td>передача битов</td></tr> <tr><td>передача кадров</td></tr> <tr><td>передача пакетов</td></tr> </table>	передача битов	передача кадров	передача пакетов	1
передача битов						
передача кадров						
передача пакетов						
SingleSelection	Какая основная функция сетевого уровня?	<table border="1"> <tr><td>маршрутизация</td></tr> <tr><td>коммутация</td></tr> <tr><td>трансляция</td></tr> </table>	маршрутизация	коммутация	трансляция	1
маршрутизация						
коммутация						
трансляция						
SingleSelection	Какая основная функция транспортного уровня?	<table border="1"> <tr><td>виртуальное соединение</td></tr> <tr><td>физическое соединение</td></tr> <tr><td>коммутация пакетов</td></tr> </table>	виртуальное соединение	физическое соединение	коммутация пакетов	1
виртуальное соединение						
физическое соединение						
коммутация пакетов						
SingleSelection	Какая основная функция канального уровня?	<table border="1"> <tr><td>организация доступа к среде передачи</td></tr> <tr><td>коммутация пакетов</td></tr> <tr><td>физическое соединение</td></tr> </table>	организация доступа к среде передачи	коммутация пакетов	физическое соединение	1
организация доступа к среде передачи						
коммутация пакетов						
физическое соединение						
SingleSelection	Каков принцип предоставления услуг между уровнями применяется в модели.	<table border="1"> <tr><td>нижележащий - вышележащему</td></tr> <tr><td>вышележащий-нижележащему</td></tr> <tr><td>горизонтально</td></tr> </table>	нижележащий - вышележащему	вышележащий-нижележащему	горизонтально	1
нижележащий - вышележащему						
вышележащий-нижележащему						
горизонтально						

<i>SingleSelection</i>	Какая адресация используется на канальном уровне.	физическая логическая комбинированная	1
<i>SingleSelection</i>	Какова разрядность логической адресации в стандарте IP v.4	32 128 64	1
<i>SingleSelection</i>	Какова разрядность логической адресации в стандарте IP v.6	32 128 64	2
<i>SingleSelection</i>	Между какими уровнями протокол отвечает за организацию взаимодействия	одноименными соседними противоположными	1
<i>SingleSelection</i>	На каком уровне модели формируется логическая структура кадр	прикладной представительный, сеансовый транспортный сетевой канальный физический	канальный
<i>SingleSelection</i>	На каком уровне модели формируется поток данных.	прикладной представительский сеансовый	сеансовый
<i>MultipleSelection</i>	Каковы основные функция канального уровня?	правила доступа к среде передачи организация логической структуры коммутация каналов	1,2
<i>MultipleSelection</i>	Назовите уровни модели взаимодействия открытых систем	прикладной представительный, сеансовый транспортный сетевой канальный физический	1,2,3,4,5,6,7

<i>MultipleSelecti on</i>	Какие уровни модели взаимодействия открытых систем называют сетезависимые	<table border="1"> <tr><td>прикладной</td></tr> <tr><td>представительный,</td></tr> <tr><td>сеансовый</td></tr> <tr><td>транспортный</td></tr> <tr><td>сетевой</td></tr> <tr><td>канальный</td></tr> <tr><td>физический</td></tr> </table>	прикладной	представительный,	сеансовый	транспортный	сетевой	канальный	физический	5,6,7
прикладной										
представительный,										
сеансовый										
транспортный										
сетевой										
канальный										
физический										
<i>ShortAnswer</i>	В чем заключается основное свойство механизма создания виртуальных каналов		Механизм виртуальных каналов создает в сети устойчивые пути следования трафика через сеть с коммутацией пакетов. Этот механизм учитывает существование в сети потоков данных.							
<i>Comparison</i>	Сопоставьте величины изменения количества октетов в IP v.4 с классом организуемой сети связи	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>B</td></tr> <tr><td>2</td><td>C</td></tr> <tr><td>3</td><td>A</td></tr> </table>	1	B	2	C	3	A	1-3;2-1;3-1	
1	B									
2	C									
3	A									
<i>DetailedAnswer</i>	Определение понятия протокол и интерфейс.		Протокол – набор правил и процедур. Интерфейс – набор услуг.							

По теме 3. Понятие сети «Следующего поколения». Ключевые технологии, которые и формируют основу SDH «Следующего поколения».

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы			
<i>Multipleselection</i>	Мультиплексоры выполняют функции:	<table border="1"> <tr> <td>Передачу цифровых сигналов по волоконно-оптическим и радиорелейным синхронным линейным трактам</td> <td rowspan="2">1,2,4</td> </tr> <tr> <td>Аналого-цифровое преобразование передаваемых сигналов и мультиплексирование цифровых сигналов в цифровые потоки</td> </tr> </table>	Передачу цифровых сигналов по волоконно-оптическим и радиорелейным синхронным линейным трактам	1,2,4	Аналого-цифровое преобразование передаваемых сигналов и мультиплексирование цифровых сигналов в цифровые потоки	
Передачу цифровых сигналов по волоконно-оптическим и радиорелейным синхронным линейным трактам	1,2,4					
Аналого-цифровое преобразование передаваемых сигналов и мультиплексирование цифровых сигналов в цифровые потоки						

		<p>Выравнивания скорости цифрового потока при транспортировке методом битового стаффинга</p> <p>Ввод/вывод передаваемых цифровых потоков в заданных пунктах сети и их оперативное переключение</p>		
Multipleselection	<p>Различают несколько основных типов синхронных мультиплексоров :</p>	<p>Терминальные (оконечные) мультиплексоры</p> <p>Пассивные мультиплексоры</p> <p>Мультиплексоры ввода/вывода</p> <p>Синхронные нелинейные мультиплексоры</p>	1,3	
Singleselection	<p>В отличие от терминальных, мультиплексоры ввода/вывода позволяют выполнять:</p>	<p>Задачи коммутации</p> <p>Задачи концентрации цифрового потока</p> <p>Задачи регенерации цифровых сигналов</p> <p>Сквозную коммутацию выходных потоков в обоих направлениях</p>	4	
Singleselection	<p>В СЦИ скорость последующей ступени передачи, больше предыдущий в .. раз.</p>	<p>4</p> <p>30</p> <p>24</p> <p>8</p>	1	
Comparison	<p>Сопоставьте схему мультиплексора с режимом работы:</p>	 	<p>1-2;2-3;3-1</p>	<p>Муль ввод реж лока комм</p> <p>Муль в ре реген</p>

				Мультиплексирование
Singleselecti on	В случае приема блоком SEMF (Synchronous Equipment Management Function) сигнала аварии или при пропадании входного сигнала, регенератор передает:	Неискаженный заголовок RSOH, а остальные биты цикла передачи сигнала STM-N заменяются единицами		
		Неискаженный заголовок RSOH, а остальные биты цикла передачи сигнала STM-N заменяются нулями	1	
		Искаженный заголовок RSOH, а остальные биты цикла передачи сигнала STM-N заменяются единицами		
		Искаженный заголовок RSOH, а остальные биты цикла передачи сигнала STM-N заменяются нулями		
Singleselecti on	Концентратор представляет собой мультиплексор, который:	Объединяет несколько потоков, поступающих от удаленных узлов сети в один распределительный узел сети SDH, не связанный с основной транспортной сетью		
		Выполняет функцию «буфера» для цифровых потоков на период максимальной загрузки транспортной сети SDH	4	
		Осуществляет увеличение общего числа каналов, подключенных к транспортной сети SDH		
		Объединяет несколько потоков, поступающих от удаленных узлов сети в один распределительный узел сети SDH, связанный с основной транспортной сетью		
Singleselecti on	Кросс-коммутаторы позволяют осуществить маршрутизацию	Контейнеров C		
		Виртуальных контейнеров VC		
		Административных блоков AU	2	
		Групповых трибов TUG		

	<i>в сети SDH на уровне:</i>		
<i>Singleselecti on</i>	<i>Важной особенностью синхронных коммутаторов - SDXC, осуществляющих локальную и (или) общую проходную коммутацию является:</i>	<i>Возможность сортировки или перегруппировки виртуальных контейнеров, осуществляемых с целью создания упорядоченных контейнеров</i>	
		<i>Отсутствие блокировки других каналов при коммутации</i>	
		<i>Доступ к виртуальному контейнеру VC осуществляемый при тестировании оборудования</i>	2
		<i>Возможность локально коммутировать подключенные к нему каналы, давая возможность удаленным узлам обмениваться через них, не загружая трафик основной транспортной сети.</i>	

По теме 4. Обобщенная процедура формирования кадров. Формат клиентского GFP-кадра.

<i>Тип задания</i>	<i>Текст вопроса</i>	<i>Варианты ответов</i>		<i>Правильные ответы</i>
<i>Comparison</i>	<i>Сопоставьте скорости передачи со стандартами плезиохронной цифровой иерархии.</i>	<i>Европейский стандарт</i>	<i>1544-6312-32064-97728-397200 кбит/с</i>	<i>1-2 2-3 3-1</i>
		<i>Американский стандарт</i>	<i>2048-8448-34368-139264 кбит/с</i>	
		<i>Японский стандарт</i>	<i>1544-6312-44736-274176 кбит/с</i>	
<i>SingleSelecti on</i>	<i>Переход от одного уровня скоростей к другому происходит последовательно</i>	<i>Синхронной цифровой иерархии Плезиохронной цифровой иерархии</i>		2

	<p>как в прямом, так и в обратном направлении, что усложняет процесс «распаковки» информации. Это недостаток технологии:</p>					
SingleSelect ion	<p>Система указателей для определения местоположения низкоскоростного канала используется в технологии:</p>	<table border="1"> <tr> <td>SDH</td> </tr> <tr> <td>PDH</td> </tr> </table>	SDH	PDH	1	
SDH						
PDH						
SingleSelect ion	<p>Какой способ объединения цифровых потоков наиболее широко применяемый?</p>	<table border="1"> <tr> <td>Поканальный</td> </tr> <tr> <td>Посистемный</td> </tr> <tr> <td>Посимвольный</td> </tr> </table>	Поканальный	Посистемный	Посимвольный	3
Поканальный						
Посистемный						
Посимвольный						
SingleSelect ion	<p>При каком типе объединения цифровых потоков величина сдвига равна длительности кодовой группы?</p>	<table border="1"> <tr> <td>Поканальный</td> </tr> <tr> <td>Посистемный</td> </tr> <tr> <td>Посимвольный</td> </tr> </table>	Поканальный	Посистемный	Посимвольный	1
Поканальный						
Посистемный						
Посимвольный						
SingleSelect ion	<p>При каком типе объединения цифровых</p>	<table border="1"> <tr> <td>Поканальный</td> </tr> <tr> <td>Посистемный</td> </tr> </table>	Поканальный	Посистемный	3	
Поканальный						
Посистемный						

	<p>потоков, сигналы объединяемых систем укорачиваются и в освободившиеся интервалы размещаются вводимые импульсы других систем?</p>	<table border="1"> <tr> <td>Посимвольный</td> </tr> </table>	Посимвольный			
Посимвольный						
<p>SingleSelect ion</p>	<p>В какой технологии цифровой иерархии предусмотрена процедура формирования структуры цикла?</p>	<table border="1"> <tr> <td>PDH</td> </tr> <tr> <td>SDH</td> </tr> </table>	PDH	SDH	2	
PDH						
SDH						
<p>SingleSelect ion</p>	<p>Наиболее неэффективное использование частот полосы частот в методе:</p>	<table border="1"> <tr> <td>CDMA</td> </tr> <tr> <td>TDMA</td> </tr> <tr> <td>FDMA</td> </tr> </table>	CDMA	TDMA	FDMA	3
CDMA						
TDMA						
FDMA						
<p>SingleSelect ion</p>	<p>Ёмкость системы (сети) выше при реализации метода:</p>	<table border="1"> <tr> <td>CDMA</td> </tr> <tr> <td>TDMA</td> </tr> <tr> <td>FDMA</td> </tr> </table>	CDMA	TDMA	FDMA	1
CDMA						
TDMA						
FDMA						
<p>MultipleSel ection</p>	<p>Защитные интервалы присутствуют в методах:</p>	<table border="1"> <tr> <td>FDMA</td> </tr> <tr> <td>TDMA</td> </tr> <tr> <td>CDMA</td> </tr> </table>	FDMA	TDMA	CDMA	1,2
FDMA						
TDMA						
CDMA						

По теме 5. Виртуальная конкатенация (объединение), схема регулировки емкости канала.

<i>Тип задания</i>	<i>Текст вопроса</i>	<i>Варианты ответов</i>		<i>Правильные ответы</i>
<i>ShortAnswer</i>	<i>Чем определяется количество объединяемых потоков при мультиплексировании.</i>			<i>Коэффициентом мультиплексирования.</i>
<i>DetailedAnswer</i>	<i>Дайте определение мультиплексору</i>			<i>Комбинационное устройство, обеспечивающее передачу в желаемом порядке цифровой информации, поступающей по нескольким входам на один выход.</i>
<i>SingleSelection</i>	<i>Какое из этих вариантов мультиплексирования является спектральным?</i>	<i>CDMA</i>		<i>3</i>
		<i>OFDM</i>		
		<i>WDM</i>		
		<i>TDM</i>		
<i>SingleSelection</i>	<i>Какое из этих вариантов мультиплексирования является пространственным?</i>	<i>CDMA</i>		<i>4</i>
		<i>OFDM</i>		
		<i>WDM</i>		
		<i>MIMO</i>		
<i>Comparison</i>	<i>Сопоставьте технологию мультиплексирования с его обозначением.</i>	<i>Частотное</i>	<i>WDM</i>	<i>1-3</i>
		<i>Ортогональное частотное</i>	<i>TDM</i>	<i>2-4</i>
		<i>Спектральное</i>	<i>FDM</i>	<i>3-1</i>
		<i>е</i>		<i>4-2</i>

		<i>Временное</i>	<i>OFD M</i>	
<i>SingleSelection</i>	<i>Какую технологию мультиплексирования нужно выбрать при условии: невозможности передачи слишком коротких сообщений?</i>	<i>CDMA</i>		2
		<i>OFDM</i>		
		<i>WDM</i>		
<i>SingleSelection</i>	<i>Какую технологию мультиплексирования нужно выбрать? При необходимости независимого распространения световых волн по оптоволокну?</i>	<i>CDMA</i>		2
		<i>WDM</i>		
		<i>TDM</i>		
<i>SingleSelection</i>	<i>Какую технологию мультиплексирования нужно выбрать? При необходимости управления множественным доступом к одному общему каналу с высокой пропускной способностью.</i>	<i>CDMA</i>		2
		<i>OFDMA</i>		
		<i>MIMO</i>		
<i>SingleSelection</i>	<i>Какую технологию мультиплексирования нужно выбрать? При необходимости независимого распространения</i>	<i>CDMA</i>		3
		<i>WDM</i>		
		<i>MIMO</i>		

	радиоволн по различным путям.		
--	-------------------------------	--	--

По теме 6. Компоненты NG SDH. Синтез анализ построения сети Ethernet через SDH.

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
SingleSelection	Какой виртуальный контейнер относится к контейнерам высокого уровня?	VC-2 VC-4 VC-11 VC-12	2
SingleSelection	Система указателей для определения местоположения низкоскоростного канала используется в технологии:	PDH SDH ATM	2
SingleSelection	Сколько ступеней с коэффициентами мультиплексирования имела первая цифровая иерархия, принятая в США и Канаде?	4 2 8 6	1
MultipleSelection	Какие виртуальный контейнер не относится к контейнерам высокого уровня?	VC-2 VC-4 VC-11 VC-12	1,3,4
SingleSelection	Какой виртуальный контейнер может относиться к контейнерам высокого и низкого уровня?	VC-3 VC-4 VC-11 VC-12	1

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

По теме 1 «Изучение выравнивания скоростей цифровых потоков в мультиплексорах SDH»

1. Цель работы

Изучить структуру и принципы функционирования модуля трибного интерфейса E1 мультиплексора SDH в режиме отрицательного выравнивания.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- 1) Сколько видов информационных блоков в SDH?*
- 2) Сколько видов служебных элементов в информационных блоках?*
- 3) Какие виды точного выравнивания существуют при формировании контейнера C?
В чем разница между ними?*
- 4) Заголовки POH каких виртуальных контейнеров (VC-4, VC-3, VC-12) одинаковые?*
- 5) В чем состоит разница между указателями AU-4, TU-3, TU-12?*
- 6) Раскройте процедуру выравнивания сигналов при формировании контейнера?*
- 7) Почему в одном цикле выравнивания используется несколько одинаковых битов управления выравниванием?*
- 8) Для каких целей используется сигнальная метка трактового заголовка?*
- 9) Для каких целей используются байты A1, A2 заголовка SOH?*
- 10) В чем отличие значений указателя при нулевом, положительном и отрицательном выравнивании?*
- 11) Какое выравнивание (нулевое, положительное и отрицательное) осуществляется в TU/AU оконечного передающего пункта? В транзитном пункте?*
- 12) Чему равна скорость передачи информации, в одном байте информационного блока STM-1?*
- 13) Какие варианты структуры TUG-3 вы знаете?*
- 14) В чем отличие выравнивания сигналов при формировании контейнеров VC-12 и VC-4?*
- 15) Назовите функцию флага новых данных указателя?*
- 16) В каком случае нулевой указатель передается в TUG-3?*

К теме 2. Принципы построения сетей доступа, передачи данных. Сетевые модели OSI и IEEE Project 802.

Работа №2. Изучение функционирования модели OSI, работа сетевых протоколов TCP, UDP.

1. Цель работы: Цель лабораторной работы – изучить понятие и назначение сетевых протоколов, изучить протоколы сетевого и транспортного уровней: IP, TCP, UDP.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- 1. Что такое сетевой протокол?*
- 2. Зачем необходима стандартизация протоколов?*
- 3. Понятие стека протоколов*
- 4. Зачем введена модель OSI/ISO*
- 5. Перечислите уровни стека протоколов TCP/IP и кратко охарактеризуйте их назначение.*

то такое IP-адрес?

- 7. В чем принципиальное отличие протоколов TCP и UDP.*
- 8. Что такое сокет?*
- 9. Зачем введен механизм сетевых портов?*

К теме 3. Понятие сети «Следующего поколения». Ключевые технологии, которые и формируют основу SDN «Следующего поколения».

Работа № 3. Проектирование оборудования доступа сетей следующего поколения NGN.

1. Цель работы: Изучение методики и получение практических навыков расчетов объема оборудования доступа, используемых в сетях связи следующего поколения NGN.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- 1. Назначение шлюзов в сети NGN.*
- 2. Чем отличаются различные типы шлюзов сетей NGN транзитный(транкинговый), сигнальный, доступа, резидентный доступа?*
- 3. Перечислите основные задачи проектирования сети NGN.*
- 5. Укажите варианты подключения пакетных терминалов к сети NGN.*
- 6. Перечислите необходимые исходные данные для расчета сети доступа.*
- 7. Поясните методику расчетов оборудования шлюзов доступа.*
- 8. Поясните методику расчетов оборудования транзитных шлюзов.*

К теме 4. Обобщенная процедура формирования кадров. Формат клиентского GFP-кадра.

Работа № 4. Мультиплексирование Ethernet - SDH

1. Цель работы: изучить виды цифрового мультиплексирования применяемых в оптических системах передачи

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Используя рекомендованную литературу, настоящее описание, ознакомьтесь со следующими вопросами:

1. Какие виды цифрового мультиплексирования применяют в оптических системах передачи?
2. В чём заключается основной принцип плездохронного мультиплексирования?
3. Какое назначение имеют битовые вставки при мультиплексировании PDH?
4. Какие скоростные режимы формируются в системах PDH?
5. В чём проблемы мультиплексирования PDH?
6. Какие преобразования цифровых данных предусмотрены в схеме мультиплексирования SDH?
7. Какие функции выполняют заголовки в цифровых блоках SDH?
8. Какое назначение определено указателям в цифровых блоках SDH?
9. Какие элементы входят в состав системы передачи SDH?
10. Что определяется в точках S и R системы передачи SDH?
11. В чём принципиальное отличие мультиплексирования Ethernet от SDH?
12. Чем отличается ячейка Ethernet от цикла SDH?

К теме 5. Виртуальная конкатенация (объединение), схема регулировки емкости канала. Работа №5. Расчет основных параметров нестандартной цифровой системы передачи используя процедуру VCAT.

Цель работы: изучить возможности применения виртуальной конкатенации VCAT взамен последовательной для повышения производительности магистральной оптической системы связи.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

1. Укажите основные уровни транспортной сети SDH.
2. Поясните механизм передачи данных по протоколу Ethernet по трактам SDH.
3. Поясните термин «конкатенация». В чем особенности смежной и виртуальной конкатенаций?
4. Каков шаг изменения пропускной способности тракта при смежной конкатенации и почему?
5. Каков шаг изменения пропускной способности тракта при виртуальной конкатенации и почему?

6. *Какая требуется пропускная способность трактов SDH при смежной и виртуальной конкатенации для передачи данных со скоростью 10 Гбит/с?*
7. *Какие кадры используются в протоколе HDLC? Каковы их назначение и структура?*
8. *Какие особенности характерны для протокола PPP? Какова структура кадра?*
9. *Отметьте назначение и особенности протокола GFP.*
10. *Укажите основные уровни протокола GFP, структуру кадра.*
11. *В чем особенности протокола LCAS?*
12. *Какие характеристики технологии SDH ограничивают ее использование в транспортных сетях?*

К теме 6. Компоненты NG SDH. Синтез анализ построения сети Ethernet через SDH.

Работа №6. Модернизация сети SDH на базе технологии NGN- SDH

1. Цель работы

Изучение методики и получение практических навыков оценки максимальных объемов трафика и расчетов объема оборудования доступа, используемых в сетях связи следующего поколения NGN.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

1. *Укажите основные уровни транспортной сети SDH.*
2. *Поясните механизм передачи данных по протоколу Ethernet по трактам SDH.*
3. *Назначение шлюзов в сети NGN.*
4. *Чем отличаются различные типы шлюзов сетей NGN транзитный (транкинговый), сигнальный, доступа, резидентный доступа?*
5. *Перечислите основные задачи проектирования сети NGN.*
6. *Укажите варианты подключения пакетных терминалов к сети NGN.*
7. *Перечислите необходимые исходные данные для расчета сети доступа.*
8. *Поясните методику расчетов оборудования шлюзов доступа.*
9. *Поясните методику расчетов оборудования транзитных шлюзов.*

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. *Дайте определение инфокоммуникационной системе. Укажите ее основные свойства.*
2. *Для чего используется модель взаимодействия открытых систем (модель OSI).*
3. *Укажите уровни модели OSI и ее основные функции.*
4. *Какие уровни модели OSI образуют систему сети и почему?*
5. *Какие форматы передачи данных существуют и на каких уровнях модели OSI применяются.*
6. *В чем отличие транспортной сети от сети доступа? Какие особенности характерны для транспортной сети.*
7. *Поясните механизм передачи данных по протоколу Ethernet по трактам PDH.*
8. *Почему системы SDH относятся к синхронным системам?*
9. *Раскройте процедуру выравнивания сигналов при формировании контейнера SDH?*
10. *Почему в одном цикле выравнивания используется несколько одинаковых битов управления выравниванием в SDH?*
11. *Чем вызвана необходимость создания в SDH сети синхронизации?*
12. *Поясните механизм передачи данных по протоколу Ethernet по трактам SDH.*
13. *Укажите основные уровни транспортной сети SDH.*
14. *Поясните термин «конкатенация». В чем особенности смежной и виртуальной конкатенаций?*
15. *Каков шаг изменения пропускной способности тракта при смежной конкатенации и почему?*
16. *Каков шаг изменения пропускной способности тракта при виртуальной конкатенации и почему?*
17. *Какая требуется пропускная способность трактов SDH при смежной и виртуальной конкатенации для передачи данных со скоростью 10 Гбит/с?*
18. *Отметьте назначение и особенности протокола GFP.*
19. *Укажите основные уровни протокола GFP, структуру кадра.*
20. *В чем отличие кадров GFP-T от кадров GFP-F?*
21. *В чем отличие кадров GFP-T от кадров GFP-F?*
22. *В чем особенности протокола LCAS?*
23. *Какие характеристики технологии SDH ограничивают ее использование в транспортных сетях?*
24. *Какие основные преимущества технологии OTN по сравнению с технологиями PDH, SDH, Ethernet?*
25. *Укажите особенности использования технологии Ethernet в транспортных сетях.*

26. Назначение шлюзов в сети NGN.
27. Чем отличаются различные типы шлюзов сетей NGN транзитный (транкинговый), сигнальный, доступа, резидентный доступа?
28. Перечислите основные задачи проектирования сети NGN.
29. Укажите варианты подключения пакетных терминалов к сети NGN.
30. Перечислите необходимые исходные данные для расчета сети доступа.
31. Что понимается под качеством обслуживания в сети NGN?
32. Функциональное назначение плоскости (уровня) абонентского доступа в сети NGN.
33. Поясните структурную схему архитектуры NGN, дайте оценку ее элементов.
34. Суть транспортного уровня сети NGN и его состав.
35. Понятие конвергенции в сетевых технологиях и ее варианты в NGN.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Максимов, Н. В. *Компьютерные сети : учебное пособие / Н.В. Максимов, И.И. Попов. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 464 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-454-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1714105>*
2. Кузин, А. В. *Компьютерные сети : учебное пособие / А.В. Кузин, Д.А. Кузин. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 190 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-453-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088380>*

Дополнительная литература

1. Широков, И. Б. *Исследования характеристик каналов связи : монография / И.Б. Широков, Ю.Б. Гимпелевич, И.В. Сердюк. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 247 с. — (Научная мысль). — DOI 10.12737/1093426. - ISBN 978-5-16-016288-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816645>*
2. Баранникова, И. В. *Вычислительные машины, сети и системы : функционально-структурная организация вычислительных систем : учебное пособие / И. В. Баранникова, А. Н. Гончаренко. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2017. - 103 с. - ISBN 978-5-906846-93-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1232208>*

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория ауд. 417 Учебная лаборатория для самостоятельной работы, для работы над курсовыми и дипломными проектами

Перечень основного оборудования:

Телевизор LG 50LN540V

Рабочие станции DEPO Race G540S (7 шт.);

Мониторы 27" ViewSonic VX2739WM (7 шт.);

Цветной лазерный принтер формата А3 Hewlett-Packard Color LaserJet Enterprise CP5525dn;

Источники бесперебойного питания Mustek PowerMust 1590 (7 шт.);

Цветной плоттер формата А1 Hewlett-Packard HP Designjet T790;

Перечень используемого программного обеспечения:

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Высшая школа физической культуры и спорта

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Элективные курсы по физической культуре и спорту»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Воронин Денис Иванович, к.п.н., доцент, Томашевская Ольга Борисовна, к.п.н., доцент, Соболева Лилия Леонидовна, старший преподаватель.

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета института образования

Рабочая программа утверждена на заседании научно-методического совета Института образования

Протокол № 3 от «17» января 2022 г.

Председатель ученого совета института
образования

Профессор, доктор педагогических наук
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

А.О. Бударина
Е.О. Ширшова

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины «**Элективные курсы по физической культуре и спорту**»
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Элективные курсы по физической культуре и спорту»

Целью дисциплины является формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности, систематическое физическое самосовершенствование.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7.1. Знает виды физических упражнений, роль и значение физической культуры в жизни человека и общества, научно-практические основы физической культуры, профилактики вредных привычек и здорового образа и стиля жизни УК-7.2. Умеет применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки; - использовать средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни УК-7.3. Владеет средствами и методами укрепления индивидуального здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Знать: Методы оценки и контроля физического развития, функционального состояния и физической подготовленности. Разнообразие средств и методов физической культуры и спорта, систем физических упражнений. Влияние физической культуры на сохранение и укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний и вредных привычек. Уметь: Использовать разнообразные средства и методы физической культуры и спорта для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования и самовоспитания, формирования здорового образа и стиля жизни. Владеть: Методами контроля состояния организма при физических нагрузках, опытом участия в физкультурно-оздоровительной и спортивной деятельности и пропаганды здорового образа жизни.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Элективные курсы по физической культуре и спорту» относится к базовой вариативной части дисциплин блока 1 и является обязательной для освоения в объеме не менее 328 академических часов, которые в зачетные единицы не переводятся.

Дисциплина направлена на сохранение и укрепление здоровья, подготовку студентов к учебному труду и профессиональной деятельности, способствует расширению и углублению знаний, умений и навыков в области физической культуры и спорта.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (практические занятия), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

Объем дисциплины	Всего часов
	для очной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	328
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	328
Аудиторная работа (всего):	328
в т. числе:	
Лекции	-
Практические занятия	318
Лабораторные работы	-
Групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем	0,75
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	9,25
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	зачет

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе преподавателя со студентами при изучении практического курса дисциплины. Дисциплина «Элективные курсы по физической культуре и спорту» включают практические занятия на основе избранного обучающимся вида двигательной активности (вида спорта) с профессионально-прикладной направленностью. Содержание модуля направленно на решения таких задач, как: приобретение опыта творческой практической

деятельности, развитие самостоятельности, повышение уровня двигательных способностей, функционального состояния организма, достижение физического совершенствования, формирования физических качеств и индивидуальных свойств личности.

5.1. Содержание основных модулей практического курса

№ п/п	Наименование вида двигательной активности	Содержание
1.	Общефизическая подготовка с основами атлетической гимнастики	Ознакомление с правилами техники безопасности. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами. Упражнения для воспитания силы: упражнения с отягощением, соответствующим собственному весу, весу партнера и его противодействию, с сопротивлением упругих предметов (эспандеры и резиновые амортизаторы), с отягощением (гантели, набивные мячи). Упражнения для воспитания выносливости: упражнения или элементы с постепенным увеличением времени их выполнения. Упражнения для воспитания гибкости. Методы развития гибкости: активные (простые, пружинящие, маховые), пассивные (с самозахватами или с помощью партнера). Упражнения для воспитания ловкости. Методы воспитания ловкости. Использование подвижных игр, гимнастических упражнений. Упражнения для воспитания быстроты. Совершенствование двигательных реакций повторным реагированием на различные (зрительные, звуковые, тактильные) сигналы. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма.
2.	Атлетическая гимнастика	Ознакомление с правилами техники безопасности. Изучение методических основ выполнения упражнений на тренажерах. Техника безопасности выполнения отдельных упражнений на тренажерах. Локальность воздействия отдельных упражнений на группы мышц. Разучивание и выполнение комплексов упражнений различного уровня воздействия. Упражнения для укрепления мышц из положения лёжа и сидя с партнёром и без (нижнего, верхнего и среднего отделов брюшного пресса). Использование тренажёрных снарядов (набивные мячи, эспандеры, гимнастические скакалки) для работы на мышцы брюшного пресса и спины. Работа на специализированных тренажёрах.
3.	Плавание. Начальное обучение	Ознакомление с правилами техники безопасности. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с плавательной доской. Общеразвивающие упражнения в воде для развития основных физических качеств. Изучение подготовительных упражнений для освоения с водой, подводящие, имитационные упражнения для освоения гребковых движений, дыхания, работы рук и ног, согласования движений в способах плавания. Изучение основ техники спортивных способов плавания, кроль на груди и кроль на спине. Обучение технике стартов поворотов. Игры и эстафеты на воде.
4.	Спортивное плавание	Ознакомление с правилами техники безопасности. Общеразвивающие упражнения в воде для развития основных физических качеств. Имитационные упражнения. Упражнения для разучивания и совершенствования техники спортивных способов

		<p>плавания, старта с тумбочки, старта в плавании кролем на спине, поворотов в данных спортивных способах плавания. Упражнения спортивной тренировки пловца. Плавание с использованием равномерного, переменного, интервального методов. Проплытие отрезков и дистанций с использованием повторного метода. Соревновательный и контрольный методы. Игровые задания. Правила соревнований. Судейство. Профессионально-прикладная физическая подготовка обучающихся средствами плавания.</p>
5	ОФП с основами волейбола	<p>Ознакомление с правилами техники безопасности. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами.</p> <p>Техника перемещений (ходьба; бег; скачок). Поддачи (нижняя прямая; нижняя боковая; верхняя прямая; верхняя боковая). Передачи (вперед; назад). Нападающий удар. Прием мяча (снизу двумя руками; снизу одной рукой). Блок. Тактика игры (тактика защиты; тактика нападения). Учебная игра. Общая физическая и специальная физическая подготовка волейболиста.</p> <p>Профессионально-прикладная физическая подготовка обучающихся средствами волейбола.</p>
6.	Волейбол	<p>Ознакомление с правилами техники безопасности.</p> <p>Правила соревнований. Техника перемещений (ходьба; бег; скачок). Поддачи (нижняя прямая; нижняя боковая; верхняя прямая; верхняя боковая). Передачи (вперед; назад). Нападающий удар. Прием мяча (снизу двумя руками; снизу одной рукой). Блок. Тактика игры (тактика защиты; тактика нападения). Учебная игра. Общая физическая и специальная физическая подготовка волейболиста.</p> <p>Профессионально-прикладная физическая подготовка обучающихся средствами волейбола.</p>
7.	ОФП с основами с баскетбола	<p>Ознакомление с правилами техники безопасности. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами.</p> <p>Правила соревнований. Техника перемещений (ходьба; бег; приставные шаги; прыжки; остановки; повороты). Техника нападения (ловля мяча; передача мяча; ведение мяча; броски). Техника защиты (выбивание; вырывание; накрывание; перехват; овладение мячом, отскочившим от щита или корзины). Тактика игры (тактика нападения; индивидуальные действия с мячом и без мяча; групповые взаимодействия). Учебная игра. Общая физическая и специальная физическая подготовка баскетболиста.</p> <p>Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов средствами баскетбола.</p>
8.	Баскетбол	<p>Ознакомление с правилами техники безопасности.</p> <p>Правила соревнований. Техника перемещений (ходьба; бег; приставные шаги; прыжки; остановки; повороты). Техника нападения (ловля мяча; передача мяча; ведение мяча; броски). Техника защиты (выбивание; вырывание; накрывание; перехват; овладение мячом, отскочившим от щита или корзины). Тактика игры (тактика нападения; индивидуальные действия с мячом и без мяча; групповые взаимодействия). Учебная игра. Общая физическая и специальная физическая подготовка баскетболиста.</p> <p>Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов средствами баскетбола.</p>
9.	Мини - футбол	<p>Ознакомление с правилами техники безопасности.</p> <p>Правила соревнований. Техника игры (передвижения: бег, ходьба, остановки, повороты, прыжки; удары по мячу: ногой, головой; ведение мяча; обманные движения (финты); прием мяча (остановка). Тактика игры. Учебная игра. Общая физическая и специальная</p>

		физическая подготовка футболиста. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов средствами футбола.
10.	ОФП с основами с бадминтона	Ознакомление с правилами техники безопасности. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами. Правила соревнований. Освоение техники основных технических приемов в бадминтоне (стойки, подачи, удары, перемещения). Тактика игры, особенности парной игры. Особенности смешанной игры. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов средствами бадминтона.
11.	Бадминтон	Ознакомление с правилами техники безопасности. Освоение техники основных технических приемов в бадминтоне. (стойки, подачи, удары, перемещения. Тактика игры, Особенности парной игры. Особенности смешанной игры. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов средствами бадминтона.
12.	ОФП с основами настольного тенниса	Ознакомление с правилами техники безопасности. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами. Правила соревнований. Упражнения с мячом и ракеткой. Основные положения теннисиста. Способы удержания ракетки. Удары по мячу. Вращение мяча. Исходные положения, выбор места. Способы перемещения. Шаги, прыжки, выпады, броски. Подачи. Тактика одиночных игр. Игра в защите. Основные тактические комбинации. Основы тренировки теннисиста. Тренировка двигательных реакций. Игра у стола. Игровые комбинации.
13.	Настольный теннис	Ознакомление с правилами техники безопасности. Правила соревнований. Способы удержания ракетки. Жесткий хват, мягкий хват, хват «пером». Разновидности хватки «пером», «малые клещи», «большие клещи». Удары по мячу накатом. Удар по мячу с полулета, удар подрезкой, срезка, толчок. Игра в ближней и дальней зонах. Вращение мяча. Основные положения теннисиста. Исходные положения, выбор места. Способы перемещения. Шаги, прыжки, выпады, броски. Одношажные и двухшажные перемещения. Подача (четыре группы подач: верхняя, боковая, нижняя и со смешанным вращением). Подачи: короткие и длинные. Подача накатом, удары слева, справа, контркат (с поступательным вращением). Удары: накатом с подрезанного мяча, накатом по короткому мячу, крученая «свеча» в броске. Тактика одиночных игр. Игра в защите. Основные тактические комбинации. Применение подач с учетом атакующего и защищающего соперника. Основы тренировки теннисиста. Специальная физическая подготовка. Упражнения с мячом и ракеткой. Вращение мяча в разных направлениях. Тренировка двигательных реакций. Атакующие удары (имитационные упражнения) и в игре. Передвижения у стола (скрестные и приставные шаги, выпады вперед, назад и в стороны). Тренировка удара: накатом у стенки, удары на точность. Игра у стола. Игровые комбинации. Подготовка к соревнованиям (разминка общая и игровая).
14.	ОФП с основами ритмической гимнастики	Ознакомление с правилами техники безопасности. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами.

		<p>Изучение базовых элементов техники движений. Построение занятия, требования к частям. Развитие основных физических качеств, разучивание и совершенствование различных комбинаций в ритмической гимнастике.</p> <p>Общеразвивающие упражнения в сочетании с танцевальными движениями на основе базовых шагов под музыкальное сопровождение. Разучивание комплексов упражнений силовой направленности, локального воздействия на различные группы мышц.</p> <p>Упражнения локального и регионального характера, упражнения на равновесие, изометрические упражнения с максимальным мышечным напряжением из различных исходных положений.</p> <p>Основы методики развития гибкости. Разучивание и совершенствование упражнений из различных видов стретчинга: пассивного и активного, динамического и статического.</p> <p>Рекомендации к составлению комплексов упражнений по совершенствованию отдельных физических качеств с учетом имеющихся отклонений в состоянии здоровья.</p>
15.	Ритмическая гимнастика	<p>Ознакомление с правилами техники безопасности.</p> <p>Изучение базовых элементов техники движений. Построение занятия, требования к частям. Развитие основных физических качеств, разучивание и совершенствование различных комбинаций в ритмической гимнастике.</p> <p>Общеразвивающие упражнения в сочетании с танцевальными движениями на основе базовых шагов под музыкальное сопровождение. Разучивание комплексов упражнений силовой направленности, локального воздействия на различные группы мышц.</p> <p>Упражнения локального и регионального характера, упражнения на равновесие, изометрические упражнения с максимальным мышечным напряжением из различных исходных положений.</p> <p>Основы методики развития гибкости. Разучивание и совершенствование упражнений из различных видов стретчинга: пассивного и активного, динамического и статического.</p> <p>Рекомендации к составлению комплексов упражнений по совершенствованию отдельных физических качеств с учетом имеющихся отклонений в состоянии здоровья.</p>
16.	ОФП с основами микс-аэробики	<p>Ознакомление с правилами техники безопасности. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма.</p> <p>Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами.</p> <p>Изучение базовых элементов техники движений. Построение занятия, требования к частям. Развитие основных физических качеств, разучивание и совершенствование различных комбинаций аэробики различных направлений.</p> <p>Средства танцевальной аэробики с элементами шейпинга: общеразвивающие упражнения в сочетании с танцевальными движениями на основе базовых шагов под музыкальное сопровождение. Разучивание комплексов упражнений силовой направленности, локального воздействия на различные группы мышц.</p> <p>Фитбол-аэробика. Особенности содержания занятий по фитбол-аэробике. Упражнения локального и регионального характера, упражнения на равновесие, изометрические упражнения с максимальным мышечным напряжением из различных исходных положений.</p> <p>Степ-аэробика: обучение различным вариантам шагов с подъемом на платформу (гимнастическую скамейку), танцевальным движениям, переходам с изменением ритма и направления движений.</p>

		<p>Основы методики развития гибкости. Разучивание и совершенствование упражнений из различных видов стретчинга: пассивного и активного, динамического и статического.</p> <p>Рекомендации к составлению комплексов упражнений по совершенствованию отдельных физических качеств с учетом имеющихся отклонений в состоянии здоровья.</p>
17.	Микс-аэробика	<p>Ознакомление с правилами техники безопасности.</p> <p>Изучение базовых элементов техники движений. Построение занятия, требования к частям. Развитие основных физических качеств, разучивание и совершенствование различных комбинаций аэробики различных направлений (базовая, танцевальная, степ)</p> <p>Средства танцевальной аэробики с элементами шейпинга: общеразвивающие упражнения в сочетании с танцевальными движениями на основе базовых шагов под музыкальное сопровождение. Разучивание комплексов упражнений силовой направленности, локального воздействия на различные группы мышц.</p> <p>Фитбол-аэробика: Особенности содержания занятий по фитбол-аэробике. Упражнения локального и регионального характера, упражнения на равновесие, изометрические упражнения с максимальным мышечным напряжением из различных исходных положений.</p> <p>Степ-аэробика: обучение различным вариантам шагов с подъемом на платформу (гимнастическую скамейку) и спуском с нее, танцевальным движениям, переходам с изменением ритма и направления движений.</p> <p>Основы методики развития гибкости. Разучивание и совершенствование упражнений из различных видов стретчинга: пассивного и активного, динамического и статического.</p> <p>Рекомендации к составлению комплексов упражнений по совершенствованию отдельных физических качеств с учетом имеющихся отклонений в состоянии здоровья.</p>
18.	ОФП + с основами самообороны	<p>Ознакомление с правилами техники безопасности. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами.</p> <p>Упражнения для формирования правильной осанки. Упражнения для развития координации и точности движений. Упражнения для развития вестибулярного аппарата. Упражнения для развития ловкости. Развитие быстроты. Бег на короткие дистанции. Челночный бег.</p> <p>Развитие выносливости. Бег на длинные дистанции. Овладение навыками самостраховки. Кувырки, падения.</p> <p>Удары рукой и ногой. Прямой удар. Удар снизу. Удар сбоку. Удары ногой сбоку и назад. Защитные действия руками и ногами.</p> <p>Освобождение от захватов противника. Освобождение от захвата рук. Освобождение от захвата за шею спереди. Освобождение от захвата туловища и рук сзади. Освобождение от захвата туловища спереди.</p>
19.	Самооборона	<p>Упражнения для развития координации и точности движений.</p> <p>Упражнения для развития вестибулярного аппарата. Упражнения для развития ловкости. Развитие быстроты. Бег на короткие дистанции. Челночный бег.</p> <p>Развитие выносливости. Бег на длинные дистанции. Овладение навыками самостраховки. Кувырки, падения.</p> <p>Удары рукой и ногой. Прямой удар. Удар снизу. Удар сбоку. Удары ногой сбоку и назад. Защитные действия руками и ногами.</p> <p>Подставка предплечья. Болевые приемы. Загиб руки за спину.</p> <p>Сваливание для связывания. Рычаг руки наружу и внутрь. Броски. Задняя подножка. Бросок через спину.</p>

		Освобождение от захватов противника. Освобождение от захвата рук. Освобождение от захвата за шею спереди. Освобождение от захвата туловища и рук сзади. Освобождение от захвата туловища спереди.
20.	Рукопашный бой	Основные стойки и позиции: ритуальные, информационные, тренировочные, боевые. Удары руками: прямой, боковой, апперкот, удары локтем. Удары в движении. Серии ударов. Удары ногами. Передвижение с нанесением ударов руками и ногами. Обучение защите от ударов руками и ногами. Блоки, уклоны, нырки, сбивы, уходы, захваты, встречные удары. Приемы страховки и само страховки при падении. Борьба в стойке: приемы выведения из равновесия, бросковая техника, освобождение от захватов. Борьба в партере: позиции удержания, контроль, перевороты, болевые и удушающие приемы.
21.	ОФП с основами танцевального фитнеса	Ознакомление с правилами техники безопасности. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами. Разучивание базовых шагов танцевального фитнеса: меренге, сальса, реггетон, кумбия. Разучивание техники фитнес танцев. Разучивание силового комплекса и стрейтчинга на гимнастических ковриках. Кардиотренировка.
22.	Танцевальный фитнес	Разучивание базовых шагов и ритмов танцевальной программы: танго, кебрадита, сока, фламенко, самба. Разучивание техники фитнес танцев "Habaneros", сока "Zoka Zumba"; кебрадита "Quiebra"; фламенко "Lolita"; самба "Alegria", меренга "El amore, el amore", кумбия "Bla bla bla", реггетон "Zumba tami", сальса "Gozando". Разучивание силового комплекса и стрейтчинга на гимнастических ковриках. Кардиотренировка.
23.	Общезначительная физическая подготовка	Ознакомление с правилами техники безопасности. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами. Упражнения для развития координации и точности движений. Упражнения для развития вестибулярного аппарата и внимания. Упражнения для развития ловкости. Развитие быстроты. Упражнения на развитие выносливости: бег, ходьба, смешанное передвижение. Бег на короткие, средние, длинные дистанции. Челночный бег. Эстафетный бег. Подвижные игры и эстафеты. Гимнастические упражнения, упражнения с предметами: мяч, скакалка, обруч. Упражнения с партнерами и в команде.
24.	Легкая атлетика	Ознакомление с правилами техники безопасности. Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами. Упражнения для развития координации и внимания. Упражнения для развития ловкости. Развитие быстроты и выносливости: бег, ходьба, смешанное передвижение. Старты из различных положений: низкий, высокий. Бег по дистанции, финиширование. Барьерный бег, бег с препятствиями. Эстафетный бег, старт, передача эстафетной палочки, финиш. Прыжки с места, с разбега. Метание мяча, гранаты, медицинбола. Легкоатлетические нормативы комплекса ГТО. Правила соревнований по легкой атлетике. Судейская практика.
25.	Специальная медицинская группа	Ознакомление с правилами техники безопасности. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств с учетом патологии организма). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов, с предметами. Средства корректирующей и оздоровительно-профилактической

		<p>направленности. Упражнения для развития координации и точности движений. Упражнения для развития вестибулярного аппарата и внимания. Упражнения для развития ловкости. Упражнения на развитие выносливости: бег, ходьба, смешанное передвижение. Гимнастические упражнения, упражнения с предметами: мяч, скакалка, обруч, гимнастическая палка. Упражнения с партнерами, с медицинболами, жгутами и ремнями. Подвижные игры с различной психофизической нагрузкой. Упражнения на коррекцию осанки. Индивидуально-дифференцированный подход в зависимости от уровня функциональной и физической подготовленности, характера и выраженности структурных и функциональных нарушений в организме. Ограничения двигательной нагрузки с учетом имеющихся противопоказаний, обусловленных конкретным заболеванием и в соответствии с рекомендациями врача. Статические и динамические дыхательные упражнения, упражнения на релаксацию, статико-динамические упражнения, упражнения в равновесии, элементы стретчинга, пилатеса, йоги.</p>
26	<p>Специальная медицинская группа с основами программы «Сквер-данс».</p>	<p>Ознакомление с правилами техники безопасности. Методика оценки уровня функционального и физического состояния организма. Общая физическая подготовка (совершенствование двигательных действий, воспитание физических качеств). Средства и методы ОФП: строевые упражнения, общеразвивающие упражнения без предметов (на русском и английском языке) История возникновения и развития сквер-данса в зарубежных странах и в России, влияние занятий сквер-дансом на организм и психологические особенности человека. Терминология сквер-данса. Положение партнеров перед началом танца и во время танца. Основные позиции танцев, направления движения партнеров. Фигуры танца. Изучение основной ступени 48 фигур программы американского сквер-данса уровня Basic (B).</p>

6. Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование темы	Содержание самостоятельной работы
1	Самоконтроль и техника безопасности при самостоятельных занятиях физическими упражнениями.	Мониторинг физического развития и функциональные пробы. Методы самоконтроля при занятиях физическими упражнениями. Определение личного уровня физической подготовленности.
2.	Методические основы самостоятельных занятий физическими упражнениями.	Составление комплекса общеразвивающих упражнений
3	Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов.	Составление комплекса упражнений для профилактики утомления.
4	Физическая культура и спорт в профессиональной деятельности специалиста.	Составление комплекса упражнений в избранном виде двигательной активности
5	Физическая культура и спорт в профессиональной деятельности специалиста.	Составление комплекса упражнений профессионально-прикладной направленности

Требования к самостоятельной работе студентов:

1. Заполнение дневника самоконтроля: измерение показателей физического развития (антропометрия и индексы) и функционального состояния (функциональные пробы), используя методы самоконтроля и самонаблюдений.

2. Составление комплекса общеразвивающих упражнений предусматривает составление конспекта комплекса из 12-15 упражнений с использованием графических или иных приемов записи на основе использования двигательного опыта практических занятий и самостоятельного изучения материалов по теме.

3. Составление комплекса упражнений для профилактики утомления предусматривает составление конспекта комплекса упражнений для профилактики утомления и повышения работоспособности из 12-15 упражнений с использованием графических или иных приемов записи на основе использования двигательного опыта практических занятий и самостоятельного изучения материалов по теме.

4. Составление комплекса упражнений в избранном виде двигательной активности предусматривает составление конспекта комплекса упражнений специальной физической подготовки из 12-15 упражнений с использованием графических или иных приемов записи на основе использования двигательного опыта практических занятий и самостоятельного изучения материалов по теме.

5. Составление комплекса упражнений профессионально-прикладной направленности предусматривает составление конспекта комплекса подготовительных упражнений для освоения будущей профессии из 12-15 упражнений с использованием графических или иных приемов записи на основе использования двигательного опыта практических занятий и самостоятельного изучения материалов по теме.

Пример конспекта:

№ п/п	Содержание упражнения	Дозировка	Методические указания
1	И.П. – основная стойка 1-4 – поворот головы вправо 5-8 – поворот головы влево	8 раз	Следить за осанкой, спина прямая.
2	И.П. – ноги врозь, руки в стороны, кисти в кулаках 1-4 – круговые движения кистями внутрь 5-8 – круговые движения предплечьями внутрь 9-16 – круговые движения прямыми руками вперед	3 раза в каждую сторону поочередно	Вращения выполнять с усилиями. Следить за осанкой, спина прямая.
3	И.П. – О.С., руки на пояс 1-4 – наклон туловища вправо 5-8 – наклон туловища влево	8 раз	При наклонах в сторону голова направлена в сторону наклона
4	И.П. – О.С. 1 – выпад правой ногой 2, 4 – И.П. 3 – выпад левой ногой	8 раз	Следить за осанкой, спина прямая.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной

образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Практические занятия.

На практических занятиях в зависимости от темы занятия разучиваются двигательные действия, выполняются практические упражнения, указанной дозировки, осуществляется самоконтроль физического состояния и реакции на нагрузку, отрабатывается работа в группе (команде).

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Техника безопасности самоконтроль в избранном виде двигательной активности	УК-7.1. Знает виды физических упражнений, роль и значение физической культуры в жизни человека и общества, научно-практические основы физической культуры, профилактики вредных привычек и здорового образа и стиля жизни УК-7.2. Умеет применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки; - использовать средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни	Оценка физического развития, функционального состояния и уровня физической подготовленности
Общая физическая подготовка в избранном виде двигательной активности.	УК-7.1. Знает виды физических упражнений, роль и значение физической культуры в жизни человека и общества, научно-практические основы физической культуры, профилактики вредных привычек и здорового образа и стиля жизни УК-7.2. Умеет применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки; - использовать средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни	Разучивание и выполнение комплексов общеразвивающих упражнений подготовительной и заключительной частей занятия
Специальная физическая подготовка в избранном виде двигательной активности. Техника основных двигательных действий	УК-7.2. Умеет применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки; - использовать средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни	Разучивание и выполнение комплексов упражнений основной части занятия в избранном виде двигательной активности

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
	УК-7.3. Владеет средствами и методами укрепления индивидуального здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	
Физическая подготовленность для социальной и профессиональной деятельности	УК-7.3. Владеет средствами и методами укрепления индивидуального здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Контрольные упражнения и тесты по физической подготовленности

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Практический раздел реализуется в виде учебно-тренировочных, методико – практических занятий. Обучающиеся выполняют комплексы физических упражнений и двигательных действий под контролем преподавателя, совершенствуя двигательные умения и навыки, развивая двигательный опыт и физические качества: координацию, силу, выносливость, быстроту, гибкость.

Примерные практические задания:

1. Преодоление дистанции 1-2 км спортивной ходьбой (бегом)
2. Выполнение комплекса общеразвивающих упражнений
3. Выполнение комплекса степ-аэробики
4. Бросок баскетбольного мяча в кольцо со штрафной линии
5. Подвижная игра «Голова дракона»
6. Упражнения с отягощениями для мышц плечевого пояса
7. Упражнения на развитие гибкости тазобедренного сустава

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Целью тестирования физической подготовленности в избранном виде двигательной активности является закрепление, углубление и систематизация знаний, умений и двигательных навыков студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; для определения уровня физической подготовленности используются контрольные задания по дисциплине «Элективные курсы по физической культуре и спорту» - контрольные упражнения.

Примеры контрольных упражнений:

**Контрольные упражнения для оценки физической подготовленности по виду
двигательной активности БАСКЕТБОЛ**

1 курс

Контрольное упражнение		Нормативы и оценки									
		Юноши					Девушки				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1.	Прыжок в длину с места (см)	235	225	220	205	190	190	180	170	160	150
2.	Ведение с последующим броском после двух шагов	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
3.	Штрафные броски. Количество попаданий из 10 бросков	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1

2 курс

Контрольное упражнение		Нормативы и оценки									
		Юноши					Девушки				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1.	Перемещения различными способами вокруг штрафной зоны	16,0	16,5	17,5	18,5	19,5	17,5	18,0	18,5	19,5	20,5
2.	Ведение с изменением направления (змейка) с последующим броском после двух шагов	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
3.	Штрафные броски. Количество попаданий из 10 бросков	6	5	4	3	1	6	5	4	3	1

3 курс

Контрольное упражнение		Нормативы и оценки									
		Юноши					Девушки				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1.	Перемещения различными способами вокруг штрафной зоны	15,5	16,0	17,0	18,0	19,0	17,5	18,0	18,5	19,0	20,0
2.	Ведение с изменением направления (змейка) с последующим броском после двух шагов	6	5	3	2	1	6	4	3	2	1
3.	Штрафные броски. Количество попаданий из 10 бросков	6	5	4	3	2	6	5	4	3	2

Требования к выполнению контрольных упражнений по баскетболу

1. Прыжок в длину с места. (1 курс)

Прыжок выполняется толчком двумя ногами в соответствующем секторе для прыжков. Место отталкивания должно обеспечивать хорошее сцепление с обувью. Участник принимает ИП: ноги на ширине плеч, ступни параллельно, носки ног перед линией отталкивания. Одновременным толчком двух ног выполняется прыжок вперед. Мах руками допускается.

Измерение производится по перпендикулярной прямой от места отталкивания любой ногой до ближайшего следа, оставленного любой частью тела участника. Участнику предоставляются три попытки. В зачет идет лучший результат.

Ошибки (попытка не засчитывается): заступ за линию отталкивания или касание ее; выполнение отталкивания с предварительного подскока; отталкивание ногами поочередно.

1. Перемещения различными способами вокруг штрафной зоны. (2 и 3 курс)

По периметру баскетбольной штрафной зоны стандартного размера расставить 4 конуса (по внешним углам зоны). Все перемещения выполнять лицом к противоположному щиту. Высокий старт из-за лицевой линии слева от щита, правая рука на конусе. По сигналу начинать перемещения приставным шагом в защитной стойке правым боком (коснуться конуса левой рукой), затем вперед до штрафной линии (коснуться конуса левой рукой), затем приставным шагом левым боком в защитной стойке вдоль штрафной линии (коснуться конуса правой рукой), затем спиной вперед до лицевой линии (коснуться конуса правой рукой). Второй круг выполнять в обратном направлении: вперед, правым боком, спиной вперед, левым боком. На каждой смене передвижения – коснуться конуса рукой.

Время выполнения в секундах: от стартового сигнала до последнего касания конуса.

Ошибки: Перемещения неуказанным способом, нарушение границ штрафной зоны.

2. Ведение с последующим броском после двух шагов. (1 курс)

Ведение мяча справа и слева от центральной линии с последующим выполнением броска после двух шагов соответствующей рукой. Выполнять по 3 раза с левой и правой стороны. Считается количество попаданий (из 6 бросков). Засчитываются попадания, выполненные без игровых нарушений. Каждый участник выполняет по 3 попытки. Фиксируется лучший результат.

Ошибки: Нарушение двушажного ритма (1 или 3 шага), выполнение шагов не в той последовательности, броски в кольцо разноименной рукой, пробежки, нарушения техники ведения.

2. Ведение с изменением направления (змейка) с последующим броском после двух шагов. (2 и 3 курс)

Поставить по 5 конусов с правой и левой стороны площадки (расстояние между конусами 2 метра). Выполнять по 3 раза с левой и правой стороны. Ведение мяча с изменением направления (змейка) дальней рукой от конуса и бросок после двух шагов соответствующей рукой. Считается количество попаданий (из 6 бросков). Засчитываются попадания, выполненные без игровых нарушений. Каждый участник выполняет по 3 попытки. Фиксируется лучший результат.

Ошибки: Нарушение двушажного ритма (1 или 3 шага), выполнение шагов не в той последовательности, броски в кольцо разноименной рукой, пробежки, нарушения техники ведения.

3. Штрафные броски. Количество попаданий из 10 бросков.

Выполнить 10 штрафных бросков без игровых нарушений. Попадание с нарушением не засчитывается. Каждый участник выполняет по 3 попытки. Фиксируется лучший результат.

Ошибки: Заступ штрафной линии.

Для прохождения промежуточной аттестации по дисциплине студент демонстрирует уровень физической подготовленности, необходимый для социальной жизни и будущей профессиональной деятельности. Тесты по физической подготовленности варьируются с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента. Например,

Тесты для оценки физической подготовленности студентов 1-3 курсов специальная медицинская группа

Контрольное упражнение	Нормативы и оценки										
	Юноши					Девушки					
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	
1.	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на коленях (девушки), в упоре лёжа (юноши)	35	25	20	10	5	25	20	15	10	5
2.	Поднимание туловища из положения лежа на спине, руки за головой, ноги закреплены за 1 мин. (девушки и юноши)	50	40	30	25	20	40	35	30	25	15
3.	Наклон вперёд стоя на гимнастической	9	7	5	3	1	15	10	8	6	2

	скамейке (девушки и юноши)										
4.	Ходьба 2 км, мин., с (девушки, юноши)	14.00	14.30	15.30	16.00	16.30	16.30	17.30	18.40	20.00	20.30
5.	Прыжки в длину с места, см (девушки, юноши.)	210	205	200	190	180	170	165	160	155	150
6.	Подтягивание (юноши) количество раз	8	6	5	3	1	-	-	-	-	-

Обязательный тест –ходьба 2 км и дополнительно 2 теста на выбор студента

Требования к выполнению тестов по физической подготовленности

для специальной медицинской группы

1. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на коленях (девушки), в упоре лёжа (юноши)

Исходное положение: примите упор лежа на плоскости, поставьте руки на ширине плеч, кисти смотрят вперед, локти разведены, но не больше, чем на 45 гр., плечи, корпус и бедро выстроены в прямую линию, стопы упираются прямо в плоскость.

Ошибки:

- прикосновение к полу бедрами или тазом
- отсутствие прямой линии от плеч до туловища;
- не было фиксации с исходной позиции
- поочередное разгибание рук;
- разведение локтей в стороны больше, чем на 45 гр.

2. Поднимание туловища из положения лежа на спине, руки за головой, ноги закреплены (девушки и юноши)

Поднимание туловища из положения лежа выполняется из ИП: лежа на спине на гимнастическом мате, руки за головой, пальцы сцеплены в «замок», лопатки касаются мата, ноги согнуты в коленях под прямым углом, ступни прижаты партнером к полу. Участник выполняет максимальное количество подниманий за 1 мин., касаясь локтями бедер (коленей), с последующим возвратом в ИП.

Засчитывается количество правильно выполненных подниманий туловища. Для выполнения тестирования создаются пары, один из партнеров выполняет упражнение, другой удерживает его ноги за ступни и голени. Затем участники меняются местами.

Ошибки:

- отсутствие касания локтями бедер (коленей);
- отсутствие касания лопатками мата;
- пальцы рук за головой разомкнуты;
- смещение таза.

3. Наклон вперед стоя на гимнастической скамейке (девушки и юноши)

Наклон вперед из положения стоя с прямыми ногами выполняется из ИП: стоя на полу или гимнастической скамье, ноги выпрямлены в коленях, ступни ног расположены параллельно на ширине 10 - 15 см.

При выполнении испытания (теста) на полу участник по команде выполняет два предварительных наклона. При третьем наклоне касается пола пальцами или ладонями двух рук и фиксирует результат в течение 2 с.

При выполнении испытания (теста) на гимнастической скамье по команде участник выполняет два предварительных наклона, скользя пальцами рук по линейке измерения. При третьем наклоне участник максимально сгибается и фиксирует результат в течение 2 с. Величина гибкости измеряется в сантиметрах. Результат выше уровня гимнастической скамьи определяется знаком «-» , ниже - знаком «+».

Ошибки:

- сгибание ног в коленях;
- фиксация результата пальцами одной руки;
- отсутствие фиксации результата в течение 2 с.

4. Ходьба 2 км.

Положение корпуса прямое, плечи расслаблены и расправлены немного отведены назад и вниз, голова приподнята, живот подтянут. Движение рук и ног согласованы.

Ошибки:

- нога ставится на опору недостаточно выпрямленной в коленном суставе;
- нога ставится на опору не с пятки;
- руки недостаточно согнуты в локтях;
- движения рук пассивные и не по полной амплитуде.

5. Прыжок в длину с места толчком двумя ногами

Прыжок в длину с места толчком двумя ногами выполняется в соответствующем секторе для прыжков. Место отталкивания должно обеспечивать хорошее сцепление с обувью. Участник принимает исходное положение (далее - ИП): ноги на ширине плеч, ступни параллельно, носки ног перед линией измерения. Одновременным толчком двух

ног выполняется прыжок вперед. Мах руками разрешен. Измерение производится по перпендикулярной прямой от линии измерения до ближайшего следа, оставленного любой частью тела участника. Участнику предоставляются три попытки. В зачет идет лучший результат.

Ошибки:

- заступ за линию измерения или касание ее;
- выполнение отталкивания с предварительного подскока;
- отталкивание ногами одновременно.

6. Подтягивание из виса на высокой перекладине

Участник висит хватом сверху, при этом кисти рук расположены на ширине плеч. Ноги и туловище выпрямлены. Ступни должны быть сведены вместе, а ноги при этом не касаются пола.

Ошибки:

- выполнение упражнения рывками;
- сильное размахивание ногами;
- подбородок не поднимается выше перекладины;
- нет фиксации на 0,5 с;
- происходит поочередное сгибание рук.

студенты, временно освобожденные по состоянию здоровья от практических занятий, выполняют индивидуальные проектные задания по темам:

1 курс:

1. Оценка физического развития и функциональной подготовленности
2. Диагноз и краткая характеристика заболевания студента
3. Корригирующая гимнастика для глаз
4. Влияние физических упражнений на организм и здоровье студента
5. Характеристика форм самостоятельных занятий
6. Методика составления комплексов ЛФК при различных заболеваниях
7. Составление комплекса общеразвивающих упражнений
8. Двигательная активность студента

2 курс:

1. Организация спортивно - массовых и оздоровительных мероприятий
2. Основы судейства (секретариата) в проведении спортивных соревнований и праздников.

3. Характеристики упражнений и их подбор для составления комплекса лечебной гимнастики.
4. Физическая подготовленность студентов 4 функциональной группы.

3 курс:

1. Самоконтроль занимающихся физическими упражнениями. Дневник самоконтроля
 2. Физические упражнения. Методика подбора индивидуальных видов двигательной активности.
 3. Профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП) студентов. Профессиограмма.
 4. Утомление и восстановление человека. Треккер здоровых привычек.
 5. Физическая культура и умственный труд.
 6. Средства физической культуры в регулировании работоспособности.
 7. Основы оздоровительной тренировки для людей с отклонениями в здоровье.
 8. Итоговый самоконтроль занимающихся физическими упражнениями.
- Подведение итогов ведения дневника самоконтроля за учебный год.

Критерии оценивания:

«зачтено» - задание выполнено и оформлено полностью в соответствии с требованиями, отражены все компоненты заданий.

«не зачтено» - задание выполнено и оформлено с ошибками, не раскрыто содержание выделенных в заданиях компонентов.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из	зачтено	71-85

	по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	самостоятельно найденных источников и продемонстрировать на практике полученные умения и навыки		
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Демонстрация в пределах задач курса практически контролируемого материала	зачтено	55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Физическая культура и спорт. Прикладная физическая культура и спорт: учебно-методическое пособие / сост. С. А. Дорошенко, Е. А. Дергач. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2019. - 56 с. - ISBN 978-5-7638-4027-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816527> (дата обращения: 21.03.2022). – Режим доступа: по подписке.
2. Оздоровительно-реабилитационная физическая культура студентов специальной медицинской группы вуза. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1865089> (дата обращения: 31.03.2022). – Режим доступа: по подписке.
3. Филиппова, Ю. С. Физическая культура: учебно-методическое пособие / Ю. С. Филиппова. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 201 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015719-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1361807> (дата обращения: 21.03.2022). – Режим доступа: по подписке.
4. Фитнес-аэробика : учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений / Е. В. Серженко, С. В. Плетцер, Т. А. Андреенко, Е. Г. Ткачева. - Волгоград : ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2015. - 76 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/615114> (дата обращения: 31.03.2022). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Физическая культура: учеб. и практикум для приклад. бакалаврита/ А. Б. Муллер [и др.]; [М-во образования и науки РФ], Сиб. Федер. ун-т. - Москва: Юрайт, 2016. - 1 online, 424 с.: ил., табл.. - (Бакалавр. Академический курс). - Библиогр.: с. 421-424. - Лицензия до 30.12.2019. - ISBN 978-5-9916-6090-7: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Юрайт(1) Свободны: ЭБС Юрайт(1)

2. Гилев, Г. А. Физическое воспитание студентов: учебник / Г. А. Гилев, А. М. Каткова. - Москва : МПГУ, 2018. - 336 с. - ISBN 978-5-4263-0574-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1341058> (дата обращения: 21.03.2022). – Режим доступа: по подписке.
 3. Каргин, Н. Н. Теоретические основы здоровья человека и его формирования средствами физической культуры и спорта : учебное пособие / Н.Н. Каргин, Ю.А. Лаамарти. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 243 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1070927. - ISBN 978-5-16-015939-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1070927> (дата обращения: 31.03.2022). – Режим доступа: по подписке.
 4. Коваль, В. И. Гигиена физического воспитания и спорта: учеб. для вузов/ В. И. Коваль, Т. А. Родионова. - 2-е изд., стер.. - Москва: Академия, 2013. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM), 314, [2] с.. - Библиогр. в конце гл.. - Лицензия до 31.12.2020 г.. - ISBN 978-5-7695-9766-4: 2733.78, р. Имеются экземпляры в отделах: всего 2: ЭБС Кантиана(1), ч.з.N1(1) Свободны: ЭБС Кантиана(1), ч.з.N1(1)
 5. Лечебная физическая культура при терапевтических заболеваниях : учебное пособие / Т.В. Карасёва, А.С. Махов, А.И. Замогильнов, С.Ю. Толстова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 158 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1042644. - ISBN 978-5-16-015592-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1042644> (дата обращения: 31.03.2022). – Режим доступа: по подписке.
 6. Лечебная физическая культура при различных заболеваниях позвоночника у студентов специальной медицинской группы : учебное пособие / В. Ф. Прядченко, М. Д. Кудрявцев, А. С. Сундуков [и др.]. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 90 с. - ISBN 978-5-7638-3973-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816561> (дата обращения: 31.03.2022). – Режим доступа: по подписке.
- Румянцева О. В. Подвижные игры: учеб.-метод. пособие / О. В. Румянцева, Е. В. Конеева; Рос. гос. ун-т им. И. Канта. - Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2007. - 80 с. : ил. - Библиогр.: с.71 (15 назв.) . - ISBN 978-5-88874-820-6: 19.01 р. - Текст: непосредственный.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций

- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения практических занятий используются специальные помещения (спортивные залы, стадион, плавательный бассейн), оснащенные специализированным спортивным оборудованием и инвентарем.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Радиопередающие и радиоприемные устройства»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Савченко Михаил Петрович, доцент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий
Первый заместитель директора ИФМНи-ИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Радиопередающие и радиоприемные устройства».

Цель дисциплины «Радиопередающие и радиоприемные устройства» - изучение общих принципов построения и функционирования передающих и приемных устройств систем радиосвязи.

Задачами дисциплины являются изучение схем построения радиопередающих и радиоприемных устройств, методов формирования и генерирования сигналов радиосвязи.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p><i>ПКС-1</i> Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации</p>	<p><i>ПКС-1.1</i> Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры</p> <p><i>ПКС-1.2</i> Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры</p> <p><i>ПКС-1.3</i> Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению</p>	<p>Знать: принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа приёмно-передающей аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации приёмно-передающей аппаратуры</p> <p>Уметь: использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации приёмно-передающей аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния приёмно-передающей аппаратуры</p> <p>Владеть: навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов приёмно-передающей аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению</p>
<p><i>ПКС-4</i> Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей связи</p>	<p><i>ПКС-4.1</i> Знает порядок и последовательность проведения работ по обслуживанию радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения</p> <p><i>ПКС-4.2</i> Умеет применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения</p>	<p>Знать: порядок и последовательность проведения работ по обслуживанию приёмно-передающей аппаратуры и радиоэлектронных систем различного назначения</p> <p>Уметь: применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения</p> <p>Владеть: современными отечественными и зарубежными</p>

	<p>ПКС-4.3 <i>Владеет современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении схемотехнических, системных и сетевых задач, правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем</i></p>	<p><i>бежными пакетами программ при решении схемотехнических, системных и сетевых задач, правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов приёмно-передающей аппаратуры.</i></p>
<p>ПКС-5 <i>Способен осуществлять монтаж, настройку, регулировку, тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи, обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих установленным эксплуатационно-техническим нормам</i></p>	<p>ПКС-5.1 <i>Знает действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов, методики проведения проверки технического состояния оборудования, трактов и каналов передачи</i></p> <p>ПКС-5.2 <i>Умеет вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи</i></p> <p>ПКС-5.3 <i>Владеет навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования программного обеспечения оборудования при его настройке, тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования</i></p>	<p>Знать: <i>действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов, методики проведения проверки технического состояния приёмно-передающего оборудования, трактов и каналов передачи</i></p> <p>Уметь: <i>вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы приёмно-передающего оборудования и средств связи</i></p> <p>Владеть: <i>навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования программного обеспечения оборудования при его настройке, тестирования оборудования и отработки режимов работы приёмно-передающего оборудования</i></p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Радиопередающие и радиоприемные устройства» представляет собой дисциплину части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин (модулей).

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Введение. Инфокоммуникационные технологии и системы связи.	Назначение радиопередающих и радиоприёмных устройств.
2	Раздел 1. Радиопередающие устройства	Структурная схема радиопередатчика системы радиосвязи. Основные технические характеристики радиопередатчика.
3	Раздел 2. Возбудители радиопередатчиков	Автогенераторы LC, RC, кварцевые автогенераторы. Автогенераторы на туннельных диодах. Синтезаторы прямого и косвенного синтеза. Цифровые синтезаторы частот.
4	Раздел 3. Формирование радиосигналов	Формирование узкополосных радиосигналов с однополосной модуляцией, частотной модуляцией. Формирование телеграфных радиосигналов с амплитудной манипуляцией, с частотной манипуляцией и фазовой манипуляцией. Формирование широкополосных радиосигналов. Формирование широкополосных ЧМ радиосигналов, с фазоимпульсной модуляцией, с импульсно-кодовой модуляцией. Радиосигналы с дельта-модуляцией
5	Раздел 4. Усилительные тракты радиопередатчиков	Принципы построения усилительных трактов радиопередатчиков. Усилительные элементы и их режим работы. Схемы усилителей мощности. Сложение мощностей активных элементов в мостовых устройствах
6	Раздел 5. Радиоприёмные устройства	Назначение и основные функции радиоприёмников. Основные характеристики и структурная схема супергетеродинного радиоприёмника. Входные цепи радиоприёмников. Усилители радиочастоты. Преобразователи частоты, Усилители промежуточной частоты
7	Раздел 6. Обработка радиосигналов в радиоприёмниках	Детектирование радиосигналов. Амплитудные детекторы, детектирование однополосных сиг-

		<i>налов, импульсных сигналов, частотно-модулированных колебаний, фазомодулированных колебаний. Детектирование колебаний фазовой телеграфии</i>
8	Раздел 7. Регулировки в радиоприёмниках	<i>Ручная и автоматическая регулировки усиления Автоматическая подстройка частоты в радиоприёмниках. Регулировка полосы пропускания в радиоприёмниках</i>
9	Заключение	<i>Основные направления развития современных приёмно-передающих устройств.</i>

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Введение. Инфокоммуникационные технологии и системы связи Тема 1. Назначение и состав радиопередающих устройств.	1.1. Задачи и функции радиопередающих устройств. 1.2. Классификация радиопередатчиков. 1.3. Основные каскады радиопередатчиков .
2	Тема 2. Структурная схема, основные характеристики радиопередатчиков	2.1 Структурная схема радиопередатчика системы радиосвязи. 2.2 Основные технические характеристики радиопередатчика. 2.3 Возбудители радиопередатчиков
3	Тема 3. Автогенераторы	3.1. Обобщённая схема автогенератора 3.2. Принцип работы автогенератора 3.3. Баланс амплитуд автогенератора. Амплитуда генерируемых колебаний 3.4. Баланс фаз автогенератора. Частота колебаний 3.5 Мягкий и жёсткий режимы автогенератора 3.6. Автоматическое смещение в автогенераторах 3.7. Трёхточечные схемы автогенераторов 3.8. Практические схемы транзисторных автогенераторов 3.9. Влияние нагрузки на стабильность частоты автогенератора 3.10. Кварцевые автогенераторы 3.11. RC-автогенераторы 3.12. Автогенераторы на туннельных диодах
4	Тема 4. Синтезаторы частот	4.1. Общие принципы построения синтезаторов частот 4.2. Синтезаторы, выполненные по методу прямого синтеза 4.3. Синтезаторы, выполненные по методу косвенного синтеза 4.4. Цифровые синтезаторы частот 4.5. Цифровые импульсно-фазовые детекторы
5	Тема 5. Формирование радиосигналов	5.1. Формирование узкополосных радиосигналов 5.1.1. Формирование радиосигналов с однополосной модуляцией. 5.1.2. Формирование радиосигналов с частотной модуляцией. 5.1.3. Формирование телеграфных радиосигналов

		<p>с амплитудной манипуляцией.</p> <p>5.1.4. Формирование телеграфных радиосигналов с частотной манипуляцией и двойной частотной манипуляцией.</p> <p>5.1.5. Формирование телеграфных сигналов с относительной фазовой манипуляцией.</p> <p>5.2. Формирование широкополосных радиосигналов.</p> <p>5.2.1. Формирование широкополосных ЧМ радиосигналов.</p> <p>5.2.2. Радиосигналы с фазо-импульсной модуляцией.</p> <p>5.2.3. Радиосигналы с импульсно-кодовой модуляцией.</p> <p>5.2.4. Радиосигналы с дельта-модуляцией</p>
6	Тема 6. Усилительные тракты радиопередатчиков	<p>6.1. Принципы построения усилительных трактов радиопередатчиков</p> <p>6.2. Усилительные элементы и их режим работы</p> <p>6.3. Обобщенная структурная схема усилителя мощности</p> <p>6.4. Принципиальные схемы усилителей мощности</p> <p>6.5. Сложение мощностей активных элементов в мостовых устройствах</p>
7	Тема 7. Назначение и классификация радиоприёмных устройств	<p>1.1. Классификация по назначению</p> <p>1.2. Классификация по диапазону принимаемых частот</p> <p>1.3. Классификация по виду модуляции</p> <p>1.4. Классификация по способу построения тракта</p> <p>1.5. Классификация по способу питания</p>
8	Тема 8. Основные характеристики и структурная схема радиоприёмника	<p>2.1. Назначение и основные функции радиоприёмников</p> <p>2.2. Основные электрические характеристики радиоприёмников</p> <p>2.3. Структурная схема супергетеродинного радиоприёмника</p> <p>2.4. Побочные каналы приёма в супергетеродинных приёмниках</p>
9	Тема 9. Входные цепи радиоприёмников	<p>3.1 Назначение и структурная схема входной цепи</p> <p>3.2. Качественные показатели входной цепи</p> <p>3.3. Схемы входных цепей</p> <p>3.3.1 Входные цепи радиоприемников коротковолнового диапазона</p> <p>3.3.2 Входные цепи радиоприемников ультракоротковолнового диапазона</p> <p>3.3.2 Входные цепи радиоприемников сантиметрового диапазона</p>
10	Тема 10. Усилители радиочастоты	<p>3.3.1 Общие сведения об усилителях радиочастоты</p> <p>3.3.2 Качественные показатели усилителей радиочастоты</p> <p>3.3.3 Усилители радиочастоты коротковолнового диапазона</p> <p>3.3.4 Малошумящие усилители СВЧ диапазона</p>
11	Тема 11. Преобразователи частоты	<p>3.4.1 Принцип преобразования частоты</p> <p>3.4.2 Условия линейного преобразования частоты</p> <p>3.4.3 Параметры преобразователя частоты</p> <p>3.4.4. Диодный преобразователь частоты</p> <p>3.4.5 Сложные схемы диодных преобразователей частоты</p> <p>3.4.6 Транзисторные преобразователи частоты</p>

12	Тема 12. Усилители промежуточной частоты	3.5.1 Общие сведения 3.5.2 Разновидности усилителей промежуточной частоты
13	Тема 13. Обработка радиосигналов в радиоприёмниках	3.6.1 Амплитудные детекторы 3.6.2 Детектирование однополосных сигналов 3.6.4 Детекторы импульсных сигналов 3.6.5 Детектирование частотно-модулированных колебаний 3.6.6. Схемы и характеристики детекторов частотно-модулированных колебаний 3.6.7 Детектирование фазомодулированных колебаний 3.6.8 Детектирование колебаний фазовой телеграфии
14	Тема 14. Регулировки в радиоприёмниках	3.7.1 Ручная регулировка усиления 3.7.2 Автоматическая регулировка усиления 3.7.3 Автоматическая подстройка частоты в радиоприёмниках 3.7.4 Регулировка полосы пропускания в радиоприёмниках
15	Тема 15. Заключение	Основные направления развития современных приёмно-передающих устройств.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий (контрольная работа)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Радиоприёмные устройства	1. Бытовые супергетеродинные радиоприёмники. 2. Принципиальные схемы различных малогабаритных радиоприёмников. 3. Малогабаритные радиоприёмники на интегральных микросхемах.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Раздел 2. Возбудители радиопередатчиков	Л.Р. №1. Исследование LC- автогенератора Л.Р. №1. Исследование RC-автогенератора Л.Р. №3. Исследование цифрового синтезатора частоты.
2	Раздел 3. Формирование радиосигналов	Л.Р. №4. Исследование частотной модуляции Л.Р. №5. Исследование однополосной модуляции
3	Раздел 4. Усилительные тракты радиопередатчиков	Л.Р. №6. Исследование генератора с внешним возбуждением на биполярном транзисторе
4	Раздел 5. Радиоприёмные устройства	Л.Р. №7. Изучение принципа работы супергетеродинного приемника АМ-сигналов
5	Раздел 6. Обработка радиосигналов в радиоприёмниках	Л.Р. №8. Исследование амплитудного детектора радиоприёмника АМ-сигналов
6	Раздел 7. Регулировки в радиоприёмниках	Л.Р. №9. Исследование системы АРУ приемника

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. *Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта*

лекций и учебной литературы, по следующим темам: Назначение и состав радиопередающих устройств. Автогенераторы. Синтезаторы частот. Формирование радиосигналов. Усилительные тракты радиопередатчиков. Назначение и классификация радиоприёмных устройств. Основные характеристики и структурная схема радиоприёмника. Входные цепи радиоприёмников. Усилители радиочастоты. Преобразователи частоты. Усилители промежуточной частоты. Обработка радиосигналов в радиоприёмниках. Регулировки в радиоприёмниках.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с рекомендованными разделами учебной литературы, относящейся к изучаемой теме. При защите лабораторной работы подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) каждой лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебно-

го материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между

собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Раздел 1. Радиопередающие устройства</i>		<i>Опрос</i>
<i>Раздел 2. Возбудители радиопередатчиков</i>	ПКС-1 ПКС-4	<i>Опрос. Выполнение и защита лабораторных работ Л.Р. № 1, 2, 3</i>
<i>Раздел 3. Формирование радиосигналов</i>	ПКС-1 ПКС-4	<i>Опрос. Выполнение и защита лабораторных работ Л.Р. № 4,5</i>
<i>Раздел 4. Усилительные тракты радиопередатчиков</i>	ПКС-4	<i>Опрос. Выполнение и защита лабораторных работ Л.Р. № 6</i>
<i>Раздел 5. Радиоприёмные устройства</i>	ПКС-5	<i>Опрос. Контрольная работа, выполнение и защита лабораторных работ Л.Р. № 7</i>
<i>Раздел 6. Обработка радиосигналов в радиоприёмниках</i>	ПКС-5	<i>Опрос. Выполнение и защита лабораторных работ Л.Р. № 8</i>
<i>Раздел 7. Регулировки в радиоприёмниках</i>	ПКС-5	<i>Опрос. Выполнение и защита лабораторных работ Л.Р. № 9</i>

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Вопросы для текущего контроля по дисциплине «Радиопередающие и радиоприёмные устройства»:

Раздел 1. Радиопередающие устройства

1. Назовите основные задачи радиоприёмных устройств.
2. Приведите классификацию передатчиков.
3. Дайте определения основных характеристик передатчика.
4. Перечислите основные каскады передатчика.

Раздел 2. Возбудители радиопередатчиков

1. Как можно представить структурную схему радиопередатчика системы радиосвязи?
2. Каково назначение возбудителя радиопередатчика?
3. Как определяются диапазон и количество рабочих частот радиопередатчика?
4. Какие виды радиосигналов формируются радиопередатчиками?
5. Какие излучения называются внеполосными и побочными?
6. Какие требования предъявляются к современным передатчикам по уровню внеполосных и побочных излучений?
7. Какие узлы входят в состав возбудителя радиопередатчиков?

Раздел 2. Тема 3. Автогенераторы

1. Изобразите обобщенную схему автогенератора.

2. Баланс фаз и баланс амплитуд в автогенераторе.
3. Какова роль обратной связи?
4. Какова роль нелинейного активного элемента?
5. От чего зависит частота генерации LC-АГ?
6. Как добротность контура влияет на форму и стабильность колебаний LC-АГ?
7. Особенности «мягкого» и «жесткого» режима самовозбуждения LC-автогенератора.
8. Что называется колебательной и регулировочной характеристикой в АГ?
9. Изобразите трехточечную схему LC-автогенератора.
10. Кварцевые автогенераторы, особенности, сфера применения.
11. Эквивалентная схема кварцевого резонатора, собственные частоты.
12. Какую роль в RC-автогенераторе играет фазобалансная цепь?
13. В чём преимущества и недостатки RC-генераторов в сравнении с LC- автогенераторами?
14. Где находят применение RC автогенераторы?

Раздел 2. Тема 4. Синтезаторы частот

1. По каким принципам строятся синтезаторы прямого и косвенного синтеза?
2. Каково назначение опорного генератора, каким требованиям он должен удовлетворять?
3. Каково назначение ГУН в синтезаторе косвенного типа, каким требованиям он должен удовлетворять?
4. Как работает система фазовой автоподстройки частоты ФАПЧ?
5. В чём суть понятия «шаг сетки частот синтезатора», как он формируется?
6. Какую функцию выполняет ДПКД в цифровом синтезаторе частот, что он определяет?
7. Как частота выходных колебаний синтезатора связана с шагом сетки, коэффициентом деления ДПКД и стабильностью опорного генератора?

Раздел 3. Формирование радиосигналов

1. Назовите методы формирования радиосигналов с частотной модуляцией.
2. Поясните смысл терминов «индекс частотной модуляции» и «девиация частоты». Какова связь между ними?
3. Как влияют на ширину спектра ЧМ сигнала частота Ω и амплитуда U_{Ω} модулирующего сигнала?
4. По каким схемам строятся частотные детекторы (ЧД)?
5. Помехозащищённость связи выше в системе с АМ или ЧМ? Как на помехозащищённость влияет индекс модуляции?
6. Как выглядит спектр АМ колебания, как соотносятся уровни составляющих?
7. Как выглядит спектр БМ колебания, как соотносятся уровни составляющих?
8. Как выглядят осциллограммы колебаний АМ и БМ?

8. В чём заключается фильтровый способ формирования ОМ сигнала?
9. В чём заключаются энергетические и спектральные преимущества ОМ перед АМ?

Раздел 4. Усилительные тракты радиопередатчиков

5. Каковы принципы построения усилительных трактов радиопередатчиков?
6. Виды статических режимов работы усилительных элементов, их преимущества и недостатки.
7. Двухтактные схемы усилителей мощности.
8. Основные параметры УМ, коэффициент усиления, КПД.
9. Динамический режим работы усилителя
10. Обобщенная структурная схема усилителя мощности
11. Однокаскадные схемы УМ на биполярном транзисторе.
12. Двухкаскадные схемы УМ на биполярном транзисторе.
13. Сложение мощностей активных элементов в мостовых устройствах.
14. Назначение согласующих цепей в усилителях мощности.
15. Режим работы УЭ с отсечкой, коэффициенты Берга и Евтянова.
16. Какова связь между углом отсечки, амплитудой колебаний и напряжением смещения на базе транзистора?

Раздел 5. Радиоприёмные устройства.

1. Каково назначение радиоприёмника, какие основные функции он выполняет?
2. Какими параметрами характеризуется диапазон рабочих частот приёмника?
3. Как характеризуется чувствительность приёмника?
4. Что характеризует коэффициент шума?
5. Чем характеризуется частотная избирательность?
6. В чём суть блокирования или забития приёмника? Полоса блокирования.
7. Как возникает перекрёстная модуляция?
8. Что такое *частотная точность приёмника*?
9. Виды искажения сигналов в приёмниках.
10. В чём состоит принцип работы супергетеродинного радиоприёмника?
11. Почему избирательность и чувствительность супергетеродинного приёмника не изменяется в диапазоне частот?
12. Приведите структурную схему супергетеродинного радиоприёмника.
13. Какой блок супергетеродинного приёмника формирует полосу пропускания частот и усиление?
14. Как достигается высокая чувствительность и избирательность в супергетеродинном радиоприёмнике?

15. Как появляются *зеркальные* помехи в супергетеродинном радиоприёмнике? Как с ними борются?
16. Что называют помехой прямого прохождения? Как с ней борются?

Раздел 6. Обработка радиосигналов в радиоприёмниках.

1. Объясните принцип действия диодного АД с временной и спектральной точек зрения.
2. От каких параметров зависит входное сопротивление диодного АД?
3. Нарисуйте диаграммы напряжения и тока диода при детектировании АМ-колебаний диодным АД в режиме сильных сигналов.
4. Нарисуйте и сравните схемы диодных АД: последовательную, параллельную и с раздельной нагрузкой.
5. Когда используют двухтактный диодный АД?
6. Нарисуйте схему диодного АД с удвоением выходного напряжения.
7. Нарисуйте схему транзисторного АД.
8. Какие искажения возникают при детектировании АМ-колебаний и какие способы борьбы с ними?

Раздел 7. Регулировки в радиоприёмниках

1. Какие способы регулировки усиления резонансного усилителя Вы знаете?
2. Нарисуйте структурные схемы обратной, прямой и комбинированной АРУ и проведите их сравнительный анализ.
3. Каковы структурная схема и назначение элементов цепи АРУ?
4. Почему в обратной АРУ принципиально нельзя получить идеальную характеристику регулирования?
5. Каким условиям должен удовлетворять фильтр в цепи АРУ?
8. Какие искажения АМ-сигнала возникают в усилителе с АРУ и каковы их причины?
6. Поясните сущность переходного процесса, возникающего в схеме с обратной АРУ.
7. Как осуществляется автоматическая подстройка частоты (АПЧ) в приёмнике?
8. Преимущества и недостатки фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) перед АПЧ?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к Экзамену:

1. Задачи и функции радиопередающих устройств. Классификация радиопередатчиков.
2. Основные каскады радиопередатчиков. Структурная схема радиопередатчика системы радиосвязи.
3. Основные технические характеристики радиопередатчика.
4. Возбудители радиопередатчиков.
5. Обобщённая схема автогенератора. Транзисторный LC-автогенератор с индуктивной обратной связью.
6. Принцип работы автогенератора.
7. Баланс амплитуд автогенератора. Амплитуда генерируемых колебаний
8. Баланс фаз автогенератора. Частота колебаний LC-автогенератора.
9. Мягкий и жёсткий режимы LC-автогенератора.
10. Автоматическое смещение в автогенераторах.
11. Трёхточечные схемы автогенераторов.
12. Практические схемы транзисторных автогенераторов.
13. Кварцевые резонаторы. Параллельный и последовательный резонансы.
14. Кварцевые автогенераторы.
15. RC-автогенераторы.
16. Общие принципы построения синтезаторов частот. Синтезаторы, выполненные по методу прямого синтеза.
17. Синтезаторы частот косвенного синтеза с фазовой автоподстройкой частоты (ФАП).
18. Цифровые синтезаторы частот на основе ИФАП.
19. Цифровые синтезаторы с делителем частоты с переменным коэффициентом деления (ДПКД) и с дробным делителем с переменным коэффициентом деления (ДДПКД).
20. Обобщённая схема и принцип работы ДПКД.
21. Обобщённая схема и принцип работы ДДПКД.
22. Цифровые импульсно-фазовые детекторы.
23. Формирование радиосигналов с однополосной модуляцией, спектр.
24. Формирование радиосигналов с частотной модуляцией, спектр.
25. Формирование телеграфных радиосигналов с амплитудной манипуляцией, спектр.
26. Формирование телеграфных радиосигналов с частотной манипуляцией и двойной частотной манипуляцией, спектр.
27. Формирование телеграфных сигналов с относительной фазовой манипуляцией.
28. Формирование широкополосных радиосигналов ЧМ с большим индексом модуляции.
29. Формирование широкополосных радиосигналов с ФИМ.
30. Формирование широкополосных радиосигналов ИКМ.
31. Формирование широкополосных радиосигналов с дельта-модуляцией (Δ -модуляцией).
32. Принципы построения усилительных трактов радиопередатчиков. Основные элементы усилителей мощности.
33. Статические режимы работы усилительных элементов.
34. Двухтактные схемы усилителей.
35. Динамический режим работы усилителя мощности.
36. Граничный режим работы усилителя мощности.
37. Обобщённая структурная схема усилителя мощности.
38. Принципиальная электрическая схема однокаскадного УМ на биполярном транзисторе.
39. Принципиальная электрическая схема двухкаскадного УМ дециметрового диапазона длин волн на биполярных транзисторах.
40. Принципиальная электрическая схема широкополосного двухтактного УМ.
41. Сложение мощностей активных элементов в мостовых устройствах.
42. Назначение и основные функции радиоприёмников.

43. Классификация РПрУ.
44. Основные электрические характеристики радиоприёмников.
45. Искажения сигналов в приёмнике (нелинейные, амплитудно-частотные, фазочастотные).
46. Коэффициент частотных искажений.
47. Структурная схема супергетеродинного радиоприёмника.
48. Побочные каналы приёма в супергетеродинных приёмниках.
49. Входные цепи радиоприёмников. Назначение и структурные схемы.
50. Качественные показатели входной цепи (коэффициенты передачи, избирательности, неравномерности в полосе, перекрытия диапазона)
51. Схемы входных цепей радиоприёмников КВ и УКВ диапазонов.
52. Усилители радиочастоты УРЧ, общие сведения, основные качественные показатели.
53. Качественные показатели УРЧ (коэффициент усиления, АЧХ, избирательность, коэффициент шума, шумовая температура $T_{ш}$).
54. Искажения сигнала в УРЧ, динамический диапазон, устойчивость работы, перекрытие заданного диапазона частот.
55. Усилители радиочастоты коротковолнового диапазона.
56. Избирательные усилители радиочастоты с общим эмиттером и общей базой.
57. Каскодная схема УРЧ.
58. Малошумящие усилители СВЧ диапазона, транзисторные усилители СВЧ диапазона.
59. Преобразователи частоты, назначение, принцип преобразования частоты.
60. Условия линейного преобразования частоты, параметры преобразователя частоты.
61. Диодные преобразователи частоты, схемы, режимы работы.
62. Сложные схемы диодных преобразователей частоты.
63. Балансный и кольцевой диодные преобразователи частоты.
64. Преобразователи частоты на биполярных транзисторах. Преимущества и недостатки.
65. Преобразователи частоты на полевых транзисторах. Преимущества и недостатки
66. Усилители промежуточной частоты (УПЧ): задачи в радиоприёмнике, основные характеристики УПЧ.
67. Разновидности усилителей промежуточной частоты (с двухконтурным полосовым фильтром, одноконтурные каскады УПЧ с взаимно расстроенными контурами, с ФСС).
68. Обработка радиосигналов в радиоприёмниках, суть, назначение, виды.
69. Амплитудные детекторы последовательные и параллельные.
70. Последовательная схема амплитудного детектора. Состав, принцип работы, основные характеристики
71. Параллельная схема амплитудного детектора. Состав, принцип работы, основные характеристики.
72. Детектирование однополосных сигналов (синхронное детектирование).
73. Методы восстановления несущего колебания ОМ.
74. Детекторы импульсных сигналов, пиковый детектор.
75. Детектирование частотно-модулированных колебаний. Структурная схема ЧД, характеристики.
76. Частотные детекторы с двумя взаимно расстроенными и связанными контурами.
77. Детектирование фазомодулированных колебаний, детекторная характеристика фазового детектора
78. Детектирование сигнала ОФТ.
79. Виды регулировок в радиоприёмниках (усиления, частоты, полосы пропускания).
80. Схемы прямой и обратной АРУ. Особенности. Идеальная и реальная характеристики.
81. Схема комбинированной АРУ. Особенности. Идеальная и реальная характеристики.
82. Автоматическая подстройка частоты в радиоприёмниках (ЧАПЧ, ФАПЧ).

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Радиопередающие устройства: учебник для вузов / Под ред. В.В. Шахгильдян. – М.: Радио и связь, 2003. – 560 с.
2. Устройства генерирования и формирования радиосигналов / Под ред. Г.М. Уткина, В.Н. Кулешова, М.В. Благовещенского. – М.: Радио и связь, 1994.
3. Садовомский, А. С. Приёмо-передающие радиоустройства и системы связи: учебное пособие для студентов специальности 21020165 / А. С. Садовомский. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 243 с.
4. О.В. Матвеев, В.В. Логвинов. Радиоприёмные устройства: конспект лекций для студентов специальности 201100/ МТУСИ. М., 2006. 70с.: ил.
5. Устройства приема и обработки сигналов: Учебное пособие для вузов/В.С. Плаксиенко, Н.Е. Плаксиенко, С.В. Плаксиенко; Под ред. В.С. Плаксиенко. – М.: Учебно-методический издательский центр «Учебная литература», 2004. - 376 с.: ил.

Дополнительная литература

1. Павлов Б. А., Вилесов Л. Д., Филатов В. Н. Генераторы с внешним возбуждением: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2003. 28 с.: ил.
2. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей. М., «Связь», 1972. 328 с.
3. Гоноровский, И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для высших заведений / И.С. Гоноровский. – М.: Радио и связь, 1996. – 512 с.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по MBA
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 306 «Лаборатория радиопередающих и радиоприёмных устройств»

Состав лабораторного оборудования:

Лабораторный стенд с встроенными: генератором высоких частот, генератором низких частот, частотомером, анализатором спектра, вольтметрами высокочастотным, низкочастотным, постоянного тока и комплектом сменных макетов – 4шт..

Сменные макеты:

- *Автогенераторы (LC, RC) - 4шт.*
- *Синтезатор частот - 4шт.*
- *Исследование автогенератора с частотной модуляцией- 4шт.*
- *Исследование однополосной модуляции - 4шт.*
- *Генератор с внешним возбуждением - 4шт.*
- *Изучение принципа работы супергетеродинного приёмника АМ сигналов - 4шт.*
- *Исследование амплитудного детектора - 4шт.*
- *Исследование частотного детектора - 4шт.*
- *Исследование системы АРУ- 4шт.*

Дополнительные Измерительные приборы:

- *Оциллограф цифровой Agilent Technologies DSO1002A -4 шт.*
- *Генератор сигналов Agilent Technologies 33210A -4 шт.*
- *Вольтметр универсальный Agilent Technologies 34410A -4 шт.*
- *Вольтметр аналоговый GoodWill Inst GVT-417B -4 шт.*
- *Вольтметр M-890B+ -4 шт.*

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Квантовая электроника»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Алексеенко Игорь Вячеславович, к. ф.-м. н., доцент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Квантовая электроника».

Цель дисциплины «Квантовая электроника» - является знакомство студентов с физическими основами лазерной техники и формирование у студентов компетенции в области современной лазерной техники и их использования в инновационных технологиях.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПКС-1. Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации</p>	<p>ПКС-1.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.3. Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению</p>	<p>Знать: современное научное и технологическое оборудование по тематике исследований Уметь: использовать современное оборудование для решения задач исследования Владеть: навыками работы с современным научным и технологическим оборудованием по направлению исследований</p>
<p>ПКС-4. Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей связи</p>	<p>ПКС-4.1. Знает порядок и последовательность проведения работ по обслуживанию радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения ПКС-4.2. Умеет применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения ПКС-4.3. Владеет современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении схемотехнических, системных и сетевых задач, правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем</p>	<p>Знать: основные понятия, закономерности физикохимических процессов, протекающих в экспериментальных и промышленных установках Уметь: использовать современные представления технологии для изготовления промышленных установок Владеть: навыками проектирования технологических процессов и их применения для создания экспериментальных и промышленных установок</p>
<p>ПКС-5. Способен осуществлять монтаж, настройку, регулировку, тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных</p>	<p>ПКС-5.1. Знает действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов, методики проведения проверки технического состояния оборудования, трактов и каналов передачи</p>	<p>Знать: современное научное и технологическое оборудование по тематике исследований Уметь:</p>

параметров работы и испытания оборудования связи, обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих установленным эксплуатационно-техническим нормам	<p>ПКС-5.2. Умеет вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи</p> <p>ПКС-5.3. Владеет навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования программного обеспечения оборудования при его настройке, тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования</p>	использовать современные представления технологии для изготовления промышленных установок Владеть: навыками проектирования технологических процессов и их применения для создания экспериментальных и промышленных установок
---	---	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Квантовая электроника» представляет собой дисциплину части, формируемая участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами

очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Введение.	История развития квантовой электроники, пути ее становления, современное состояние и пути дальнейшего совершенствования.
2	Полуклассическая теория излучения и поглощения.	Постулаты Эйнштейна. Понятие индуцированных переходов. Коэффициенты Эйнштейна и связь между ними. Формула Планка.
3	Основы квантовой теории излучения и поглощения	Двухуровневая система. Матрица плотности. Уравнение Шредингера. Квантование фотонного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов. Понятие разности населенностей. Связи элементов матрицы плотности с дипольным моментом, макроскопической поляризацией и разностью населенностей.
4	Открытые резонаторы	Роль резонаторов. Переход к коротким волнам. Прореживание спектра в открытых резонаторах. Число Френеля. Продольные и поперечные моды. Типы открытых резонаторов. Понятие устойчивости. Неустойчивые резонаторы.
5	Общая теория квантовых генераторов.	Волновой и квантовый аспекты теории. Макроскопическая поляризация и дипольный момент. Волновое уравнение. Квантовые уравнения для матрицы плотности. Одномодовое приближение. Полная система уравнений. Укороченные уравнения. Условие самовозбуждения.
6	Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов	Атомарные газовые лазеры. Молекулярные газовые лазеры. Химические лазеры. Твердотельные лазеры. Лазеры на красителях. Модуляция добротности. Синхронизация мод. Перестройка частоты. Техника сверхкоротких импульсов и ее применение.
7	Современные инновационные лазерные системы	Полупроводниковые лазеры, твердотельные лазеры с диодной накачкой. Чип-лазеры. Кольцевые лазеры. Лазеры на микросферах. Гибридные твердотельные лазеры. Дисковые лазеры. Волоконные лазеры. Режимы работы лазеров с полупроводниковой накачкой.
8	Лазерные технологии. Технологические процессы с применением лазеров	Лазеры как источники мощного и монохроматического излучения. Физические процессы, сопровождающие применение технологических лазеров. Технологические процессы с использованием лазеров: сварка, резка, обработка поверхностей. Научно-технологическое и медицинское применение.
9	Типы технологических лазеров.	Твердотельные технологические лазеры. CO ₂ лазеры различных типов. Эксимерные и полупроводниковые лазеры. Характеристики технологических лазеров. Достоинства и недостатки технологических лазеров. Области применения в современных технологиях.

6 Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Введение.	История развития квантовой электроники.
2	Полуклассическая теория излучения и поглощения.	Полуклассическая теория взаимодействия излучения с веществом.
3	Основы квантовой теории излучения и поглощения	Основы квантовой теории излучения и поглощения.
4	Открытые резонаторы	Открытые резонаторы в лазерах.
5	Общая теория квантовых генераторов.	Волновой и квантовый аспекты теории.
6	Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов	Атомарные газовые лазеры. Молекулярные газовые лазеры. Химические лазеры. Твердотельные лазеры. Лазеры на красителях. Режимы работы лазеров.
7	Современные инновационные лазерные системы	Полупроводниковые лазеры, твердотельные лазеры с диодной накачкой. Режимы работы лазеров с полупроводниковой накачкой.
8	Лазерные технологии. Технологические процессы с применением лазеров	Технологические процессы с использованием лазеров. Научно-технологическое и медицинское применение.
9	Типы технологических лазеров.	Твердотельные технологические лазеры. CO ₂ лазеры различных типов. Эксимерные и полупроводниковые лазеры.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Открытые резонаторы	Изучение устройства и юстировка квантового генератора на примере гелий-неонового лазера. Исследование модового состава излучения.
2	Общая теория квантовых генераторов.	Исследование поляризационных и спектральных характеристик лазерного диода.
3	Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов	Изучение стационарных и нестационарных режимов генерации твердотельного импульсного лазера.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по изученным темам.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам

студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно

связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Введение.	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование
Полуклассическая теория излучения и поглощения.	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование
Основы квантовой теории излучения и поглощения	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование
Открытые резонаторы	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Общая теория квантовых генераторов.	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Современные инновационные лазерные системы	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование
Лазерные технологии. Технологические процессы с применением лазеров	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование
Типы технологических лазеров.	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

1. Справедливо следующее соотношение между вероятностями вынужденного поглощения и вынужденного излучения:

- а) эти величины равны;
- б) вероятность вынужденного поглощения равна сумме вероятностей вынужденного и спонтанного излучения;
- в) эти величины равны на одно невырожденное состояние.

2. Коэффициент Эйнштейна для спонтанного излучения:

- а) пропорционален третьей степени частоты спонтанно испущенного фотона;

- б) обратно пропорционален частоте спонтанно испущенного фотона;
- в) не зависит от частоты спонтанно испущенного фотона.

3. Вероятность вынужденных переходов:

- а) равна коэффициенту Эйнштейна для соответствующего перехода;
- б) равна произведению коэффициента Эйнштейна для соответствующего перехода на плотность энергии поля;
- в) равна сумме коэффициентов Эйнштейна для соответствующего перехода и спонтанного излучения.

4. Процесс вынужденного излучения является:

- а) двухквантовым;
- б) двухступенчатым;
- в) одноквантовым.

5. В случае вынужденного излучения испущенный и падающий фотоны имеют:

- а) произвольные фазы, направления распространения и поляризации;
- б) произвольные фазы и одинаковые направления распространения и поляризации;
- в) одну и ту же фазу, направление распространения и поляризацию.

6. Столкновительная ширина линии пропорциональна:

- а) давлению газа;
- б) температуре;
- в) концентрации газа.

7. Контур однородно уширенной линии описывается:

- а) функцией Лоренца;
- б) функцией Гаусса;
- в) функцией Фойгта.

8. Уширение спектральных линий в газе:

- а) однородное;
- б) неоднородное;
- в) является результатом и однородного, и неоднородного механизмов.

9. В состоянии термодинамического равновесия коэффициент усиления:

- а) всегда положителен;
- б) может быть как положительным, так и отрицательным;
- в) всегда отрицателен.

10. Наличие инверсной населенности:

- а) является достаточным условием для работы лазера в непрерывном режиме;
- б) для работы лазера наличие инверсии несущественно;
- в) не является достаточным условием для работы лазера в непрерывном режиме.

11. Величина порогового коэффициента усиления определяется:

- а) суммарным уровнем потерь;
- б) параметром насыщения, определяемым свойствами среды;
- в) коэффициентами отражения зеркал резонатора.

12. В условиях насыщения двухуровневой квантовой системы разность населенностей:

- а) близка к нулю, при этом населенность нижнего уровня все же меньше;
- б) близка к нулю, при этом населенность нижнего уровня все же больше;
- в) равна нулю.

13. Уменьшение интенсивности проходящего через среду излучения, обусловленное рассеянием на неоднородностях среды, называется:

- а) внутренними или распределенными потерями;
- б) дифракционными потерями;
- в) полезными потерями

14. Величина пороговой мощности накачки при прочих равных условиях:

- а) больше в случае 4-х уровневой схемы по сравнению с 3-х уровневой;
- б) больше в случае 3-х уровневой схемы по сравнению с 4-х уровневой;
- в) одинакова как в случае 4-х уровневой схемы, так и в случае 3-х уровневой схемы.

15. При прочих равных условиях предпочтительным является:

- а) использование 3-х уровневой схемы накачки;

- б) использование 4-х уровневой схемы накачки;
- в) обе схемы накачки одинаковы.

16. Время жизни фотона в резонаторе определяется:

- а) спонтанным временем жизни верхнего лазерного уровня;
- б) суммарным уровнем потерь;
- в) интенсивностью поля в резонаторе.

17. При увеличении времени жизни нижнего лазерного уровня эффективность 4-х уровневой схемы накачки:

- а) возрастает;
- б) уменьшается;
- в) не меняется.

18. С увеличением длины резонатора продольные моды:

- а) смещаются в область больших длин волн;
- б) смещаются в область меньших длин волн;
- в) не меняются по частоте.

18. Модой резонатора называется:

- а) стационарное пространственное распределение поля в резонаторе;
- б) частота стоячей электромагнитной волны в резонаторе;
- в) стационарное пространственное распределение в резонаторе поля с определенной частотой.

19. Поперечные моды определяют:

- а) число узлов поля вдоль оси резонатора между его зеркалами;
- б) пространственную конфигурацию поля в плоскости, перпендикулярной оси резонатора;
- в) пространственную конфигурацию поля в плоскости, совпадающей с осью резонатора.

20. Гауссовым пучком называется:

- а) стационарная конфигурация поля в резонаторе;
- б) спектр частот поля в резонаторе;

в) спектр всех поперечных мод.

21. Продольные моды определяют:

а) число узлов поля вдоль оси резонатора между его зеркалами;

б) пространственную конфигурацию поля в плоскости, перпендикулярной оси резонатора;

в) пространственную конфигурацию поля в плоскости, совпадающей с осью резонатора.

22. Конфокальный резонатор:

а) устойчив;

б) неустойчив;

в) в зависимости от соотношений между длиной резонатора и радиусами кривизны зеркал может быть как устойчивым, так и неустойчивым.

23. Лазеры с устойчивыми резонаторами могут работать:

а) только в непрерывном режиме;

б) только в импульсном режиме;

в) как в импульсном, так и в непрерывном режиме.

24. При прочих равных условиях уровень потерь для поперечных мод:

а) больше, чем для продольных мод;

б) меньше, чем для продольных мод;

в) не связан с уровнем потерь продольных мод.

25. Для реализации режима модулированной добротности необходимо, чтобы лазер работал:

а) на одной продольной моде;

б) модовый состав несущественен;

в) на нескольких продольных модах.

26. Для реализации режима модулированной добротности необходимо, чтобы длительность импульса накачки была:

а) большей по сравнению со временем релаксации верхнего уровня;

б) много большей по сравнению со временем релаксации верхнего уровня;

в) меньшей или сравнимой со временем релаксации верхнего уровня.

27. В режиме модулированной добротности переключение потерь должно быть:

- а) меньшим по сравнению со временем развития импульса;
- б) большим по сравнению со временем развития импульса;
- в) сравнимым со временем развития импульса.

28. При прочих равных условиях наиболее короткие импульсы получают:

- а) в режиме свободной генерации;
- б) в режиме модулированной добротности;
- в) в режиме синхронизации мод.

29. В режиме синхронизации мод длительности импульса:

- а) обратно пропорциональна квадрату ширины линии генерации;
- б) обратно пропорциональна ширине линии генерации;
- в) обратно пропорциональна расстоянию между продольными модами.

30. Режимы синхронизации мод и модулированной добротности могут быть реализованы:

- а) только в устойчивых резонаторах;
- б) только в неустойчивых резонаторах;
- в) как в устойчивых, так и в неустойчивых резонаторах.

31. Эффект провала Лэмба наблюдается:

- а) в газовых лазерах, работающих на одной продольной моде;
- б) в газовых лазерах с неоднородно уширенной за счет доплеровского эффекта линией усиления, работающих на одной продольной моде;
- в) в газовых лазерах с однородно уширенной за счет столкновений линией усиления, работающих на одной продольной моде.

32. Лазер на двуокиси углерода работает:

- а) на электронных переходах в молекуле углекислого газа;
- б) на колебательных переходах в молекуле углекислого газа;
- в) на колебательно-вращательных переходах в молекуле углекислого газа.

33. Азотный лазер работает:

- а) на электронных переходах в молекуле азота;
- б) на колебательных переходах в молекуле азота;
- в) на колебательно-вращательных переходах в молекуле азота.

34. В гелий-неоновом лазере основным механизмом опустошения нижнего лазерного уровня является:

- а) безызлучательная релаксация при соударениях;
- б) излучательная релаксация;
- в) вклады излучательной и безызлучательной релаксации сопоставимы.

35. Лазер на парах меди может работать в режиме:

- а) непрерывном;
- б) импульсном ;
- в) в непрерывном и импульсном.

36. В аргоновом лазере основным механизмом опустошения нижнего лазерного уровня является:

- а) безызлучательная релаксация при соударениях;
- б) излучательная релаксация;
- в) вклады излучательной и безызлучательной релаксации сопоставимы.

37. Аргоновый лазер может работать в режиме:

- а) непрерывном;
- б) импульсном;
- в) в непрерывном и импульсном.

38. В аргоновом лазере охлаждение активной среды:

- а) воздушное;
- б) водяное;
- в) может быть как воздушным, так и водяным.

39. В лазере на двуокиси углерода содержащийся в смеси азот нужен для:

- а) опустошения нижнего лазерного уровня;
- б) накачки верхнего лазерного уровня;
- в) поддержания разряда.

40. В лазере на окиси углерода к инверсии приводят процессы:

- а) столкновения молекул CO с электронами разряда;
- б) VV-обмена;
- в) столкновения молекул CO с электронами разряда с последующим VV-обменом;
- г) резонансная передача энергии от молекулярного азота.

41. Водородный лазер излучает излучает:

- а) в видимой области спектра;
- б) в ультрафиолетовой области спектра;
- в) в инфракрасной области спектра.

42. Экимером называется:

- а) двухатомная молекула, образованная из атомов разных веществ;
- б) молекула, находящаяся в возбужденном электронном состоянии;
- в) молекула, которая может существовать только в возбужденном электронном состоянии.

43. Механизм накачки лазеров на красителях:

- а) соответствует 3-х уровневой схеме;
- б) соответствует 4-х уровневой схеме;
- в) не соответствует ни 3-х, ни 4-х уровневой схеме.

44. В лазерах на красителях используется:

- а) накачка в электрическом разряде;
- б) оптическая накачка;
- в) электронно-лучевая накачка;
- г) химическая накачка.

45. Механизм накачки рубинового лазера:

- а) соответствует 3-х уровневой схеме;
- б) соответствует 4-х уровневой схеме;
- в) не соответствует ни 3-х, ни 4-х уровневой схеме.

46. Механизм накачки неодимового лазера:

- а) соответствует 3-х уровневой схеме;
- б) соответствует 4-х уровневой схеме;
- в) не соответствует ни 3-х, ни 4-х уровневой схеме.

47. В рубиновом лазере используется:

- а) накачка в электрическом разряде;
- б) оптическая накачка;
- в) электронно-лучевая накачка.

48. В химическом HF-лазере генерация возникает:

- а) на колебательно-вращательных уровнях молекулы HF;
- б) на электронных уровнях молекулы HF;
- в) на уровнях атома фтора;
- г) на уровнях атома водорода.

49. Активной средой в лазерах на центрах окраски являются:

- а) диэлектрические кристаллы;
- б) металлы;
- в) аморфные структуры.

50. Основным механизмом накачки лазеров на центрах окраски является:

- а) накачка в электрическом разряде;
- б) оптическая накачка;
- в) электронно-лучевая.

51. Характерные мощности излучения лазеров на центрах окраски в непрерывном режиме составляют:

- а) единицы мВт;
- б) единицы Вт;
- в) сотни Вт.

52. Характерные мощности излучения полупроводникового лазера на GaAs в непрерывном режиме составляют:

- а) несколько Вт;
- б) несколько мВт;

- в) десятки Вт;
- г) сотни Вт.

53. Характерные величины порогового тока накачки полупроводникового лазера на GaAs составляют:

- а) несколько мА;
- б) несколько А;
- в) десятки мА;
- г) сотни А..

54. Технология скрайбирования заключается:

- а) в надрезании лазерным излучением полупроводниковых пластин с последующим механическим разломом;
- б) в очистке поверхности полупроводника;
- в) в удалении дефектов из полупроводников после ионной имплантации;
- г) в окислении поверхности материала при его нагреве лазерным излучением в атмосфере.

55. Наилучшие высокоточные стандарты частоты оптического диапазона получены при использовании:

- а) лазеров, излучающих в непрерывном режиме;
- б) лазеров, излучающих в режиме модуляции добротности;
- в) лазеров, излучающих в режиме синхронизации мод.

56. Одним из наиболее распространенных лазеров в хирургии является:

- а) аргоновый лазер;
- б) рубиновый лазер;
- в) лазер на двуокиси углерода.

57. В лидарных установках используются:

- а) непрерывные лазеры;
- б) непрерывные лазеры;
- в) как непрерывные, так и импульсные лазеры.

58. В лазерных устройствах детектирования веществ, основанных на регистрации флуоресцентного излучения, используются:

- а) непрерывные лазеры;
- б) непрерывные лазеры;
- в) как непрерывные, так и импульсные лазеры.

59. Вынужденное комбинационное рассеяние света соответствует ситуации, когда:

- а) на систему воздействует мощное лазерное излучение;
- б) энергия падающего кванта сильно отличается от расстояния между двумя ближайшими электронными уровнями;
- в) энергия кванта приблизительно соответствует энергии, необходимой для перевода молекул из одного электронного состояния в другое.

60. Сечения спонтанного комбинационного рассеяния обычно:

- а) много больше сечений флуоресценции;
- б) одинаковы по порядку величин с сечениями флуоресценции;
- в) много меньше сечений флуоресценции..

61. При реализации метода селективной фотоионизации столкновения частиц разных изотопов между собой:

- а) увеличивают эффективность метода;
- б) уменьшают эффективность метода;
- в) не влияют на эффективность метода.

62. В методе лазерного термоядерного синтеза излучение лазера:

- а) разогревает мишень до высоких температур;
- б) разогревает мишень до высоких температур и сжимает ее до высоких плотностей;
- в) сжимает мишень до больших плотностей.

63. Какие лазеры являются наиболее предпочтительными для лазерного термоядерного синтеза:

- а) твердотельные;
- б) газовые;
- в) жидкостные.

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:

К теме 6 «Изучение стационарных и нестационарных режимов генерации твердотельного импульсного лазера»

Цель работы: изучение режимов работы импульсных лазеров.

Задания для выполнения работы:

1. Изучить конструкцию лазерного комплекса. Определить составные элементы;
2. Получить режим свободной генерации излучения для различных уровней энергии накачки;
3. Снять энергетические характеристики выходного излучения в режиме свободной генерации;
4. Получить режим сверхкоротких импульсов в режиме модуляции добротности;
5. Снять выходные энергетические характеристики излучения в зависимости от энергии накачки.

Требования к отчету:

1. Изобразить схему лазерного комплекса;
2. Построить зависимости энергии выходного излучения от энергии накачки для различных режимов работы лазера;
3. Оценить КПД лазера для различных режимов работы;
4. Сделать выводы, соответствующие материальной картине мира и имеющие фундаментальные физические основания.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине***Примерный перечень вопросов к экзамену:***

1. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна.
2. Механизмы уширения линий. Однородное уширение.
3. Механизмы уширения линий. Неоднородное уширение.
4. Эффект насыщения двухуровневой системы.
5. Поглощение и усиление. Инверсная населенность. Пороговое условие для коэффициента усиления.
6. Трехуровневая схема накачки.
7. Четырехуровневая схема накачки.
8. Открытый оптический резонатор, его собственные типы колебаний, добротность.
9. Продольные и поперечные моды открытого резонатора.

10. Пространственные характеристики гауссовых пучков – каустика, перетяжка, расходимость, преобразование гауссова пучка линзой.
11. Пространственные характеристики гауссовых пучков – размер поля на зеркале, радиус кривизны волнового фронта.
12. Устойчивость резонатора, диаграмма устойчивости.
13. Конфокальный, концентрический, плоскопараллельный резонаторы.
14. Методы модуляции добротности резонатора.
15. Синхронизация мод.
16. Провал Лэмба.
17. Режимы генерации резонатора.
18. Затягивание частоты.
19. Неодимовый лазер на стекле и на гранате.
20. Рубиновый лазер.
21. Газовые лазеры на атомах и ионах инертных газов.
22. Газовые лазеры на парах металлов.
23. Молекулярные газовые лазеры ИК диапазона – СО и СО₂ лазеры.
24. Молекулярные газовые лазеры на электронных переходах двухатомных молекул – азотный и водородный лазеры.
25. Эксимерные лазеры.
26. Лазеры на красителях.
27. Химические лазеры.
28. Лазеры на центрах окраски.
29. Полупроводниковые лазеры.
30. Волоконные лазеры.
31. Тераваттные лазеры.
32. Лазеры на квантовых точках.
33. Мощные полупроводниковые лазеры.
34. Твердотельные лазеры для термоядерных реакций. Схема лазерного термояда.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежеле по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Пойзнер, Б. Н. Физические основы лазерной техники: учебное пособие / Б.Н. Пойзнер. — 2-е изд., доп. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 160 с. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/textbook_592d268c487362.64807642. - ISBN 978-5-16-012817-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1214884> (дата обращения: 28.04.2022). – Режим доступа: по подписке
2. Антипенко, В. С. Лазеры и их применение: учебное пособие / В. С. Антипенко, А. В. Никитенко; под редакцией В. П. Вороненко. — Москва: РУТ (МИИТ), 2020 — Часть 1 — 2020. — 112 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная

система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175910> (дата обращения: 28.04.2022). —

Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Куприянова Г. С. Практическая квантовая радиофизика: учеб. пособие / Г. С. Куприянова; Балт. федер. ун-т им. И. Канта. - Калининград: БФУ им. И. Канта, 2015. - on-line, 134 с. - Бессрочная лицензия. - Библиогр.: с. 131-132 (27 назв.). - ISBN 978-5-9971-0392-7
2. Тарасов Л. В. Физические основы квантовой электроники. Оптический диапазон / Л. В. Тарасов. - Стер. изд. - Москва: Кн. Дом ЛИБРОКОМ, 2014. - 367 с.: ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-397-04582-7
3. Киселев Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учеб. пособие / Г. Л. Киселев. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. [и др.]: Лань, 2011. - 313 с.: ил. - Библиогр.: с. 306. - ISBN 978-5-8114-1114-6
4. Пихтин А. Н. Оптическая и квантовая электроника: учебник для вузов / А. Н. Пихтин. - Москва: Высш. шк., 2001. - 573 с.: ил. - Библиогр.: с. 571. - ISBN 5-06-002703-1
5. Звелто О. Принципы лазеров: рус. пер. перераб. и доп. при участии авт. / О. Звелто ; пер. с англ. Д. Н. Козлова, С. Б. Созинова, К. Г. Адамовича ; под ред. Т. А. Шмаонова. - 4-е изд. - СПб. [и др.]: Лань, 2008. - 719 с.: рис. - Предм. указ.: с. 703-712. - ISBN 978-5-8114-0844-3
6. Дудкин В. И. Квантовая электроника. Приборы и их применение / В. И. Дудкин, Л. Н. Пахомов. - М.: Техносфера, 2006. - 432 с. - (Мир электроники; 7(21)). - Библиогр.: с. 430-432 (56 назв.). - ISBN 5-94836-076-8

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM

- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитории (№ 301, НТП «Фабрика» ИФМНиИТ) для проведения практических занятий на 30 человек.

№ п/п	Наименование комплекса, стенда, установки, системы	Дата изготовления	Дата ввода в эксплуатацию	Страна - производитель	Назначение
1.	Лазер твердотельный непрерывный DTL 317, мощность 50 мВт	2007	2007	Россия	лазерная микроскопия, интерферометрия, Рамановская спектроскопия,

					голография, цитометрия, контрольно-измерительное оборудование, научные исследования.
2.	Лазер твердотельный непрерывный VERDI V18, мощность 18 Вт	2007	2007	США	лазерная микроскопия, интерферометрия, Рамановская спектроскопия, голография, цитометрия, контрольно-измерительное оборудование, научные исследования.
3.	Лазер Гелий-кадмиевый ГЛК-100, мощность 80 мВт	2007	2007	Россия	спектроскопия, оптические измерения, литография, голография
4.	Лазер INNOLAS SpitLight	2013	2013	Германия	лазерная микроскопия, интерферометрия, Рамановская спектроскопия, голография, цитометрия, контрольно-измерительное оборудование, научные исследования.
5.	Камера технического зрения высокоскоростная RedLake Motion Pro 4X 100000 кадров/с	2007	2007	США	Высокоскоростной захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия.
6.	Высокоразрешающая камера технического зрения Pulnix 1325 CL	2007	2007	США	Захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микроскопия.
7.	Высокоразрешающая камера технического зрения Pulnix 1410 CL	2007	2007	США	Захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической

					информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микроскопия
8.	Высокоразрешающая камера технического зрения Allied Vision Technologies Марка: PIKE F-1600B/C	2013	2013	Германия	Захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микроскопия
9.	Высокоразрешающая камера технического зрения. Производитель: Allied Vision Technologies Марка: PIKE F-505B/C	2013	2013	Германия	Захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микроскопия
10.	Высокоразрешающая камера технического зрения. Производитель: Allied Vision Technologies Марка: MARLIN F-131B (NIR)	2013	2013	Германия	Захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микроскопия
11.	Высокоразрешающая камера технического зрения. Производитель: Allied Vision Technologies Марка: CCD - 4000UV	2013	2013	Германия	Захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микроскопия
12.	Оптический комплекс многофункционального цифрового голографического интерферометра	2013	2013	Литва	Создание прототипов оптических измерительных комплексов, исследования в области

					цифровой голографии и интерферометрии
13.	Многофункциональные устройства сбора данных компании National-Instruments (PCI 6602, PCI 6229, PCI 1428)	2007	2007	США	Автоматизация физического эксперимента, синхронизация электронных устройств, основа программно-аппаратных комплексов разработки виртуальных приборов.
14.	Программно-аппаратная среда LabView	2007	2007	США	Среда разработки интегрированного управления электронными устройствами на базе персональных компьютеров. Создание виртуальных приборов и реализация алгоритмов обработки информации.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Антенные устройства телекоммуникационных систем»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Волхонская Елена Вячеславовна, д. т.н., профессор института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Антенные устройства телекоммуникационных систем».

Цель дисциплины «Антенные устройства телекоммуникационных систем» - изучение студентами особенностей построения антенн, обоснования их назначения, определения конструкции, расчету антенных параметров на прием и на излучение; согласованию антенн с линиями передачи с расчетом конструкции и параметров; определению оптимальных параметров в линиях передачи электромагнитной энергии.

Задачами дисциплины является формирование у студентов знаний, навыков и умений, позволяющих проводить самостоятельный анализ физических процессов, происходящих в антенно-фидерных устройствах диапазонов для многоканальных систем радиосвязи, понимать сущность электромагнитной совместимости и пути решения..

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-1. Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации	ПКС-1.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.3. Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению	Знать: основные параметры антенно-фидерных устройств; методы построения антенн различных диапазонов радиочастотного спектра; методы исследования параметров антенн; явления, возникающие при излучении и приеме ЭМП; общие свойства радиоволн, и методы обоснования параметров антенн на прием и на излучение; Уметь: анализировать АФУ по применению их в диапазоне радиоволн; выполнить расчет параметров антенн по заданным данным; Владеть: навыками практической работы с современными универсальными пакетами прикладных компьютерных программ; навыками практической работы с лабораторными макетами для изучения параметров антенн -навыками практической работы с современной измерительной аппаратурой.
ПКС-4. Способен осуществлять монтаж,	ПКС-4.1. Знает порядок и последовательность проведения работ по	Знать:

<p>наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей связи</p>	<p>обслуживанию радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения ПКС-4.2. Умеет применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения ПКС-4.3. Владеет современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении схемотехнических, системных и сетевых задач, правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем</p>	<p>о перспективных направлениях развития антенно-фидерных устройств; о методах расчета антенно-фидерных систем с использованием специализированных САПР. Уметь: применять методы исследования параметров антенн; Владеть: навыками наладки, настройки, регулировки, опытной проверки работоспособности АФУ</p>
<p>ПКС-5. Способен осуществлять монтаж, настройку, регулировку, тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи, обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих установленным эксплуатационно-техническим нормам</p>	<p>ПКС-5.1. Знает действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов, методики проведения проверки технического состояния оборудования, трактов и каналов передачи ПКС-5.2. Умеет вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи ПКС-5.3. Владеет навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования программного обеспечения оборудования при его настройке, тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования</p>	<p>Знать: методы построения антенн различных диапазонов радиочастотного спектра; Уметь: проводить исследования параметров антенн; проводить оценку электромагнитной совместимости радиосредств; Владеть: навыками тестирования оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Антенные устройства телекоммуникационных систем» представляет собой дисциплину по выбору части, формируемая участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством

электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1 Введение. Общие принципы функционирования АФУ.	Предмет и содержание курса. Краткий исторический обзор развития. Роль, место, назначение антенн и требования, предъявляемые к ним. Классификация антенн. Экологические проблемы передающих антенн.
2	Тема 2 .Параметры антенн.	Антенна в режиме радиопередачи. Параметры передающих антенн. Электрические параметры: мощность излучения, полное входное сопротивление антенны, полное активное и реактивное сопротивление, волновое сопротивление, ток и напряжение на антенне, емкость и индуктивность антенны. Техничко- экономические параметры: коэффициент полезного действия, коэффициент направленного действия, коэффициент усиления, действующая высота (площадь), полоса пропускания частот, радиус действия. Антенна в режиме радиоприема. Принцип действия и эквивалентная схема антенны. Максимальная мощность, выделяемая в нагрузке приемной антенны Теорема взаимности. Основные параметры приемной антенны. Влияние направленных свойств антенны на соотношение сигнал/помеха на входе радиоприемника.
3	Тема 3. Система излучателей.	Понятия и определения системы излучателей, непрерывные, дискретные, эквидистантные и неэквидистантные. Способы возбуждения системы, амплитудно-фазовые распределения возбуждающих токов. Множитель направленности системы. Ширина луча, коэффициент направленного действия, коэффициент

		использования площади, уровень бокового излучения системы. Расстояния между элементами дискретной линейной системы. Побочные максимумы излучения и способы их подавления.
4	Тема 4. Апертурные антенны	Основные понятия и определения. Внешняя и внутренняя задачи и методы их решения для апертурных антенн. Направленные свойства плоского прямоугольного раскрыва с синфазными равноамплитудным распределением тока.
5	Тема 5. Согласование антенн с фидером.	Сущность и общие принципы согласования. Методы согласования. Согласующее устройство – элемент антенны. Типы согласующих устройств. Узкополосное и широкополосное согласование. Индуктивный шлейф Татаринова, двух и трехшлейфное согласование. Симметрирующие устройства: четвертьволновой стакан, U – колено, симметрирующая приставка и симметрирующая щель. Расчет согласующих и симметрирующих устройств. Круговая диаграмма сопротивлений и проводимостей и ее использование для определения мест включения согласующих устройств.
6	Тема 6. Рамочные антенны	Открытая рамочная антенна, антенный эффект открытых рамочных антенн. Экранированные рамочные антенны. Направленные свойства. Рамочные антенны с ферромагнитными сердечниками. Гониометрическая система, назначение, принцип действия и практическое использование. Расчет параметров рамочных антенн.
7	Тема 7. Антенны ультракоротких волн	Особенности излучения и распространения ультракоротких волн и требования к антеннам. Слабонаправленные антенны, основные конструкции и параметры антенн. Симметричный вибратор, дискоконусные и биконические антенны. Расчет параметров. Антенны линейной поляризации: директорная, конструкция, принцип действия и основные параметры. Расчет параметров. Антенна круговой поляризации: спиральные антенны. Расчет параметров. Антенны острой направленности: линзовые, зеркальные и ФАР. Расчет параметров.
8	Тема 8. Антенны с обработкой сигнала	Фазированные антенные решетки. Антенны с обработкой сигнала. Адаптивные ФАР.

6. Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1 Введение. Общие принципы функционирования АФУ.	Предмет и содержание курса. Классификация антенн. Экологические проблемы передающих антенн.
2	Тема 2 .Параметры антенн.	Электрические параметры передающих антенн. Техничко- экономические параметры передающих антенн. Антенна в режиме радиоприема
3	Тема 3. Система излучателей.	Системы излучателей, способы их возбуждения. Ширина луча, коэффициент направленного действия, коэффициент использования площади, уровень бокового излучения системы. Побочные максимумы излучения и способы их подавления.

4	Тема 4. Апертурные антенны	Апертурные антенны. Направленные свойства плоского прямоугольного раскрыва с синфазными равноамплитудным распределением тока.
5	Тема 5. Согласование антенн с фидером.	Принципы и методы согласования. Типы согласующих устройств. Узкополосное и широкополосное согласование. Индуктивный шлейф Татаринова, двух и трехшлейфное согласование. Симметрирующие устройства: четвертьволновой стакан, U – колено, симметрирующая приставка и симметрирующая щель. Круговая диаграмма сопротивлений и проводимостей и ее использование для определения мест включения согласующих устройств.
6	Тема 6. Рамочные антенны	Открытая рамочная антенна. Экранированные рамочные антенны. Рамочные антенны с ферромагнитными сердечниками. Расчет параметров рамочных антенн.
7	Тема 7. Антенны ультракоротких волн	Особенности излучения и распространения ультракоротких волн и требования к антеннам. Слабонаправленные антенны. Антенны линейной поляризации. Антенна круговой поляризации. Антенны острой направленности.
8	Тема 8. Антенны с обработкой сигнала	Фазированные антенные решетки. Антенны с обработкой сигнала. Адаптивные ФАР.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 3. Система излучателей.	Лабораторная установка «Исследование характеристик направленности симметричных вибраторов» Лабораторная установка «Исследование характеристик направленности вибраторных антенн»
2	Тема 4. Апертурные антенны	Лабораторная установка «Исследование характеристик рупорных антенн» Лабораторная установка «Исследование характеристик направленности зеркальной параболической антенны»
3	Тема 7. Антенны ультракоротких волн	Лабораторная установка «Исследование диаграммы направленности спиральной антенны» Лабораторная установка «Исследование характеристик направленности фазированной линейки спиральных облучателей»

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по изученным ранее темам:

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме

лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации

обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1 Введение. Общие принципы Функционирования АФУ.	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование
Тема 2 .Параметры антенн.	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование
Тема 3. Система излучателей.	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 4. Апертурные антенны	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 5. Согласование антенн с фидером.	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование
Тема 6. Рамочные антенны	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование
Тема 7. Антенны ультракоротких волн	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 8. Антенны с обработкой сигнала	ПКС-1 ПКС-4 ПКС-5	Тестирование

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

1. Укажите параметры антенн:

- А. экологические;
- Б. технические;
- В. механические;
- Г. электрические и технико-экономические;.....
- Д. практические.

2. Электрические параметры антенн:

- А. массогабаритные характеристики;
- Б. сопротивление антенны, ток и напряжение в антенне, ее волновое сопротивление, мощность излучения, сопротивление излучения;.....
- В. КПД антенны, ее действующая высота, коэффициенты усиления и направленного действия, функция направленности и полоса пропускания;

- Г. Электрическая прочность изоляции;
- Д. Механическая прочность к воздействиям климатических условий.

3. Параметры качества антенн:

- А. массогабаритные характеристики;
- Б. сопротивление антенны, ток и напряжение в антенне, ее волновое сопротивление, мощность излучения, сопротивление излучения;
- В. КПД антенны, ее действующая высота, коэффициенты усиления и направленного действия, функция направленности и полоса пропускания;.....
- Г. электрическая прочность изоляции;
- Д. механическая прочность к воздействиям климатических условий.

4. Принцип взаимности в теории антенн:

- А. устанавливает, что параметры антенн на прием и передачу неизменны;.....
- Б. определяет, что для приема нужны антенны, работающие в режиме укорочения;
- В. определяет, что для приема нужны антенны, работающие в режиме удлинения;
- Г. устанавливает, что на прием и передачу параметры антенн различны;
- Д. устанавливает, что для приема нужны особые условия установки антенны.

5. Влияние направленных свойств антенны на соотношение сигнал/помеха на входе радиоприемника:

- А. направленные свойства не оказывают влияние;
- Б. зависит от направленных свойства;.....
- В. незначительное влияние;
- Г. уменьшают соотношение при увеличении коэффициента направленного действия;
- Д. лучше использовать ненаправленную антенну.

6. Поле излучения для случая $n = 2, d = \lambda/2, \varphi = 0$:

- А. поперечное, относительно линии размещения излучателей – восьмерка;.....
- Б. продольное, относительно линии размещения излучателей – восьмерка;
- В. поле отсутствует, взаимно компенсируется;
- Г. однонаправленное, в сторону запаздывающего по фазе вектора;
- Д. поперечное однонаправленное.

7. Поле излучения для случая $n = 2, d = \lambda/2, \varphi = \pi$:

- А. поперечное, относительно линии размещения излучателей – восьмерка;
- Б. продольное, относительно линии размещения излучателей – восьмерка;.....
- В. поле отсутствует, взаимно компенсируется;
- Г. однонаправленное, в сторону запаздывающего по фазе вектора;
- Д. поперечное однонаправленное.

8. Поле излучения для случая $n = 2, d = \lambda/4, \varphi = \pi/2$:

- А. поперечное, относительно линии размещения излучателей – восьмерка;
- Б. продольное, относительно линии размещения излучателей – восьмерка;
- В. поле отсутствует, взаимно компенсируется;
- Г. однонаправленное, в сторону запаздывающего по фазе вектора;.....
- Д. поперечное однонаправленное.

9. Поле излучения для случая $n = 2, d < 0,1\lambda, \varphi = \pi$:

- А. поперечное, относительно линии размещения излучателей – восьмерка;
- Б. продольное, относительно линии размещения излучателей – восьмерка
очень вытянутая вдоль линии;.....
- В. поле отсутствует, взаимно компенсируется;
- Г. однонаправленное, в сторону запаздывающего по фазе вектора;
- Д. поперечное однонаправленное.

10. Поле излучения для случая $n = 2, d = 0,1\lambda, \varphi = 0$:

- А. поперечное, относительно линии размещения излучателей – восьмерка;
- Б. продольное, относительно линии размещения излучателей – восьмерка;

- В. поле отсутствует, взаимно компенсируется;
- Г. однонаправленное, в сторону запаздывающего по фазе вектора;
- Д. поле суммируется и два работают как один излучатель...

11. Влияние земли на направленные свойства горизонтального симметричного вибратора при $h < \lambda$:

- А. поле излучения усиливается вдоль земли;
- Б. поле излучения отсутствует вдоль земли;.....
- В. поле излучения равномерно в вертикальной плоскости;
- Г. поле излучения нейтрализуется близостью проводящей поверхностью земли;
- Д. земля не оказывает влияние на направленные свойства.

12. Влияние земли на направленные свойства вертикального симметричного вибратора при $h < \lambda$:

- А. поле излучения усиливается вдоль земли;....
- Б. поле излучения отсутствует вдоль земли;
- В. поле излучения равномерно в вертикальной плоскости;
- Г. поле излучения нейтрализуется близостью проводящей поверхностью земли;
- Д. земля не оказывает влияние на направленные свойства.

13. Влияние количества излучателей на направленные свойства линейной изотропной системы синфазных излучателей при $d < \lambda/2$:

- А. нет влияния;
- Б. чем больше излучателей, тем уже главный лепесток диаграммы направленности;....
- В. увеличивается уровень боковых лепестков;
- Г. резко уменьшается уровень главного лепестка;
- Д. чем больше излучателей, тем шире главный лепесток диаграммы направленности.

14. Методы управления направленными свойствами линейной системы излучателей:

- А. управление невозможно;
- Б. фазовый, частотный и амплитудный методы управления;.....
- В. только механический метод;
- Г. только фазовый метод;
- Д. только амплитудный метод.

15. Методы согласования антенны с фидером:

- А. возможно применения трех методов: поглощения отраженной волны, компенсирующих неоднородностей и ступенчатых переходов;.....
- Б. невозможно согласование;
- В. согласование только в узкой полосе частот;
- Г. согласование только в широкой полосе;
- Д. возможно только компенсацией реактивности.

16. Назначение согласования антенны с фидером:

- А. повысить КПД антенн за счет увеличения подведенной мощности;....
- Б. сохранить работоспособность антенн;
- В. повысить электробезопасность антенн;
- Г. повысить электробезопасность фидера;
- Д. повысить электробезопасность тракта.

17. Симметрирующие устройства предназначены для:

- А. повышения КПД антенн за счет увеличения подведенной мощности;
- Б. сохранения работоспособности антенн;
- В. повышения электробезопасности антенн;
- Г. повышения электробезопасности фидера;
- Д. устранения асимметрии плеч симметричного вибратора

18. Назначение $\lambda/4$ симметрирующего стакана:

- А. сохранение работоспособности антенн;
- Б. повышение электробезопасности антенн;
- В. повышение электробезопасности фидера;
- Г. повышение сопротивления внешней поверхности экранирующей оболочки кабеля для устранения тока затекания на оболочку;....
- Д. изменить поляризацию поля излучения.

19. Частотные свойства устройства – $\lambda/4$ симметрирующего стакана:

- А. широкополосные;
- Б. узкополосные;.....
- В. относится к настроенным на одну частоту;
- Г. не зависит от частоты;
- Д. слабо зависят от частоты

20. Назначение симметрирующего устройства U - колена:

- А. сохранение работоспособности антенн;
- Б. повышение электробезопасности антенн;
- В. повышение электробезопасности фидера;
- Г. повышение сопротивления внешней поверхности экранирующей оболочки кабеля для устранения тока затекания на оболочку;
- Д. для создания противофазности токам в точках питания симметричного вибратора;.....

21. Частотные свойства симметрирующего устройства U - колена:

- А. широкополосные;
- Б. узкополосные;.....
- В. относится к настроенным на одну частоту;
- Г. не зависит от частоты;
- Д. слабо зависят от частоты

22. Назначение симметрирующего устройства – симметрирующая приставка:

- А. сохранение работоспособности антенн;
- Б. повышение электробезопасности антенн;
- В. повышение электробезопасности фидера;
- Г. повышение сопротивления внешней поверхности экранирующей оболочки кабеля для устранения тока затекания на оболочку;
- Д. для создания противофазности токам в точках питания симметричного вибратора;.....

23. Частотные свойства симметрирующего устройства – симметрирующая приставка:

- А. широкополосные;.....
- Б. узкополосные;
- В. относится к настроенным на одну частоту;
- Г. не зависит от частоты;
- Д. слабо зависят от частоты.

24. Назначение симметрирующего устройства – симметрирующая щель:

- А. сохранение работоспособности антенн;
- Б. повышение электробезопасности антенн;
- В. повышение электробезопасности фидера;
- Г. повышение сопротивления внешней поверхности экранирующей оболочки кабеля для устранения тока затекания на оболочку;
- Д. для создания противофазности токам в точках питания симметричного вибратора;.....

25. Частотные свойства симметрирующего устройства – симметрирующая щель:

- А. широкополосные;.....
- Б. узкополосные;
- В. относится к настроенным на одну частоту;
- Г. не зависит от частоты;
- Д. слабо зависят от частоты.

26. Применимость метода наведенных ЭДС:

- А. определение наведенных ЭДС для любой зоны излучателя;....
- Б. решения проблемы ЭМС;
- В. установление ЭМО;
- Г. определение дальности связи;
- Д. обоснование приемной антенны.

27. Назначение круговой диаграммы полных сопротивлений:

- А. определение параметров нагруженных и изолированных отрезков линий передачи;...
- Б. определение напряжения на линии;
- В. определение тока в линии;
- Г. определение $K_{св}$ и $K_{бв}$ линии;
- Д. определение емкости линии.

28. Как изменяется ширина ДН линейной системы изотропных излучателей при изменении излучения из поперечного положения в продольное:

- А. происходит расширение ДН в 7 раз;
- Б. не меняется ширина ДН;
- В. изменяется незначительно;
- Г. происходит расширение ДН в 2 раза;
- Д. происходит расширение ДН в 3 раза.

29. Согласование антенны с фидером с помощью индуктивного шлейфа позволяет:

- А. согласовать волновое сопротивление фидера с комплексным сопротивлением антенны;
- Б. согласовать чисто активные сопротивления фидера и антенны;
- В. согласовать чисто реактивные сопротивления фидера и антенны;
- Г. частично согласовать чисто активные сопротивления фидера и антенны;
- Д. согласовать в широкой полосе частот чисто активные сопротивления фидера и антенны.

30. Согласование антенны с фидером методом ступенчатых переходов применимо:

- А. в рупорных антеннах для расширения полосы рабочих частот; ...
- Б. для повышения уровня поля;
- В. для повышения надежности работы устройства;
- Г. для повышения КПД антенны;
- Д. для обострения диаграммы направленности антенны.

31. Распространение радиоволн в условиях атмосферы Земли в виде волн:

- А. земных, ионосферных, пространственных и тропосферных;
- Б. свободного распространения;
- В. только земных;
- Г. ионосферных и земных;
- Д. тропосферных.

32. Особенность распространения СДВ, ДВ и СВ волн в виде:

- А. земных, ионосферных, пространственных и тропосферных;
- Б. свободного распространения;
- В. только земных;
- Г. ионосферных и земных;
- Д. волноводного распространения в сферической полости Земля – ионосфера.

33. Особенность распространения КВ волн в виде:

- А. земных, ионосферных, пространственных и тропосферных;
- Б. свободного распространения;
- В. только земных;
- Г. ионосферных и земных;
- Д. волноводного распространения в сферической полости Земля – ионосфера.

34. Режимы работы несимметричного вибратора:

- А. стоячих волн и бегущих волн;
- Б. смешанных волн;
- В. удлинения, укорочения и собственной длины волны
- Г. только собственной длины волны;
- Д. в режиме сильного удлинения.

34. Режимы работы СДВ антенн:

- А. стоячих волн и бегущих волн;
- Б. смешанных волн;
- В. удлинения, укорочения и собственной длины волны;
- Г. только собственной длины волны;
- Д. в режиме сильного удлинения

35. Режимы работы КВ антенн:

- А. стоячих волн и бегущих волн;
- Б. смешанных волн;
- В. удлинения, укорочения и собственной длины волны;
- Г. в режиме собственной длины волны;
- Д. в режиме сильного удлинения.

36. Антенны СДВ с нагрузкой на конце:

- А. СГДРА;
- Б. ВГД, ВГДШ, УГДШ и УНДШ;
- В. Симметричные вибраторы;
- Г. ЛПА и 2ЛПА;
- Д. Г- и Т-образные и зонтичные.

37. Открытая рамочная антенна обладает недостатком в наличие:

- А. узкой полосы пропускания;
- Б. широкой диаграммы направленности;
- В. антенного эффекта;
- Г. малого входного сопротивления;
- Д. низкого КПД.

38. Экранированная рамочная антенна имеет:

- А. высокий КПД;
- Б. малое входное сопротивление;
- В. положительное свойство – отсутствие антенного эффекта;
- Г. малые потери наведенной ЭДС;
- Д. экранирование от помех радиоприему.

39. Антенны с ферритовыми сердечниками обладают большой действующей высотой за счет:

- А. больших размеров рамки;
- Б. увеличения мощности излучения;
- В. поляризационных токов в феррите;
- Г. большой магнитной проницаемости феррита;
- Д. больших размеров феррита.

40. Слабонаправленные антенны КВ:

- А. СГДРА и БС;
- Б. ВГ, ВГД, ВГДШ, УГДШ и УНДШ;
- В. ОБ, РГ и РГД;
- Г. ЛПА и 2ЛПА;
- Д. Г- и Т-образные и зонтичные.

41. Антенны КВ средней направленности:

- А. СГДРА;
- Б. ВГ, ВГД, ВГДШ, УГДШ и УНДШ;
- В. ОБ, РГ, БС и ЛПА;
- Г. несимметричный вибратор;
- Д. Г- и Т-образные и зонтичные.

42. Антенны КВ острой направленности:

- А. СГДРА, РГД и 2ЛПА;
- Б. ВГ, ВГД, ВГДШ, УГДШ и УНДШ;
- В. ОБ, РГ, БС и ЛПА;
- Г. несимметричный вибратор;
- Д. Г- и Т-образные и зонтичные.

43. Слабонаправленные антенны УКВ:

- А. СГДРА и БС;
- Б. ВГ, ВГД, ВГДШ, УГДШ и УНДШ;
- В. ОБ, РГ и РГД;
- Г. Симметричные вибраторы, дискоконусные, конические и биконические;
- Д. Г- и Т-образные и зонтичные.

44. Антенны УКВ линейной поляризации:

- А. СГДРА и БС;
- Б. Волновой канал;
- В. ОБ, РГ и РГД;
- Г. Симметричные вибраторы, дискоконусные, конические и биконические;
- Д. Г- и Т-образные и зонтичные.

45. Антенны УКВ круговой поляризации:

- А. спиральные, зеркальные и линзовые;
- Б. ВГ, ВГД, ВГДШ, УГДШ и УНДШ;
- В. ОБ, РГ и РГД;
- Г. Симметричные вибраторы, дискоконусные, конические и биконические;
- Д. Г- и Т-образные и зонтичные.

46. Антенны УКВ острой направленности:

- А. многовибраторные спиральные, зеркальные, линзовые и ФАР;
- Б. ВГ, ВГД, ВГДШ, УГДШ и УНДШ;
- В. ОБ, РГ и РГД;
- Г. Симметричные вибраторы, дискоконусные, конические и биконические;
- Д. Г- и Т-образные и зонтичные.

47. Адаптивные ФАР:

- А. самофокусирующиеся ФАР;
- Б. многовибраторные спиральные, зеркальные, линзовые;
- В. ОБ, РГ и РГД;
- Г. Симметричные вибраторы, дискоконусные, конические и биконические;
- Д. Г- и Т-образные и зонтичные.

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:***К теме 3. Система излучателей.***

Работа №1. Исследование характеристик направленности симметричных вибраторов

1. Цель работы: исследование диаграмм направленности симметричного четвертьволнового вибратора с плоским металлическим экраном (контррефлектором), симметричного вибратора с длиной плеча вибратора, равного трем четвертям длины волны; исследование способов согласования антенн с питающей коаксиальной линией; исследование диапазонных свойств симметричных вибраторов; исследование поляризационных свойств симметричных вибраторов.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Что такое симметричный вибратор, какие длины плеч в них используют и почему?
2. Как производится настройка симметричного вибратора на указанную длину волны?
3. Какова роль симметрирующего устройства, как технически реализовано это устройство в лабораторной работе.
4. Как устроена детекторная секция в лабораторной работе, настройка на заданную частоту.
5. Какие диаграммы направленности исследуются в лабораторной работе?
6. Что значит многолучевость в диаграмме направленности антенны?
7. Какова роль контррефлектора устройства, как технически реализовано это устройство в лабораторной работе?
8. Когда детекторная секция считается настроенной, какой сигнал является модулирующим? По какому устройству определяется?
9. Существует ли опасность для человеческого организма в диапазоне частот данной лабораторной работы?

Работа № 2. Исследование характеристик направленности вибраторных антенн

1. Цель работы: исследование диаграмм направленности антенны «волновой канал»; исследование диаграмм направленности логопериодической антенны; исследование диапазонных свойств антенн.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Какова теоретическая ширина главного максимума диаграммы направленности антенны типа «Волновой канал»?
2. Какое соотношение связывает L и λ для петлевого вибратора?
3. Как производится настройка антенны типа «Волновой канал» на указанную длину волны?
4. Какова диаграмма направленности петлевого вибратора?
5. Каково входное сопротивление петлевого вибратора?
6. Почему нормировочные коэффициенты для размеров плеч директоров заданы для значения $2L$?
7. Как устроена детекторная секция в лабораторной работе, настройка на заданную частоту.
8. Какова роль симметрирующего устройства, как технически реализовано это устройство в лабораторной работе, настройка на заданную частоту.
9. Как обеспечивается питание вибраторов логопериодической антенны с дополнительным сдвигом фаз равным 180 градусам?
10. Как рассчитать коэффициент подобия τ логопериодической антенны используя ее геометрические размеры.
11. Существует ли опасность для человеческого организма в диапазоне частот данной лабораторной работы?

К теме 4. Апертурные антенны.

Работа № 3. Исследование характеристик рупорных антенн

1. Цель работы: изучение конструкции рупорной антенны диапазона 10 ГГц с питающей линией в виде прямоугольного волновода сечением (23×10) мм; экспериментальное определение диаграмм направленности рупорной антенны в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (плоскости E и H); экспериментальное определение степени влияния геометрических размеров рупорной антенны на ширину диаграммы направленности; экспериментальное определение коэффициента поляризации излучения рупорной антенны в различных направлениях.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы. Используя рекомендованную литературу, настоящее описание, ознакомьтесь со следующими вопросами:

1. Определить геометрические характеристики исследуемых рупоров. Измерение и расчет проводить с допустимым отклонением.
2. Определите теоретическую ширину диаграммы направленности для каждого из используемых рупоров.
3. Чем определяется плоскость поляризации детекторной головки на приемной антенне?
4. Какая волна является основной в прямоугольном волноводе? На что это влияет?
5. На какой частоте работает генератор передающей части? Чем это определяется?
6. Что детектирует приемная секция лабораторной работы?
7. С какой антенной приемной или передающей необходимо проводить настройку на максимум? Что для этого надо сделать?
8. Сколько диаграмм и каких необходимо снять для каждого рупора?
9. В чем заключается опасность для человеческого организма в диапазоне частот данной лабораторной работы?
10. Какова допустимая мощность излучения в диапазоне СВЧ согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96.?

Работа №4. Исследование характеристик направленности зеркальной параболической антенны

1. Цель работы: исследование конструкции зеркальной параболической антенны; исследование характеристик направленности и влияния на них конструктивных параметров.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы. Используя рекомендованную литературу, настоящее описание, ознакомьтесь со следующими вопросами:

1. Каков угол раскрытия используемой в работе параболической антенны? Измерение и расчет проводить с допустимым отклонением.
2. Определите фокусное расстояние используемой в работе параболической антенны. Измерение и расчет проводить с допустимым отклонением.
3. Чем определяется плоскость поляризации детекторной головки?
4. Преимущества зеркальных параболических антенн, как достигаются эти преимущества?
5. Как рассчитывается угол теоретической диаграммы направленности зеркальных параболических антенн?

6. Какие типы облучателей зеркальных параболических антенн используются? Какой тип используется в лабораторной работе?
7. Что такое «теневого эффект» на что влияет и как устраняется?
8. Сколько диаграмм необходимо снять для продольного перемещения облучателя и что с ними делать при обработке результатов?
9. Сколько диаграмм необходимо снять для поперечного перемещения облучателя и что с ними делать при обработке результатов?
10. В чем заключается опасность для человеческого организма в диапазоне частот данной лабораторной работы? Какова допустимая мощность излучения?

К теме 7. Антенны ультракоротких волн.

Работа №5. Исследование диаграммы направленности спиральной антенны

1. Цель работы: экспериментальное исследование диаграмм направленности спиральных антенн; определение частотных границ осевого и конического излучения.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:
 1. Какова теоретическая ширина диаграммы направленности спиральной антенны?
 2. Что нужно рассчитать по выражению 1?
 3. Какие режимы излучения можно реализовать для спиральной антенны?
 4. Преобразуйте формулу 12 с использованием измеренных линейных величин.
 5. Преобразуйте формулу 13 с использованием измеренных линейных величин.
 6. От чего зависит ширина диаграммы направленности в осевом режиме?
 7. Каким нужно выбирать диаметр поперечного сечения проводника для спиральной антенны?
 8. Каковы значения сопротивлений для согласования антенны с питающим кабелем?
 9. Какой рисунок демонстрирует азимутальный угол φ ?
 10. Какой рисунок демонстрирует горизонтальный угол θ ?
 11. Существует ли опасность для человеческого организма в диапазоне частот данной лабораторной работы?

Работа №6. Исследование характеристик направленности фазированной линейки спиральных облучателей.

1. Цель работы: исследование характеристик направленности фазированной линейки спиральных облучателей; исследование влияния на характеристики направленности

фазированной линейки расстояний между элементами; исследование влияния на характеристики направленности фазированной линейки разности фазировки элементов.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы. Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Преимущества фазированных антенных решеток, как достигаются эти преимущества?
2. Как определяется фазовый сдвиг, возникающий между электромагнитной волной в отдельных элементах ФАР?
3. Какие фазовращатели используются в активных фазированных антенных решетках и как производится фазировка антенн в лабораторной работе?
4. От чего зависит ширина главного лепестка диаграммы направленности ФАР? Какова эта зависимость?
5. Какова поляризация излучаемых элементами ФАР волн?
6. Что значит проведение фазировки облучателей в лабораторной работе?
7. Рассчитать частоту начала осевого режима излучения для передающей антенны установки.
8. По формуле 7 определить максимально возможное количество боковых лепестков для четырех элементной фазированной решетки.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Назначение, конструкция и принцип действия АФУ.
2. Классификация антенн.
3. Требования к антенным и фидерным устройствам.
4. Экологические проблемы ЭМП и основные требования по электробезопасности.
5. Назначение, конструкция и принцип действия передающей антенны.
6. Электрические параметры передающих антенн.
7. Параметры качества передающих антенн.
8. Назначение, конструкция, эквивалентная схема приемной антенны и принцип ее действия.
9. Основные параметры приемных антенн.
10. Влияние направленных свойств приемной антенны на соотношение сигнал/помеха на входе РПУ.
11. Симметричный вибратор в свободном пространстве, поле излучения.

12. Параметры симметричного вибратора.
13. Излучение линейной системы идентичных излучателей.
14. Поле двух излучений, принцип действия при различных фазовых соотношениях.
15. Комплексное сопротивление системы вибраторов.
16. Метод наведенных ЭДС.
17. Влияние земли на излучение излучателей.
18. Влияние земли на направленные свойства горизонтального симметричного вибратора.
19. Влияние земли на направленные свойства вертикального симметричного вибратора.
20. Поле излучения системы излучателей при $n = 2$, $\varphi = 0$ и $d = \lambda/2$.
21. Поле излучения системы излучателей при $n = 2$, $\varphi = \pi$ и $d = \lambda/2$.
22. Поле излучения системы излучателей при $n = 2$, $\varphi = \pi/2$ и $d = \lambda/4$.
23. Непрерывная линейная система излучателей, направленные свойства.
24. Линейная система изотропных излучателей.
25. Плоская система излучателей.
26. Апертурные антенны и методы их анализа.
27. Излучение из прямоугольной площадки.
28. Методы согласования антенны с фидером и их физическая сущность.
29. Согласование по способу $\lambda/4$ трансформатора.
30. Согласование по способу ступенчатых переходов.
31. Согласование с помощью реактивного шлейфа В.В.Татарина.
32. Двух- и трехшлейфное согласование.
33. Симметрирование с помощью «четвертьволнового стакана».
34. Симметрирование с помощью «U –калено».
35. Симметрирующая приставка.
36. Симметрирующая щель.
37. Круговая диаграмма полных сопротивлений, принцип построения и задачи решаемые.
38. Особенности излучения и распространения электромагнитных волн СДВ, ДВ и СВ диапазонов и требования, предъявляемые к конструкции антенн данных диапазонов.
39. Несимметричный вибратор, конструкция, принцип действия и режимы работы.

40. Несимметричный вибратор с нагрузкой на конце, принцип действия и эффективное увеличение длины вибратора.
41. Назначение, конструкция и принцип действия рамочных антенн, антенный эффект открытых рамочных антенн.
42. Экранированные рамки, назначение, конструкция и принцип действия.
43. Рамочные антенны с ферритовыми сердечниками, конструкция и принцип действия.
44. Гониометрическая система, назначение, конструкция, принцип действия и практическое применение.
45. Особенности излучения и распространения электромагнитных волн декаметрового диапазона радиоволн и требования, предъявляемые к антеннам данного диапазона.
46. Слабонаправленные антенны КВ диапазона ВГ и ВГД, назначение, конструктивные особенности и основные параметры.
47. Антенны ВГДШ, УГДШ и УНДШ, назначение, конструктивные особенности, основные параметры и практическое применение.
48. Антенны РГ, РГД и ЭРГ, назначение, конструктивные особенности, основные параметры и практическое применение.
49. Антенны ЛПА пространственные и вертикальные, назначение, конструкция, основные параметры и практическое применение.
50. Антенны СГДРА, СВДРА и СГДНА, назначение, конструкция, направленные свойства и практическое применение..
51. Особенности излучения и распространения электромагнитных полей УКВ диапазона и требования, предъявляемые к антеннам данного диапазона.
52. Антенны УКВ биконическая и коническая, назначение, конструкция, принцип действия и основные параметры.
53. Антенна УКВ дискоконусная, назначение, конструкция и направленные свойства.
54. Цилиндрические спиральные УКВ антенны, назначение, конструкция, принцип действия и основные параметры.
55. Плоские и конические спиральные УКВ антенны, назначение, конструкция и направленные свойства.
56. Директорная антенна УКВ, назначение, конструкция, принцип действия и направленные свойства.

57. Линзовые УКВ антенны, назначение, конструкция, принцип действия и направленные свойства.
58. Рупорные УКВ антенны, назначение, конструкция, принцип действия и направленные свойства.
59. Зеркальные антенны, назначение, конструкция и принцип действия.
60. Однозеркальная антенна, принцип действия и основные параметры.
61. Двухзеркальные антенны, принцип действия и основные параметры.
62. Понятие о ФАР, пассивные и активные АР, методы управления диаграммой направленности.
63. Антенны с обработкой сигнала, ФАР с нелинейной обработкой сигнала.
64. Самофокусирующиеся ФАР, назначение, конструкция и принцип действия.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Устройства сверхвысоких частот и антенны: учебное пособие / Ю. П. Саломатов, В. С. Панько, К. В. Лемберг [и др.]. — Красноярск: СФУ, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-7638-4223-4. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181573>
2. Гошин, Г. Г. Устройства СВЧ и антенны: учебное пособие / Г. Г. Гошин. — Москва: ТУСУР, [б. г.]. — Часть 2: Антенны — 2012. — 159 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4952>

Дополнительная литература

1. Антенны и устройства (СВЧ): расчет и измерение характеристик: учеб. пособие для вузов / Ю. Е. Мительман [и др.]; под ред. Ю. Е. Мительмана; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Москва: Юрайт ; Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2017. - 138 с. - (Университеты России). - Библиогр.: с. 138. - ISBN 978-5-534-03401-1
2. Шпилевой А. А. Теория антенно-фидерных устройств систем связи: учеб. пособие / А. А. Шпилевой, В. Е. Пониматкин ; Балт. федер. ун-т им. И. Канта. - Калининград: БФУ им. И. Канта, 2011. - 112, [1] с.: рис. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 978-5-9971-0191-6 : Экземпляров - 35
3. Сомов А. М. Антенно-фидерные устройства: учеб. пособие для вузов / А. М. Сомов, В. В. Старостин, Р. В. Кабетов; под ред. А. М. Сомова. - М. : Горячая линия-Телеком, 2011. - 404 с. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 390-397. - ISBN 978-5-9912-0152-0
4. Нефедов Е. И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: учеб. пособие для вузов / Е. И. Нефедов. - М.: Академия, 2010. - 316, [1] с.: ил. - (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 307-313 (119 назв.). - ISBN 978-5-7695-6460-4
5. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн: учебник для вузов / Г. А. Ерохин [и др.] ; под ред. Г. А. Ерохина. - 2-е изд., испр. - М.: Горячая линия-Телеком, 2004. - 491 с.: ил. - (Учебник для вузов. Специальность). - Библиогр.: с.485-487 (65 назв.). - ISBN 5-93517-092-2

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по MBA
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 308 «Лаборатория антенно-фидерных устройств»

Состав лабораторного оборудования:

Доска маркерная передвижная

Лабораторная установка «Исследование характеристик направленности симметричных вибраторов»

Лабораторная установка «Исследование характеристик рупорных антенн»

Лабораторная установка «Исследование характеристик направленности зеркальной параболической антенны»

Лабораторная установка «Исследование характеристик направленности вибраторных антенн»

Лабораторная установка «Исследование диаграммы направленности спиральной антенны»

Лабораторная установка «Исследование характеристик направленности фазированной линейки спиральных облучателей»

Цифровой мультиметр Agilent 34410A

Генератор сигналов сложной /произвольной формы Agilent 33250A

Цифровой запоминающий осциллограф TDS1000B

Частотомер АКПП-5102

Осциллограф Agilent Персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5”, keyboard, Mouse, LAN, Internet access

Операционная система MS Windows 10 Home № договора Б-00388960 от 17.12.2018 (бессрочно) МОЙ ОФИС Профессиональный корп.академ. № договора 272-ЛД (бессрочно);
Антивирусное ПО антивирус Kaspersky Endpoint Security 11, № договора 10зк/32008795731 от 14.02.20 (по 05.03.22)

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Попов Андрей Алексеевич, старший преподаватель института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Радиотехнические измерения».

Цель дисциплины «Радиотехнические измерения» - изучение общих принципов и методов измерений радиотехнических величин и осознанного использования результатов стандартизации и сертификации, опирающихся на достижения передовой науки и практики.

Задачами дисциплины являются изучение методов и технических средств, обеспечивающих измерение основных радиотехнических параметров и характеристик, изучения методов и средств обработки результатов измерений, изучения методов и средств тестирования.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-1. Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации	ПКС-1.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.3. Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению	Знать: методы и способы проведения всех видов измерений параметров оборудования и сквозных каналов и трактов (настроечных, приёмосдаточных, эксплуатационных и аварийных); Уметь: применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; Владеть: выбором необходимых методов измерений.
ПКС-4. Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей связи	ПКС-4.1. Знает порядок и последовательность проведения работ по обслуживанию радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения ПКС-4.2. Умеет применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения ПКС-4.3. Владеет современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении схемотехнических,	Знать: способы и приёмы наладки, настройки, регулировки и испытания оборудования, тестирование, настройка и обслуживание аппаратно-программных средств; Уметь: организовать и осуществить проверку технического состояния и ресурса оборудования;

	системных и сетевых задач, правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем	применять современные методы их обслуживания и ремонта Владеть: обеспечением контроля за работой аппаратуры различного типа
ПКС-5. Способен осуществлять монтаж, настройку, регулировку, тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи, обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих установленным эксплуатационно-техническим нормам	ПКС-5.1. Знает действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов, методики проведения проверки технического состояния оборудования, трактов и каналов передачи ПКС-5.2. Умеет вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи ПКС-5.3. Владеет навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования программного обеспечения оборудования при его настройке, тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования	Знать: принципы метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации; Уметь: организовать и осуществить проверку технического состояния и ресурса оборудования; применять современные методы их обслуживания и ремонта Владеть: выбором необходимых приборов для проведения определенных измерений; навыками обработки результатов измерений.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Радиотехнические измерения» представляет собой дисциплину *формируемой участниками образовательных отношений* блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации

преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Метрология как наука об измерениях	Предмет и содержание курса. История возникновения измерений. Основные понятия и определения. Основные задачи, решаемые в курсе «Специальные радиотехнические измерения». Метрология. Эталоны: международный, государственный, рабочий. Меры. Устройства сравнения. Поверки приборов. Интервал.
2	Тема 2. Теория погрешности при радиотехнических измерениях.	Элементы математической теории случайных погрешностей. Погрешности измерений. Виды погрешностей: случайная, систематическая, приборная. Классы точности приборов. Законы распределения случайной погрешности. Доверительный интервал.
3	Тема 3 Методы измерения тока и напряжения. Современные измерительные приборы	Измерение силы тока и напряжения. Основные измерительные механизмы. АЦП принцип работы. Электронные вольтметры с импульсным и кодоимпульсным преобразованием. Интегрирующие цифровые вольтметры. Вольтметры эффективных, средневыпрямленных и амплитудных значений. Импульсные вольтметры. Цифровые вольтметры.
4	Тема 4 Измерительные генераторы	Генераторы различных диапазонов частот. Генераторы с кварцевой стабилизацией частоты, их роль в измерительных устройствах. Цифровые генераторы. Генераторы качающейся частоты и сигналов специальной формы. Генераторы шума.
5	Тема 5 Исследование формы сигнала	Электронные осциллографы. Цифровые осциллографы. Двухканальные и двухлучевые осциллографы. Скоростные и стробоскопические осциллографы
6	Тема 6 Методы измерения частоты и интервалов времени	Методы измерения частоты. Метод дискретного счета. Гетеродинный метод. Широкодиапазонные частотомеры. Синтезаторы частот. Стандарты частот кварцевые и квантово-механические. Цифровые методы измерения частоты и интервалов времени.

7	<i>Тема 7 Измерение фазового сдвига</i>	<i>Методы измерения разности фаз. Аналоговые и цифровые фазометры. Фазометры с преобразованием частоты. Цифровые фазометры.</i>
8	<i>Тема 8 Измерения электрической мощности</i>	<i>Методы измерения мощности. Измерение мощности в диапазонах низких и высоких частот. Измерение мощности диапазона СВЧ (термические, термоэлектрические, калориметрические ваттметры). Измерение мощности лазерного излучения. Цифровые ваттметры.</i>
9	<i>Тема 9 Измерение спектральных характеристик четырехполюсников</i>	<i>Измерение спектральных характеристик сигналов. Анализаторы спектра последовательного и параллельного типа. Анализаторы спектра с преобразованием частоты. Цифровой анализ спектра. Быстрое преобразование Фурье. Цифровые анализаторы спектра. Анализаторы спектра на цифровых фильтрах. Измерение нелинейных искажений.</i>
10	<i>Тема 10 Измерение параметров в сосредоточенных (R, L, C) и распределенных радиотехнических цепях</i>	<i>Измерение сосредоточенных элементов: сопротивлений R, емкостей C, индуктивностей L. Добротность индуктивностей и тангенс потерь емкостей. Мостовые схемы для измерения R, C, L, резонансные схемы, Q-метр. Основные виды измерений в радиотехнических цепях с распределенными параметрами. Согласование четырехполюсников, режимы работы длинных линий. Измерительные линии и мостовые устройства для измерения коэффициента стоячей волны (КСВ) и фазы.</i>
11	<i>Тема 11 Стандартизация и техническое регулирование</i>	<i>Цели стандартизации. Принципы стандартизации. Организация работ по стандартизации. Документы в области стандартизации. Международная стандартизация. Классификация стандартов. Цели применения технических регламентов. Виды технических регламентов. Порядок разработки и принятия технических регламентов. Государственный контроль и надзор за соблюдением технических регламентов.</i>
12	<i>Тема 12 Правовые основы обеспечения единства измерений</i>	<i>Необходимость правового регулирования метрологической деятельности. Основные положения Закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Государственный метрологический контроль и надзор. Калибровка СИ. Ответственность за нарушение законодательства по метрологии. Международные организации по метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).</i>

6. Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Метрология как наука об измерениях	Понятия и основные проблемы метрологии. Физические величины и их измерения
2	Тема 1. Метрология как наука об измерениях	Этапоны: международный, государственный, рабочий. Меры. Устройства сравнения. Поверки приборов. Интервал.
3	Тема 2. Теория погрешностей измерений	Элементы математической теории случайных погрешностей. Законы распределения случайной погрешности. Доверительный интервал.
4	Тема 2. Теория погрешностей измерений	Погрешности измерений. Модели объекта и погрешности измерений. Методы обработки результатов измерений и оценивание их погрешностей.
5	Тема 3 Методы измерения тока и напряжения. Современные измерительные приборы	Измерение токов и напряжений. Основные измерительные механизмы. АЦП принцип работы. Электронные вольтметры с импульсным и кодированным преобразованиями.
6	Тема 3 Методы измерения тока и напряжения. Современные измерительные приборы	Интегрирующие цифровые вольтметры. Вольтметры эффективных, средневыпрямленных и амплитудных значений. Импульсные вольтметры. Цифровые вольтметры
7	Тема 4 Измерительные генераторы	Генераторы различных диапазонов частот. Генераторы с кварцевой стабилизацией частоты, их роль в измерительных устройствах. Цифровые генераторы. Генераторы качающейся частоты и сигналов специальной формы. Генераторы шума
8	Тема 5 Исследование формы сигнала	Электронные осциллографы. Цифровые осциллографы.
9	Тема 5 Исследование формы сигнала	Двухканальные и двухлучевые осциллографы. Скоростные и стробоскопические осциллографы
10	Тема 6 Методы измерения частоты и интервалов времени	Методы измерения частоты. Метод дискретного счета. Гетеродинный метод. Широкодиапазонные частотомеры.
11	Тема 6 Методы измерения частоты и интервалов времени	Синтезаторы частот. Стандарты частот кварцевые и квантово-механические. Цифровые методы измерения частоты и интервалов времени
12	Тема 7 Измерение фазового сдвига	Методы измерения разности фаз. Аналоговые и цифровые фазометры. Фазометры с преобразованием частоты. Цифровые фазометры.
13	Тема 8 Измерения электрической мощности	Методы измерения мощности. Измерение мощности в диапазонах низких и высоких частот.
14	Тема 8 Измерения электрической мощности	Измерение мощности диапазона СВЧ (термические, термоэлектрические, калориметрические ваттметры). Измерение мощности лазерного излучения. Цифровые ваттметры.
15	Тема 9 Измерение спектральных характеристик четырехполосников	Анализ спектра сигналов. Параллельный и последовательный анализ спектра. Цифровой анализ спектра. Быстрое преобразование Фурье. Цифровые анализаторы спектра. Анализаторы

		<i>спектра на цифровых фильтрах. Измерение нелинейных искажений.</i>
16	<i>Тема 10 Измерение параметров в сосредоточенных (R,L,C) и распределенных радиотехнических цепях</i>	<i>Стандартизация Технические регламент.</i>
17	<i>Тема 11 Стандартизация и техническое регулирование ствия</i>	<i>Стандартизация Технические регламент.</i>
18	<i>Тема 12 Правовые основы обеспечения единства измерений</i>	<i>Правовое регулирование метрологической деятельности.</i>

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	<i>Тема 2. Теория погрешностей измерений</i>	<i>Изучение цифровых мультиметров. Расчет статистической погрешности</i>
2	<i>Тема 3 Методы измерения тока и напряжения. Современные измерительные приборы</i>	<i>Изучение работы цифрового мультиметра Agilent 34410A, стрелочного вольтметра переменного тока GW Instek GVT417B</i>
3	<i>Тема 3 Методы измерения тока и напряжения. Современные измерительные приборы</i>	<i>Измерение постоянных напряжений и токов. Расчет внутреннего сопротивления источника</i>
4	<i>Тема 4 Измерительные генераторы</i>	<i>Измерение переменных напряжений различной формы. Виды детекторов переменных напряжений. Изучение работы цифрового генератора Agilent 32210A (Agilent 33250A)</i>
5	<i>Тема 5 Исследование формы сигнала</i>	<i>ВАХ 2-х полюсников</i>
6	<i>Тема 5 Исследование формы сигнала</i>	<i>Изучение работы цифрового осциллографа</i>
7	<i>Тема 8 Измерения электрической мощности</i>	<i>Ватт – Амперная характеристика лазерного диода</i>
8	<i>Тема 9 Измерение спектральных характеристик четырехполюсников</i>	<i>АЧХ 4-х полюсников</i>
9	<i>Тема 10 Измерение параметров в сосредоточенных (R,L,C) и распределенных радиотехнических цепях</i>	<i>Изучение измерителя LCR - 78101 Измерение коэффициента передачи транзистора</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. *Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Понятия и основные проблемы метрологии. Физические величины и их измерения. Законы распределения случайной погрешности. Доверительный интервал. Погрешности измерений. Модели объекта и погрешности измерений. Методы обработки результатов измерений и оценивание их погрешностей. Измерение токов и напряжений. Основные измерительные механизмы. АЦП принцип работы. Электронные вольтметры с импульсным и кодимпульсным преобразованиями. Измерительные генераторы. Генераторы с кварцевой стабилизацией частоты, их роль в измерительных и компьютерных устройствах.*

Исследование формы напряжения. Осциллографы. Измерение частоты и интервалов времени. Синтезаторы частот. Измерение фазового сдвига. Измерение электрической мощности. Анализ спектра сигналов. Параллельный и последовательный анализ спектра. Цифровой анализ спектра. Быстрое преобразование Фурье. Цифровые анализаторы спектра. Анализаторы спектра на цифровых фильтрах. Измерение нелинейных искажений. Основные виды измерений в радиотехнических цепях с распределенными параметрами. Согласование четырехполюсников, режимы работы длинных линий. Измерительные линии и мостовые устройства. Стандартизация. Технические регламенты. Подтверждение соответствия. Сертификация систем обеспечения качества. Правовое регулирование метрологической деятельности.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации

преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем

дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 2. Теория погрешностей измерений	ПКС-1; ПКС-4; ПКС-5	Допуск, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 3 Методы измерения тока и напряжения. Современные измерительные приборы	ПКС-1; ПКС-4; ПКС-5	Допуск, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 4 Измерительные генераторы	ПКС-1; ПКС-4; ПКС-5	Допуск, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 5 Исследование формы сигнала	ПКС-1; ПКС-4; ПКС-5	Допуск, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 8 Измерения электрической мощности	ПКС-1; ПКС-4; ПКС-5	Допуск, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 9 Измерение спектральных характеристик четырехполюсников	ПКС-1; ПКС-4; ПКС-5	Допуск, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 10 Измерение параметров в сосредоточенных (R,L,C) и распределенных радиотехнических цепях	ПКС-1; ПКС-4; ПКС-5	Допуск, выполнение и защита лабораторных работ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

По теме 1. Метрология как наука об измерениях

1. Качественной характеристикой физической величины является....

<i>размерность</i>
<i>погрешность измерений</i>
<i>постоянство во времени</i>
<i>размер</i>

2. Основной единицей системы SI не является ...

<i>ампер</i>
<i>кельвин</i>
<i>кандела</i>
<i>вольт</i>

3. Рабочий эталон применяется для ...

<i>сличения эталона-копии</i>
<i>сличения эталона сравнения</i>
<i>передачи размера единицы величины рабочим средствам измерений</i>
<i>сличение с государственных эталоном</i>

4. Свойство, общее в качественном отношении для множества объектов, но индивидуальное в количественном отношении для каждого из них, называется

<i>размером физической величины</i>
<i>размерностью физической величины</i>
<i>физической величиной</i>
<i>фактором</i>

5. По международной системе единиц физических величин сила измеряется

<i>м/с</i>
<i>кг/м·с²</i>
<i>рад/с</i>
<i>ньютон</i>

6. Метрологическими характеристиками средств измерений называются характеристики их свойств, ...

<i>оказывающие влияние на объект измерения</i>
<i>оказывающие влияние на результаты и точность измерений</i>
<i>учитывающие условия выполнения измерений</i>
<i>обеспечивающие метрологическую надежность</i>

7. По уровню автоматизации различают средства измерения:

<i>автоматические</i>
<i>автоматизированные</i>
<i>централизованные</i>
<i>неавтоматические</i>
<i>оптимизированные</i>

локальные

8. Утверждение, названное основным постулатом метрологии, гласит:

каждый метод измерения имеет свою погрешность
погрешность измерений имеет предел
истинное значение измеряемой величины находится экспериментально
отсчёт при измерении является случайным числом

9. Задачами метрологии являются

установление единиц физических величин
разработка методов оценки погрешности
оформление документации
обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений

10. Совокупность основных и произвольных единиц физических величин, образованная в соответствии с принципами для заданной системы физических величин, называется системой...

единиц физических величин
обеспечения единства измерений
классификации
стандартизации

По теме 2. Теория погрешностей измерений

1. По условиям проведения измерений погрешности разделяются на ...

систематические и случайные
методические и инструментальные
основные и дополнительные
абсолютные и относительные

2. При выборе средства измерения температуры производственного помещения 20 ± 3 °C предел допускаемой погрешности измерения следует принять

1,5 °C
3,0 °C
0,5 °C
6,0 °C

3. Источником погрешности не является...

примененное средство измерений
примененный метод измерений

<i>отклонение условий выполнения измерений от нормальных</i>
<i>возможное отклонение измеряемой величины</i>

4. При суммировании составляющих погрешностей измерений принимается допущение, что все составляющие погрешности...

<i>имеют нормальное распределение</i>
<i>рассматриваются как случайные величины</i>
<i>суммируются только систематические погрешности</i>
<i>не коррелированы</i>

5. Реальная погрешность измерения оценивается ...

<i>погрешностью применяемого метода</i>
<i>реальную погрешность до выполнения измерений оценить нельзя</i>
<i>суммированием составляющих погрешностей возможных источников</i>
<i>погрешностью средства измерения</i>

6. В основе определения допускаемой погрешности измерения лежит принцип:

<i>пренебрежимо малые влияния погрешности измерения на результат измерения.</i>
<i>случайности значения отсчёта.</i>
<i>погрешности СИ значительно больше других составляющих.</i>
<i>реальная погрешность измерений всегда имеет предел</i>

7. При измерении физической величины прибором погрешность, возникающая при отклонении температуры среды от нормальной следует назвать как ...

<i>Относительную</i>
<i>Инструментальную</i>
<i>Субъективную</i>
<i>Методическую</i>

8. Погрешность измерения размера тонкостенной детали под действием измерительной силы при его контроле является...

<i>дополнительной</i>

<i>инструментальной</i>
<i>методической</i>
<i>грубой</i>

9. *Правильность измерений характеризуется...*

<i>близостью к нулю случайных погрешностей</i>
<i>отсутствием грубых погрешностей</i>
<i>близостью к нулю систематических погрешностей</i>
<i>отсутствием субъективных погрешностей</i>

10. *Вольтметр с пределами измерений 0..250В класса точности 0,2 показывает 200В. Предел допустимой абсолютной погрешности измерения вольтметра равен*

<i>0,2 В</i>
<i>0,5 В</i>
<i>0,4 В</i>
<i>0,3 В</i>

По теме 3. Методы и средства измерений физических величин

1. *Измерения с использованием метода совпадений осуществляют с помощью...*

<i>микрометра</i>
<i>манометра</i>
<i>профилометра</i>
<i>итангенциркуля</i>

2. *Измерения по методу непосредственной оценки реализуются в ...*

<i>фазометрах</i>
<i>итангенинструментах</i>
<i>микрометрах</i>
<i>амперметрах</i>

3. *По способу формирования выходного сигнала измерительные преобразователи могут быть...*

<i>параметрические</i>
<i>синусоидальные</i>
<i>дисперсионные</i>
<i>генераторные</i>

4. *Если коэффициент развертки осциллографа равен 5 мс, то частота сигнала равна...*



200 кГц
5 кГц
50 кГц
100 кГц

5. Если коэффициент отклонения 0,2 В/С амплитуда сигнала равна...

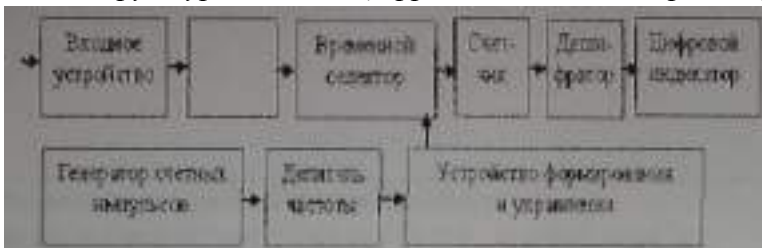


0,8 В
1 В
0,4 В
0,2 В

6. Для измерения температуры до 2500°C следует применить...

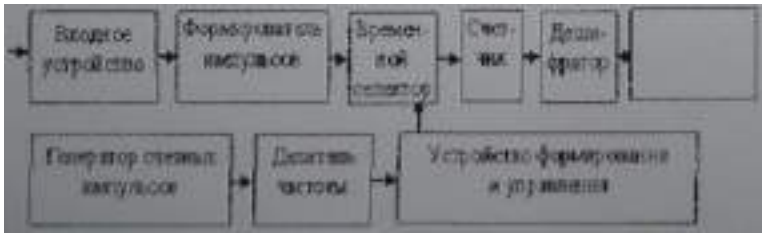
фотоэлектрический цветовой пирометр
кварцевый термометр
термоэлектрический термометр
термометр сопротивления

7. На структурной схеме цифрового частотомера отсутствующий блок представляет...



формирователь импульсов
фильтр
детектор
кварцевый резонатор

8. На структурной схеме цифрового частотомера отсутствующий блок представляет...



ЦАП
цифровой индикатор
усилитель
детектор

9. Измерительная система автоматического контроля выполняет функции...

контроля технологических процессов
определения работоспособности элемента и локализации неисправности
определения принадлежности объекта к одной из известных групп объектов
получение максимального количества достоверной измерительной информации об объекте

10. Использование автоматизированной системы контроля и управления сбором данных для выявления неисправностей называется...

автоматической блокировкой
автоматическим регулированием
технической диагностикой
предельной защитой

По теме 11. Стандартизация и техническое регулирование

1. Стандартизация, участие в которой открыто для национальных органов по стандартизации стран только одного географического, политического или экономического региона – это ...

государственная стандартизация
национальная стандартизация
региональная стандартизация
международная стандартизация

2. Документ, устанавливающий технические требования, которым должна удовлетворять продукция или услуга, а также процедуры, с помощью которых можно установить, соблюдены ли данные требования – это ...

рекомендации по стандартизации
национальный стандарт
сертификат
технические условия

3. Основные требования к организации производства и оборота продукции на рынке, к методам выполнения различного рода работ, а также методам контроля этих требований в технологических процессах устанавливают

<i>стандарты на продукцию</i>
<i>стандарты на процессы и работы</i>
<i>стандарты на термины и определения</i>
<i>основополагающие стандарты</i>

4. Одним из основных принципов стандартизации, установленных ГОСТ Р 1.0-2004 является

<i>обязательность применения стандартов во всех сферах</i>
<i>добровольность применения стандартов</i>
<i>закрытость информации по стандартам</i>
<i>необязательность достижения консенсуса всех заинтересованных сторон при разработке стандарта</i>

5. Стандарты серии ИСО 9000 разработала...

<i>международная организация по стандартизации</i>
<i>международная электротехническая комиссия</i>
<i>международная организация мер и весов</i>
<i>европейский комитет по стандартизации</i>

6. Технический регламент (в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании») представляет собой...

<i>деятельность по установлению правил и характеристик в сферах производства и обращения продукции</i>
<i>документ, который устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования</i>
<i>определенный порядок документального удостоверения соответствия продукции</i>
<i>документ, в котором устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства</i>

7. Правовые основы подтверждения соответствия продукции (или иных объектов) требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров установлены...

<i>ФЗ «О техническом регулировании»</i>
<i>ФЗ «О защите прав потребителей»</i>
<i>ФЗ «О сертификации продукции и услуг»</i>
<i>ФЗ «О стандартизации»</i>

8. Сфера применения ФЗ «О техническом регулировании» распространяется...

<i>на положения о бухучете</i>
<i>на правила аудиторской деятельности</i>

<i>на единую сеть связи РФ</i>
<i>на государственные образовательные стандарты</i>
<i>на стандарты эмиссии ценных бумаг</i>
<i>на требования к продукции</i>
<i>на требования к процессам производства продукции</i>
<i>на требования к выполнению работ и оказанию услуг</i>

9. Требования технических регламентов (в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании») обеспечивают...

<i>биологическую и химическую безопасность</i>
<i>взрывобезопасность, пожарную безопасность</i>
<i>единство измерений</i>
<i>юридическая безопасность</i>
<i>безопасность излучений</i>

10. В соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных и добровольных требований к продукции, услугам и процессам, а также правовое регулирование отношений в области оценки соответствия называется...

<i>техническим регламентированием</i>
<i>техническим управлением</i>
<i>стандартизацией</i>
<i>техническим регулированием</i>

По теме 11. Сертификация и подтверждение соответствия

1. Документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов

<i>сертификат соответствия</i>
<i>знак соответствия</i>
<i>аттестат</i>
<i>свидетельство о соответствии</i>

2. Законодательные основы сертификации в Российской Федерации определены Федеральным законом...

<i>«О техническом регулировании»</i>
<i>«О сертификации продукции и услуг»</i>
<i>«О стандартизации»</i>
<i>«Об обеспечении единства измерений»</i>

3. Срок действия сертификата соответствия согласно Федеральному закону «О техническом регулировании» устанавливается...

<i>органом по сертификации</i>
<i>соответствующим техническим регламентом</i>
<i>заявителем</i>

аккредитованной испытательной лабораторией (центром)

4. Обязательное подтверждение соответствия может быть в форме...

декларирования соответствия

лицензирования

обязательной сертификации

добровольной сертификации

5. Обязательной сертификации подлежат услуги...

оптовой торговли

технического обслуживания и ремонта транспортных средств
--

общественного питания

образования

6. Подтверждение соответствия на территории РФ может носить характер ...

добровольный или обязательный

только в форме принятия декларации о соответствии

только добровольный

только обязательный

7. Совокупность правил выполнения работ по сертификации, её участников, и условий функционирования в целом называется...

схемой сертификации

советом по сертификации

органом по сертификации

системой сертификации

8. Этапы процесса аккредитации испытательной лаборатории предусматривают ...

инспекционный контроль

подачу заявки

повторную аккредитацию

проведение экспертизы

9. Обязательной сертификации подлежат:

продукция

Персонал

системы качества

Услуги

10. Сертификация-это форма подтверждения соответствия требованиям:

технических регламентов

национальных стандартов

<i>экономических законов</i>
<i>положениям международных стандартов</i>

По теме 12. Правовые основы обеспечения единства измерений

1. Единство измерений — это...

<i>техническое устройство, предназначенное для измерений</i>
<i>состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью</i>
<i>совокупность операций, необходимая для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению</i>
<i>совокупность операций для установления значения величины</i>

2. Метрологическая служба — это...

<i>совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений</i>
<i>постоянное слежение, надзор, а также измерение или испытание через определенные интервалы времени</i>
<i>деятельность метрологической службы, направленная на достижение и поддержание единства измерений</i>
<i>технический комплекс, позволяющий осуществлять измерения</i>

3. Процесс измерения представляет собой...

<i>совокупность операций для установления значения величины</i>
<i>постоянное слежение, надзор, а также измерение через определенные интервалы времени</i>
<i>состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью</i>
<i>совокупность операций, необходимую для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению.</i>

4. Средства измерений представляют собой...

<i>совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений</i>
<i>техническое устройство, предназначенное для измерений</i>
<i>средство испытаний, представляющие собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний</i>
<i>установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений</i>

5. Центр стандартизации и метрологии (ЦСМ) осуществляет государственный контроль и надзор

<i>на определенном предприятии</i>
<i>на всей территории РФ</i>
<i>на всех предприятиях одной отрасли</i>
<i>на определенной закрепленной за ним части территории РФ</i>

6. Состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные пределы с заданной вероятностью называются ...

<i>утверждением типа средств измерений</i>
<i>единством измерений</i>
<i>системой калибровки средств измерений</i>
<i>метрологическим контролем и надзором</i>

7. Государственному метрологическому надзору не подлежит ...

<i>рабочие эталоны, используемые для калибровки средств измерений</i>
<i>рабочие эталоны, используемые для поверки средств измерений</i>
<i>соблюдение метрологических правил и норм</i>
<i>количество товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций</i>

8. Общим в процедуре калибровки и поверки является ...

<i>добровольность проведения процедур</i>
<i>определение действительных метрологических характеристик средств измерений</i>
<i>возможность установления соответствия не по всем требованиям к средству измерений</i>
<i>обязательность проведения процедур</i>

9. Научной основой обеспечения единства измерений является:

<i>систематизация</i>
<i>метрология</i>
<i>стандартизированные методики выполнения измерений</i>
<i>теоретическая база стандартизации</i>

10. Решение об утверждении типа средств измерений принимается ...

<i>правительством РФ</i>
<i>главным метрологом предприятия</i>
<i>федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии</i>
<i>министерством промышленности и энергетики РФ</i>

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:

К теме 2. Теория погрешностей измерений

Работа №1. Прямые и косвенные однократные измерения

1. Цель работы

Приобретение навыков планирования и выполнения прямых и косвенных однократных измерений. Получение опыта по выбору средств измерений, обеспечивающих решение поставленной измерительной задачи. Изучение способов обработки и правильного представления результатов прямых и косвенных однократных измерений.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- основные понятия метрологии;
- классификация и характеристики измерений;
- классификация и характеристики средств измерений;
- способы получения и представления результатов однократных измерений;
- принцип действия, устройство и характеристики средств измерений, используемых при выполнении настоящей работы.

Работа № 2. Обработка и представление результатов однократных измерений при наличии систематической погрешности

1. Цель работы

Получение навыков обнаружения и устранения влияния систематических погрешностей на результаты прямых однократных измерений.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- Классификация и характеристики систематических погрешностей измерений.
- Результат измерений, погрешность результата измерений.
- Поправки и их практическое использование.
- Способы получения и представления результатов измерений при наличии систематической погрешности.
- Принцип действия, устройство и характеристики средств измерений, используемых при выполнении настоящей работы. Подавляющее большинство измерений являются однократными. Систематические погрешности могут существенно исказить результаты таких измерений. Поэтому обнаружению и устранению источников систематических погрешностей придается большое значение.

Работа № 3. Стандартная обработка результатов прямых измерений с многократными наблюдениями

1. Цель работы

Ознакомление с методикой выполнения прямых измерений с многократными наблюдениями. Получение в этом случае навыков стандартной обработки результатов наблюдений, оценивания погрешностей и представления результатов измерений.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Используя рекомендованную литературу, настоящее описание, ознакомьтесь со следующими вопросами:

- Измерения с многократными наблюдениями.*
- Классификация и характеристики случайных погрешностей измерений.*
- Способы получения и представления результатов измерений при наличии как случайной, так и систематической составляющих погрешности.*
- Стандартные способы обработки и представления результатов прямых измерений с многократными, независимыми наблюдениями при наличии случайной погрешности.*
- Принцип действия, устройство и характеристики средств измерений, используемых при выполнении настоящей работы.*

К теме 3. Методы и средства измерений физических величин

Работа №4. Измерение постоянного напряжения и тока

1. Цель работы:

Ознакомление с методикой выполнения измерений постоянного тока и напряжения, исследование влияния подключения приборов, а также влияние переключения пределов измерений приборов на режим работы измеряемой цепи. Получение в этом случае навыков стандартной обработки результатов наблюдений, оценивания погрешностей и представления результатов измерений.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

- 1. Принцип измерения постоянного напряжения вольтметрами. Какие погрешности возникают при измерении?*
- 2. Подключение вольтметра и амперметра при измерении.*
- 3. Принцип измерения постоянного тока амперметрами. Какие погрешности возникают при измерении?*
- 4. Принцип работы АЦП и его составные части.*
- 5. Расширение пределов измерения вольтметра и амперметра. Какие изменения надо внести в схемы приборов?*
- 6. Осуществление измерений в режиме холостого хода.*
- 7. Осуществление измерений в режиме короткого замыкания.*

8. *Формулировка закона Ома для полной цепи.*

Работа №5. Измерение переменного напряжения

1. Цель работы

Изучить принцип действия, устройство электронных вольтметров: амплитудного, среднеквадратичного и средневыпрямленного значений напряжения.

Изучить особенности измерения напряжения электронными вольтметрами переменного тока.

Получить практические навыки работы с измерительными приборами.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

- 1. Принцип измерения переменного напряжения вольтметрами, какие погрешности возникают при измерении.*
- 2. Принцип измерения переменной силы тока амперметрами, какие погрешности возникают при измерении.*
- 3. Типы вольтметров переменного напряжения.*
- 4. Какие выходные типы напряжений формирует генератор Agilent 33220.*
- 5. Объясните структурную схему цифрового вольтметра переменного напряжения.*
- 6. Среднеквадратичное значение переменного напряжения.*
- 7. От чего зависит рабочий диапазон частот вольтметра переменного напряжения?*

Работа №6. Изучение методов измерения вольт-амперных характеристик двухполюсников

1. Цель работы

-Изучить методы измерения вольт-амперных характеристик двухполюсников.

-Получить навыки в построении вольт-амперных характеристик по имеющимся данным.

-Получить навыки в измерении напряжений и токов.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

- 1. Вольт-амперная характеристика стабилитрона, ее характерные особенности.*
- 2. Вольт-амперная характеристика выпрямительного диода, ее характерные особенности для кремниевых и германиевых диодов.*
- 3. Вольт-амперная характеристика стабилитора, ее характерные особенности.*
- 4. Вольт-амперная характеристика диода Ганна, ее характерные особенности.*
- 5. Вольт-амперная характеристика диода Шотки, ее характерные особенности.*

6. *Вольт-амперная характеристика резистора. Какой параметр резистора по ней можно определить?*
7. *Вольт-амперная характеристика варикапа, ее характерные особенности.*

Работа №7. Изучение методов измерения амплитудно-частотных характеристик 4-х полюсников

1. Цель работы

Изучить методы измерения амплитудно-частотных характеристик четырехполюсников.

Ознакомиться с различными типами четырехполюсников.

Получить навыки работы с измерительными приборами.

Применить знания, полученные в предыдущей работе при измерении переменных напряжений.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

1. *Какие четырехполюсники называют активными и почему?*
2. *Коэффициент усиления и полоса рабочих частот активного Четырехполюсника?*
3. *Особенности ачх фильтров нижних и верхних частот. Какой параметр фильтра можно определить по его ачх?*
4. *Особенности ачх режсекторного фильтра. Какой параметр фильтра можно определить по его ачх?*
5. *Особенности ачх полосового фильтра. Какой параметр фильтра можно определить по его ачх?*
6. *Ачх измерительных приборов. Какие параметры ачх измерительных приборов (амперметров и вольтметров переменного напряжения)?*
7. *От чего зависит рабочий диапазон частот вольтметра переменного напряжения?*

Работа №8. Изучение измерительных генераторов высоких частот.

1. Цель работы

Изучить назначение, нормируемые параметры, устройство и структурные схемы генераторов типа Г4, методы поверки основных метрологических характеристик.

Приобрести практические навыки работы с измерительными генераторами высоких частот.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

- 1. Каковы назначение и классификация измерительных генераторов?*
- 2. Каковы основные нормируемые параметры генераторов синусоидальных сигналов?*
- 3. Какова типичная структурная схема генератора высоких частот с амплитудной модуляцией?*
- 4. Какова структурная схема формирования поддиапазонов генераторов высоких частот на основе деления частоты?*
- 5. Как осуществляется работа генератора Г4- в режимах:*
 - непрерывной генерации;*
 - внутренней и внешней амплитудной модуляции;*
 - максимального сигнала?*
- 6. Как достигается постоянство установленного выходного напряжения генератора?*

Работа №9. Измерение параметров периодического напряжения с помощью осциллографа.

1. Цель работы.

Приобретение навыков измерения параметров периодического напряжения с помощью осциллографа. Получение сведений о характеристиках и устройстве осциллографа.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

- 1. От чего зависит погрешность измерения амплитуды при помощи осциллографа?*
- 2. Как измерить задержку между двумя периодическими сигналами?*
- 3. Почему при осциллографических измерениях размер изображения на экране стремятся по возможности увеличить?*
- 4. Каким образом можно повысить качество осциллографических измерений?*
- 5. Чем определяется погрешность измерения временных параметров сигнала с помощью осциллографа?*
- 6. Для чего производится калибровка каналов осциллографа?*

7. *От каких факторов зависит погрешность воспроизведения формы исследуемого сигнала?*

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. *Электромеханические измерители тока (магнитоэлектрические, электромагнитные и др.)*
2. *Термоэлектрические преобразователи и приборы (амперметры на ВЧ)*
3. *Электронные ВЧ вольтметры с пиковыми детекторами на входах.*
4. *Селективные (избирательные) вольтметры.*
5. *Аналоговые осциллографы. Виды разверток.*
6. *Стробоскопические осциллографы.*
7. *Запоминающие осциллографы на специальных ЗЭЛТ.*
8. *Цифровые электронные осциллографы.*
9. *Генераторы гармонических колебаний низких частот (RC) и генераторы колебаний сложной формы.*
10. *Генераторы гармонических колебаний высоких частот (LC) с модуляцией (АМ и ЧМ).*
11. *Генераторы с диапазонно-кварцевой стабилизацией частоты (синтезаторы частот).*
12. *Измерительные генераторы шумовых (случайных сигналов). Физические источники шума.*
13. *Выходные цепи измерительных генераторов (аттенюаторы).*
14. *Аналоговые измерители частоты (конденсаторные, резонансные и др.), оценка их погрешностей.*
15. *Цифровые измерители частоты и периода колебаний, структурные схемы и особенности работы в обоих режимах, оценка погрешностей измерения.*
16. *Расширение возможностей цифровых частотомеров в области СВЧ с помощью понижающих преобразователей частоты.*
17. *Применение микропроцессоров в цифровых частотомерах.*
18. *Сличение образцовых генераторов с эталоном. Компараторы частот.*
19. *Измерение разности фаз гармонических колебаний электронным осциллографом, оценка погрешностей измерений.*
20. *Измерение разности фаз компенсационным методом с помощью регулируемых фазовращателей.*
21. *Измерение разности фаз с преобразованием её в интервал времени.*

22. *Высокочастотные фазометры с преобразованием частоты. Аналоговые и цифровые фазометры.*
23. *Измерение интервалов времени цифровыми приборами. Способы уменьшения погрешностей (нониусный метод).*
24. *Понятие спектра для различных сигналов (непериодических и периодических). Амплитудный и фазовый спектры, спектр мощности, связь спектра с временными параметрами сигнала.*
25. *Фильтровые методы спектрального анализа (параллельный и последовательный). Панорамный анализатор спектра (структурная схема и принцип работы, статическая и динамическая разрешающая способность по частоте).*
26. *Безфильтровые анализаторы спектра (на дисперсионных линиях задержки, с рециркуляторами с прямым преобразованием Фурье, с коррелометром), их особенности.*
27. *Цифровые анализаторы спектра (устройство, принципы (и алгоритмы) работы, расширенные возможности применения).*
28. *Измерение нелинейных искажений. Устройство и работа ИНИ с режекторным фильтром, оценка погрешностей.*
29. *Измерение параметров амплитудной модуляции (АМ) радиосигналов. Устройство и работа измерителя АМ с амплитудными детекторами.*
30. *Измерение параметров частотной модуляции (ЧМ) радиосигналов. Устройство и работа измерителя девиации ЧМ с частотным детектором.*
31. *Измерение нелинейных искажений, параметров АМ и ЧМ с помощью анализатора спектра.*
32. *Определение понятий мощности. Мгновенная и средняя мощность, импульсная мощность. Поглощаемая и проходящая мощность в линиях передачи СВЧ, влияние согласования (с нагрузкой).*
33. *Простые измерители поглощаемой мощности (на основе ВЧ-амперметров и пиковых вольтметров).*
34. *Термоэлектрические измерители мощности (с термоэлектрическими преобразователями) на СВЧ.*
35. *Термисторные (болометрические) измерители мощности.*
36. *Параметры электромагнитного поля, связь между ними.*
37. *Индикаторы поля с рамочной антенной (в диапазоне ДВ, СВ и КВ).*
38. *Индикаторы поля со штыревыми, дипольными и рупорными антеннами (в диапазоне УКВ и СВЧ).*
39. *Измерительные радиоприёмники и измерители радиопомех.*

40. Использование измерителей добротности для измерения полных сопротивлений на ВЧ.
41. Использование длинных линий для измерения полных сопротивлений на ВЧ и СВЧ. Измерительные линии.
42. Простые измерители полных сопротивлений (рефлектометры) на ВЧ и СВЧ.
43. Измерители КСВ и ослаблений на ВЧ и СВЧ панорамные.
44. Методы измерения параметров n/p диодов и транзисторов на НЧ и ВЧ при малых и больших сигналах.
45. Измерители параметров биполярных транзисторов на НЧ и ВЧ.
46. Измерители параметров полевых транзисторов на НЧ и ВЧ.
47. Измерители АЧХ четырехполюсников (панорамные) на НЧ и ВЧ.
48. Измерение S – параметров четырехполюсников на СВЧ.
49. Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения на ВЧ и СВЧ.
50. Измерение шумовых параметров четырёхполюсников.
51. Цели и задачи автоматизации измерений.
52. Первые шаги автоматизации, создание панорамных измерителей различных величин и характеристик.
53. Автоматизация цифровых измерений и приборов, создание автоматизированных измерительных систем и комплексов.
54. Расширение функциональных возможностей ЦИП путём встраивания в них дополнительных узлов (вычислительных, сервисных).
55. Автоматизация ЦИП на основе микропроцессоров и микрокомпьютеров.
56. Интерфейс (стандартизованный) для измерительных систем (приборный интерфейс СТЭК – канал общего пользования (КОП)): особенности построения и функционирования.
57. Принципы построения интерфейсов для создания ИВК и ИВС, их разновидности.
58. Виртуальные измерительные приборы на базе персональных компьютеров (ПК) – последние достижения автоматизации радиоизмерений.
59. Физические величины, измерение физических величин. Понятие метрологии.
60. Принципы, методы и методики измерений. Классификация измерений.
61. Системы единиц физических величин. Эталоны и их использование.
62. Модели объекта и погрешности измерений.
63. Источники и классификация погрешностей измерений.
64. Методы обработки результатов измерений.
65. Измерение активных сопротивлений. Мостовые измерители параметров элементов.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Боларев, Б. П. *Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия* : учеб. пособие / Б. П. Боларев. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 252, [1] с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 247-249 (53 назв.). - ISBN 978-5-16-006182-5
2. Лифиц, И. М. *Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия* : учеб. для бакалавров / И. М. Лифиц. - 10-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 393 с. : ил., табл. - (Бакалавр). - Библиогр.: с. 391-393. - ISBN 978-5-9916-1453-5. - ISBN 978-5-9692-1232-9

Дополнительная литература

1. Радкевич, Я. М. *Метрология, стандартизация и сертификация* : учеб. для бакалавров вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. - М. : Юрайт, 2012. - 813 с. : ил., табл. - (Бакалавр). - ISBN 978-5-9916-1561-7
2. Димов, Ю. В. *Метрология, стандартизация и сертификация*: учеб. для вузов/ Ю. В. Димов. - [4-е изд.]. - Москва; Санкт-Петербург; Нижний Новгород: Питер, 2013. - 496 с.: ил. - (Учебник для вузов). - (Стандарт третьего поколения). - Библиогр.: с. 494-496 (50 назв.). - ISBN 978-5-496-00033-8: 400.00, 560.00, 400.00, р. Имеются экземпляры в отделах: всего 12: УБ(11), ч.з.Н3(1)
3. *Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах*: учеб. для вузов/ под ред. В. И. Нефедова. - М.: Высш. шк., 2001. - 383 с. - Библиогр.: с. 355. - ISBN 5-06-004069-0: 46.55, 167.30, 66.00, р. Имеются экземпляры в отделах: всего 13: НА(2), УБ(10), ч.з.Н10(1)

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;

- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 422 «Лаборатория мейрологии и специзмерений»

Состав лабораторного оборудования:

Лабораторный учебный комплект содержащий функциональный генератор с кнопочным выбором требуемого выходного сигнала и регулировкой его уровня; регулируемый источник постоянного напряжения и тока; блок АЦП и ЦАП; блок для исследования двухполюсных полупроводниковых приборов; блок для исследования АЧХ четырехполюсников -4 шт.

Оциллограф цифровой Agilent Technologies DSO1002A -4 шт.

Генератор сигналов Agilent Technologies 33210A -4 шт.

Вольтметр универсальный Agilent Technologies 34410A -4 шт.

Вольтметр аналоговый GoodWill Inst GVT-417B -4 шт.

Вольтметр M-890B+ -4 шт.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сети спутниковой связи и цифрового телевидения»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Савченко Михаил Петрович, к. т. н., доцент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Сети спутниковой связи и цифрового телевидения».

Цель дисциплины «Сети спутниковой связи и цифрового телевидения» - получение знаний о современных фиксированных и подвижных системах спутниковой и наземной радиосвязи, спутникового телевизионного и радиовещания.

Задачи дисциплины: обучение студентов методам эксплуатации систем радиосвязи; обучение способам контроля основных электрических параметров радиооборудования, контроля параметров каналов, образованных с помощью этого оборудования; приобретение знаний для организации каналов радиосвязи с заданными характеристиками и доведением их до потребителей; ознакомление студентов с российскими национальными и международными проектами в области спутниковых и наземных систем радиосвязи и стандартами в этой области.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-5. Способен осуществлять монтаж, настройку, регулировку, тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи, обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих установленным эксплуатационно-техническим нормам	ПКС-5.1. Знает действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов, методики проведения проверки технического состояния оборудования, трактов и каналов передачи ПКС-5.2. Умеет вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи ПКС-5.3. Владеет навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования программного обеспечения оборудования при его настройке, тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования	Знать: принципы организации спутниковой и наземной радиосвязи; существующие модели расчета и методы анализа работы инфокоммуникационных систем и сетей, теоретические основы построения систем и сетей спутниковой и наземной радиосвязи. Уметь: разрабатывать современные сети спутниковой и наземной радиосвязи; проведения расчетов по проектированию сетей, сооружений и средств радиосвязи в соответствии с требованиями технического задания по объему и видам передаваемой информации и помехозащищенности. Владеть: современными средствами разработки сетей спутниковой и наземной радиосвязи
ПКС-8. Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с	ПКС-8.1. Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи автоматизации	Знать: современные методы обслуживания и ремонта, способы резервирования, нормативную базу Уметь: производить поиск и устранение неисправностей.

использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации ПКС-8.2. Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта ПКС-8.3. Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации	Владеть: навыками проведения монтажа, наладки, регулировки и сдачи в эксплуатацию систем радиосвязи с доведением услуг до пользователя; навыками настройки и регулировки систем радиосвязи при производстве, установке и технической эксплуатации
--	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сети спутниковой связи и цифрового телевидения» представляет собой дисциплину по выбору части, формируемая участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая

тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Основные задачи спутниковых и наземных систем радиосвязи	Классификация систем спутниковой и наземной радиосвязи. Основные технологические тенденции в телекоммуникациях. Особенности построения цифровых систем передачи.
2	Тема 2. Радиосистемы передачи	Диапазоны частот, используемые в радиосистемах. Обобщенная структурная схема радиосистемы передачи. Общие принципы организации радиосвязи. Функциональная схема аппаратуры передачи информации по цифровой радиолинии.
3	Тема 3. Радиорелейные линии передачи	Основные понятия и определения. Классификация радиорелейных линий передачи. Функциональная схема радиорелейной сети связи. Частотные планы радиорелейных систем связи. Схема разнесённого приёма сигналов и резервирования аппаратуры в радиорелейных станциях.
4	Тема 4. Цифровые радиорелейные линии	Функциональная схема цифровой РРЛ. Цифровые радиорелейные станции. Структурная схема ЦРРС. Скремблеры. Оборудование цифровой радиорелейной станции. Радиорелейные станции PASOLINK. Цифровые радиорелейные станции Радиян
5	Тема 5. Цифровые сигналы на входе РРЛ. Плезехронная (ПЦИ) и синхронная (СЦИ) цифровые иерархии.	Цифровые иерархии скоростей передачи. Плезехронная цифровая иерархия (PDH). Синхронная цифровая иерархия (SDH). Первичный цифровой поток E1.
6	Тема 6. Мультиплексоры современных ЦРРЛ	Мультиплексоры первого уровня. Гибкие мультиплексоры. Оборудование гибкого мультиплексирования. Состав мультиплексора ОГМ-30.
7	Тема 7. Модуляторы и демодуляторы цифровых систем радиосвязи	Модуляторы и демодуляторы ФМ-2. Модемы ФМ-4. Модемы М-КАМ. Структурная схема типового передатчика цифровой системы радиосвязи.
8	Тема 8. Основы технической эксплуатации и расчета РРЛ	Энергетические потенциалы радиолиний. Выбор просвета на пролётах. Ослабление радиосигнала на пролётах. Межсимвольные помехи в радиорелейных системах связи
9	Тема 9. Принципы построения ССС и бортовых ретрансляторов	Принципы построения систем связи через ИСЗ. Назначение и классификация систем спутниковой связи.
10	Тема 10. Основы расчета ССС	Основные показатели систем спутниковой связи. Техническое построение земных и космических станций. Потери и шумы в спутниковых линиях связи. Современные системы спутниковой связи.

6 Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Основные задачи спутниковых и наземных систем радиосвязи	Классификация систем спутниковой и наземной радиосвязи.
2	Тема 2. Радиосистемы передачи	Обобщенная структурная схема радиосистемы передачи.
3	Тема 3. Радиорелейные линии передачи	Классификация радиорелейных линий передачи. Функциональная схема радиорелейной сети связи. Частотные планы радиорелейных систем связи.
4	Тема 4. Цифровые радиорелейные линии	Функциональная схема цифровой РРЛ. Оборудование цифровой радиорелейной станции. Радиорелейные станции PASOLINK. Цифровые радиорелейные станции Радиян
5	Тема 5. Цифровые сигналы на входе РРЛ. Плезехронная (ПЦИ) и синхронная (СЦИ) цифровые иерархии.	Плезехронная цифровая иерархия (PDH). Синхронная цифровая иерархия (SDH).
6	Тема 6. Мультиплексы современных ЦРРЛ	Мультиплексы первого уровня. Гибкие мультиплексы.
7	Тема 7. Модуляторы и демодуляторы цифровых систем радиосвязи	Модуляторы и демодуляторы ФМ-2. Модемы ФМ-4. Модемы М-КАМ. Структурная схема типового передатчика цифровой системы радиосвязи.
8	Тема 8. Основы технической эксплуатации и расчета РРЛ	Энергетические потенциалы радиолиний.
9	Тема 9. Принципы построения ССС и бортовых ретрансляторов	Принципы построения систем связи через ИСЗ.
10	Тема 10. Основы расчета ССС	Техническое построение земных и космических станций.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 1. Основные задачи спутниковых и наземных систем радиосвязи	Изучение оборудования спутниковых систем связи
2	Тема 4. Цифровые радиорелейные линии	Система наведения антенны ЗССС «КРОСНА-А»
3	Тема 6. Мультиплексы современных ЦРРЛ	Изучение принципа работы и исследование характеристик приёмника земной станции спутниковой связи «КРОСНА-А»
4	Тема 7. Модуляторы и демодуляторы цифровых систем радиосвязи	Исследование характеристик антенны приёмно-передающей АПП-2.5 ЗССС «КРОСНА-А»
5	Тема 8. Основы технической эксплуатации и расчета РРЛ	Изучение методик расчетов показателей качества РРЛ

6	Тема 9. Принципы построения ССС и бортовых ретрансляторов	Изучение принципа работы и исследование характеристик передающего устройства Пдб-20 ЗССС «КРОСНА-А»
---	---	---

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы по изученным темам.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем,

в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Основные задачи спутниковых и наземных систем радиосвязи	ПКС-5 ПКС-8	Опрос, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 2. Радиосистемы передачи	ПКС-5 ПКС-8	Опрос
Тема 3. Радиорелейные линии передачи	ПКС-5 ПКС-8	Опрос
Тема 4. Цифровые радиорелейные линии	ПКС-5 ПКС-8	Опрос, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 5. Цифровые сигналы на входе РРЛ. Плездохронная (ПЦИ) и синхронная (СЦИ) цифровые иерархии.	ПКС-5 ПКС-8	Опрос
Тема 6. Мультиплексоры современных ЦРРЛ	ПКС-5 ПКС-8	Опрос, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 7. Модуляторы и демодуляторы цифровых систем радиосвязи	ПКС-5 ПКС-8	Опрос, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 8. Основы технической эксплуатации и расчета РРЛ	ПКС-5 ПКС-8	Опрос, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 9. Принципы построения ССС и бортовых ретрансляторов	ПКС-5 ПКС-8	Опрос, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 10. Основы расчета ССС	ПКС-5 ПКС-8	Опрос

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые вопросы для опроса:

К теме 1

1. Определить основные критерии выбора технологии радиосистемы передачи.
2. Назовите основные показатели КС
3. Требования к космическому сегменту ССС
4. Требования к наземному сегменту ССС

К теме 2

1. Диапазоны частот, применяемые в современных системах радиосвязи
2. Структура радиосистемы передачи
3. Принципы организации систем радиосвязи.
4. Функционирование аппаратуры цифровой радиосистемы.

К теме 3.

1. Классификация РРЛ
2. Частотное планирование сетей РРЛ
3. Методы разнесенного приема
4. Качество сигналов в цифровых РРЛ

К теме 4

1. Функционирование цифровой РРЛ
2. Примеры реализации фирмы PASSOLINK
3. Примеры реализации фирмы NEC
4. Примеры реализации фирмы DOK

К теме 5

1. Организация потока E1,E2,E3,E4
2. Принцип последовательного мультиплексирования
3. Организация передачи сигналов синхронной цифровой иерархии.
4. Организация потоков STM.

К теме 6

1. Особенности монтажа и настройки мультиплексоров первого уровня.
2. Особенности монтажа и настройки гибких мультиплексоров
3. Состав и обслуживание ОГМ-30
4. Измерения качества процедуры мультиплексирования.

К теме 7

1. Построение модемов ФМ-2
2. Построение модемов ФМ-4
3. Построение модемов М-КАМ
4. Контроль работы модемов.

К теме 8

1. Эквивалентная изотропно-излучаемая мощность.
2. Множитель ослабления.
3. Выбор просвета на пролетах.
4. Причины появления межсимвольных помех.

К теме 9

1. Техническая эксплуатация систем связи через ИСЗ
2. Основные показатели систем связи через ИСЗ
3. Борьба с потерями и шумами в система ССС.
4. Измерения в системах ССС

К теме 10

1. Программы для расчета систем ССС.
2. Связь через геостационарные спутники.
3. Уравнение линии спутниковой связи.
4. Влияние гидрометеоров на отношение с/ш.

Типовые задания при выполнении лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 1. Основные задачи спутниковых и наземных систем радиосвязи	Изучение оборудования спутниковых систем связи
2	Тема 4. Цифровые радиорелейные линии	Система наведения антенны ЗССС «КРОСНА-А»
3	Тема 6. Мультиплексоры современных ЦРЛ	Изучение принципа работы и исследование характеристик приёмника земной станции спутниковой связи «КРОСНА-А»
4	Тема 7. Модуляторы и демодуляторы цифровых систем радиосвязи	Исследование характеристик антенны приёмо-передающей АПП-2.5 ЗССС «КРОСНА-А»
5	Тема 8. Основы технической эксплуатации и расчета РЛ	Изучение методик расчетов показателей качества РЛ
6	Тема 9. Принципы построения ССС и бортовых ретрансляторов	Изучение принципа работы и исследование характеристик передающего устройства Пдб-20 ЗССС «КРОСНА-А»

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**Примерный перечень вопросов к экзамену:**

1. Области применения спутниковых и радиорелейных телекоммуникационных систем.
2. Основные технологические тенденции в телекоммуникациях. Особенности построения цифровых систем передачи.
3. Обобщённая структурная схема радиосистемы передачи.
4. Общие принципы организации радиосвязи.
5. Функциональная схема аппаратуры передачи информации по цифровой радиолинии.
6. Энергетические потенциалы радиолиний. Плотность потока мощности и отношение сигнал-шум в приёмном устройстве.
7. Шумы приёмной системы. Оптимальные диапазоны частот.
8. Радиорелейные линии передачи. Классификация по условиям распространения радиосигналов.

9. Многоствольные системы передачи.
10. Частотные планы радиорелейных линий передачи.
11. Классификация РРЛ по назначению, диапазону рабочих (несущих) частот, способу разделения каналов, ёмкости.
12. Архитектура радиорелейных линий передачи (структура построения).
13. Плезиохронная и синхронная технологии мультиплексирования.
14. Функциональная схема радиорелейной сети связи. Расположение станций при двух- и четырёхчастотной схемах РРС.
15. Частотные планы радиорелейных систем связи.
16. Схемы резервирования аппаратуры в радиорелейных станциях.
17. Функциональная схема цифровой РРЛ.
18. Распространение радиосигналов в радиорелейных линиях связи (расстояние прямой геометрической видимости, зоны Френеля).
19. Рефракция радиоволн.
20. Замирания сигнала за счёт многолучевого распространения радиоволн. Запас по мощности на замирание.
21. Ослабление радиосигнала в дожде.
22. Межсимвольные помехи в цифровых радиорелейных системах связи.
23. Принципы построения систем связи через ИСЗ. Способы ретрансляции.
24. Способы организации сетей спутниковой связи.
25. Методы многостанционного доступа в спутниковых системах связи, МДЧР.
26. Методы многостанционного доступа в спутниковых системах связи, МДВР.
27. Многостанционный доступ с кодовым разделением сигналов земных станций.
28. Назначение и статус систем спутниковой связи.
29. Диапазоны частот, используемые в спутниковых системах связи и вещания.
30. Орбиты спутников телекоммуникационных систем.
31. Классификация ССП.
32. Важнейшие показатели земных и космических станций. Основные показатели системы в целом.
33. Зоны видимости, покрытия, обслуживания.
34. Устройство земных станций.
35. Устройство космических станций.
36. Функциональная схема ретранслятора с многолучевой антенной.
37. Антенны земных станций ССП.

38. Особенности распространения сигналов в спутниковых линиях связи. Шумы атмосферы, антенн и приемных систем.
39. Уравнения связи для двух участков линии.
40. Оценка качества сигнала в цифровых системах передачи.
41. Проблемы электромагнитной совместимости спутниковых телекоммуникационных систем.
42. Геоостационарные спутниковые телекоммуникационные системы ФСС.
43. Спутниковые телекоммуникационные системы и сети на основе VSAT.
44. Геоостационарные спутниковые системы связи с мобильными терминалами.
45. Спутниковые системы связи с персональными терминалами.
46. Спутниковые системы распределённого и непосредственного телерадиовещания.
47. Космическая информационная система «Ямал».

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательно е описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльн ая шкала (академичес кая) оценка	Двухбал льная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинг овая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональн ой деятельности, нежели по образцу с большой степени самостоятельнос ти и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворите льный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворит ельно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетвор ительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Линец Г. И. Спутниковые и радиорелейные системы передачи: учебное пособие / Г. И. Линец, А. В. Велигоша. — Ставрополь: СКФУ, 2016 — Часть 1 — 2016. — 215 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155197> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Технологии физического уровня передачи данных : учебник / Б. В. Костров, А. В. Кистрин, А. И. Ефимов, Д. И. Устюков; под ред. Б. В. Кострова. - Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2020. - 208 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906818-37-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072042> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: по подписке.
3. Учебно-методическое пособие по дисциплине Проектирование цифровых систем спутниковой связи: учебно-методическое пособие / составители И. Ю. Сухорукова, С. С. Тарасов. — Москва: МТУСИ, 2021. — 34 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215324> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Бабин Н. Н. Средства и комплексы систем спутниковой связи: учебное пособие / Н. Н. Бабин, О. В. Воробьев, Г. Г. Павлова. — Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2020. — 155 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180186> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Помехозащищенная высокоскоростная система спутниковой связи: монография / И. Н. Карцан, И. В. Ковалев, П. В. Зеленков [и др.]. — Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2016. — 216 с. — ISBN 978-5-86433-694-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147633> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Учебно-методическое пособие по дисциплине Физические основы спутниковой связи: учебно-методическое пособие / составитель И. Ю. Сухорукова. — Москва: МТУСИ, 2021. — 53 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная

система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215327> (дата обращения: 04.05.2022). —
Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по MBA
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 234 «Лаборатория спутниковой связи и цифрового телевидения»

Состав лабораторного оборудования:

Земная станция спутниковой связи (1шт) в составе:

- антенна приёмно-передающая АПП-2,5
- приёмник ПМ -1;
- передатчик ПД6-20;
- модем
- блок обработки сигналов БОС;
- устройство УПН;
- устройство ДЭКМ –М.

Приемник навигационных сигналов GPS/ГЛОНАСС/GALILEO – 2 шт.

Радиорелейная станция PASOLINK (TRP-38G-1A, MDP- 17MB-1A) – 2 шт.

Анализаторы спектра: С4-60 – 2 шт., С4-59 – 1 шт., GSP-7830 – 1 шт

Частотомеры электронно-счётные: ЧЗ – 66 – 2 шт., ЧЗ – 34А – 2 шт., АКПП – 5102 – 1 шт.

Ваттметр Я2М – 66 – 2 шт.

Генераторы: Г4 – 107 – 2 шт., Г4 – 80 – 2 шт.

Милливольтметры: В3 – 25 – 2 шт., В3 – 43 – 1 шт.

Источники питания постоянного тока Б5 – 48 – 1 шт., GHD – 733035 – 1 шт.

Оциллографы электронные цифровые: TDS2022C – 1 шт., TDS3032C – 1 шт.

Мультиметры: Agilent 34410A – 1 шт. M890G – 1 шт.

Головная телевизионная станция PROMAX (DVB – T /S /S2 /IP) -1 шт.

Универсальный анализатор ТВ – сигнала TV EXPLORER HDLE (PROMAX) – 2 шт.

Универсальный макет системы цифрового телевидения PROMAX EV – 850 – 1 шт.

Антенны спутникового ТВ в комплекте с конверторами – 4 шт.

Антенна эфирного ТВ FAGOR HDTV -1 шт.

Цифровой спутниковый приёмник GS – 8300M -1 шт., Engel RC 5320 HD -1 шт.

Сплитеры DT2-15, DT2-20 -10 шт.

Усилители ТВ – сигнала – 4 шт.

Цифровой DVB - T модулятор PROMAX EN- 106 – 2 шт.

Мультисвич FAGOR FMS – 504 A – 1 шт.

Телевизор LG 55LB561V-ZE – 1 шт.

Приёмник DVB - S /S2, USB, TT- connect S2 – 3650 CI – 1 шт.

Платы – адаптер к ПК для DVB skystar 2 TV - 1 шт.

Доска маркерная

Стереофоническая аудиосистема -1 шт

Рабочая станция Fujitsu Celsius W530 Power -1 шт; монитор DELL U2412M -1 шт; ИБП Back UPS APC 1100 -1 шт.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010 - Договор поставки № 1698 от 30.10.2014 ООО «Балтийский поставщик»

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оптоэлектроника»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Алексеенко Игорь Вячеславович, к. ф.-м. н., доцент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-
математических наук и информационных
технологий

Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Оптоэлектроника»

Цель дисциплины «Оптоэлектроника» - формирование у студентов компетенций, необходимых при решении прикладных и инженерных задач, возникающих на стыке физики твердого тела, оптики, оптоинформатики и квантовой электроники.

Задачами освоения дисциплины является:

- сформировать у студентов знания и понимание физических процессов, лежащих в основе работы оптоэлектронных приборов,
- ознакомить с классификацией приемников излучения;
- получение знаний о характеристиках, механизмах, определяющих их предельно достижимые характеристики, областью их применения оптоэлектронных приборов;
- сформировать навыки работы с такими устройствами.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-1. Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации	<p>ПКС-1.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры</p> <p>ПКС-1.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры</p> <p>ПКС-1.3. Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению</p>	<p>Знать:</p> <p>способы и приёмы наладки, настройки, регулировки и испытания оборудования, тестирование, настройка и обслуживание аппаратно-программных средств;</p> <p>Уметь:</p> <p>самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, моделировать на компьютере устройства, системы и процессы с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ.</p> <p>Владеть:</p> <p>навыками технико-экономического обоснования новых проектов</p>
ПКС-8. Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с	ПКС-8.1. Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и	<p>Знать:</p> <p>принципы оформления и делопроизводства в области метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации телекоммуникаций</p>

<p>техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ</p>	<p>эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации ПКС-8.2. Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта ПКС-8.3. Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации</p>	<p>Уметь: самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, моделировать на компьютере устройства, системы и процессы с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ. Владеть: основными приемами разработки технической документации;</p>
--	---	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптоэлектроника» представляет собой дисциплину по выбору части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в

учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Введение	Предмет оптоэлектроники и интегральной оптики, история становления, связи с другими областями знаний
1	Тема 1. Управление оптическим полем	Распространение света в анизотропных средах. Нелинейная оптика. Искусственная анизотропия. Модуляция амплитуды, фазы, частоты или поляризации светового луча. Управление направлением излучения или положением светового луча в пространстве. Использование электро-, акусто- и магнитооптических эффектов в полупроводниках для модуляции и отклонения оптического излучения. Управление светом с помощью света.
2	Тема 2. Основы квантовой теории излучения и поглощения	Постулаты Эйнштейна. Понятие индуцированных переходов. Коэффициенты Эйнштейна и связь между ними. Формула Планка. Волновой и квантовый аспекты теории. Макроскопическая поляризация и дипольный момент. Волновое уравнение. Квантовые уравнения для матрицы плотности. Одномодовое приближение. Полная система уравнений. Укороченные уравнения. Условие самовозбуждения.
3	Тема 3 Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов	Атомарные газовые лазеры. Молекулярные газовые лазеры. Химические лазеры. Твердотельные лазеры. Лазеры на красителях. Модуляция добротности. Синхронизация мод. Перестройка частоты. Техника сверхкоротких импульсов и ее применение.
4	Тема 4 Полупроводниковые фотоприемники	Характеристики фотоприемников. Основные физические эффекты, используемые в фотоприемниках Типы фотодиодов. Солнечные фотопреобразователи.
5	Тема 5 Излучатели и полупроводниковые лазеры	Инжекционная люминесценция. Процессы рекомбинации. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Квантовая эффективность. Гетеропереходы и их типы. Двойная гетероструктура и ее свойства. Работа полупроводникового лазера. Характеристики лазеров.
6	Тема 6 Регистрация изображений на основе приборов с зарядовой связью.	Формирователи изображений на основе приборов с зарядовой связью. Цифровые камеры и их характеристики. Усилители света и

	преобразователи изображения. Твердотельные аналоги видеоконв.
--	--

6. Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Управление оптическим полем	Распространение света в анизотропных средах. Нелинейная оптика. Искусственная анизотропия. Модуляция амплитуды, фазы, частоты или поляризации светового луча.
2	Тема 4. Полупроводниковые фотоприемники	Характеристики фотоприемников. Основные физические эффекты, используемые в фотоприемниках Типы фотодиодов. Солнечные фотопреобразователи
3	Тема 5 Излучатели и полупроводниковые лазеры	Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Квантовая эффективность. Гетеропереходы и их типы. Двойная гетероструктура и ее свойства. Работа полупроводникового лазера. Характеристики лазеров.
4	Тема 6 Регистрация изображений на основе приборов с зарядовой связью.	Формирователи изображений на основе приборов с зарядовой связью. Цифровые камеры и их характеристики

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 2. Теория погрешностей измерений	Изучение режима свободной генерации импульсных лазеров.
2	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Исследование нестационарных режимов работы импульсных лазеров
3	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Исследование поляризации полупроводникового лазера

Требования к самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студента - это вид учебного труда, позволяющий целенаправленно формировать и развивать самостоятельность студента как личностное качество. С другой стороны, самостоятельная работа позволяет найти слабые места в понимании предмета. Самостоятельная работа является обдумыванием полученной на лекциях информации. Необходимо ставить дополнительные вопросы, которые верифицируют изложенную теоретическую информацию.

Наиболее эффективными формами самостоятельной работы по дисциплине студентов во внеаудиторное время, предусматриваются:

- консультации у преподавателя, обсуждение сложных вопросов и тем учебного курса, проработка теоретического материала работа с научно-технической литературой при изучении разделов лекционного курса, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям;

В ходе самостоятельной работы должна осуществляться главная функция обучения - закрепление знаний, получение новых и превращение их в устойчивые умения и навыки. Верификация теоретических знаний непосредственно на лабораторном оборудовании.

Цели и задачи, которые должны быть достигнуты в ходе выполнения самостоятельной работы, заключаются в:

- углублении и закреплении знаний по курсу;
- развитию у студента навыков работы со специальной литературой, научной литературой, статистическими данными;
- приобретении навыков практического применения полученных знаний;
- получение навыков при работе на современном научном оборудовании;
- формирование единой картины об изучаемом предмете с учетом перехода от теоретических моделей к их практической реализации на научно-исследовательском оборудовании.

При изучении курса студентам рекомендуется следующая последовательность обучения:

- необходимо ознакомиться с рабочей программой учебной курса;
- руководствуясь содержанием материала по теории и темам работ практикума, а также методическими рекомендациями, рабочей программе дисциплины, проработать учебный материал по рекомендованным учебникам и задачниках;
- ознакомиться с перечнем вопросов по итоговому контролю знаний, представленному в рабочей программе дисциплины; работать с преподавателем внеурочное время, посещать консультации, проводимые преподавателем;
- пройти промежуточную аттестацию в форме экзамена.

Студентам следует помнить, что обучаемый должен не просто воспроизводить сумму полученных знаний по заданной теме, но и творчески переосмыслить существующее в современной науке подходы к пониманию тех или иных проблем, явлений.

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал

прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Управление оптическим полем	ПКС-1; ПКС-8	Тестирование
Тема 2. Основы квантовой теории излучения и поглощения	ПКС-1; ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 3 Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов	ПКС-1; ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 4 Полупроводниковые фотоприемники	ПКС-1; ПКС-8	Тестирование
Тема 5 Излучатели и	ПКС-1;	Тестирование

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
полупроводниковые лазеры	ПКС-8	
Тема 6 Регистрация изображений на основе приборов с зарядовой связью.	ПКС-1; ПКС-8	Тестирование

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

По теме 1. Управление оптическим полем

1. Под понятием анизотропии среды в оптике понимается:

- 1) зависимость показателя преломления от координат;
- 2) зависимость показателя преломления от направления распространения световой волны;
- 3) зависимость показателя преломления от длины волны света.

2. Волновая теория в случае распространения света в анизотропной среде:

- 1) говорит о существовании двух независимо распространяющихся с разными скоростями ортогонально поляризованных волн;
- 2) говорит о существовании двух независимо распространяющихся с разными скоростями линейно поляризованных в ортогональных плоскостях волн;
- 3) говорит о существовании двух независимо распространяющихся в разных направлениях с разными скоростями волн с круговой поляризацией.

3. Тензор диэлектрической проницаемости:

- 1) симметричный;
- 2) несимметричный;
- 3) диагональный.

4. Оптические свойства одноосных кристаллов описываются в системе главных осей:

- 1) диагональным тензором с тремя равными ненулевыми элементами;
- 2) диагональным тензором с тремя неравными ненулевыми элементами;
- 3) диагональным тензором с тремя ненулевыми элементами, два из которых равны.

По теме 2. Основы квантовой теории излучения и поглощения

1. Чем объясняется широкий спектр излучения органического красителя?

- 1) Наличием синглетных и триплетных состояний в молекуле красителя

- 2) Действием интеркомбинационной синглет-триплетной конверсии
- 3) Наличием большого количества электронно-колебательно-вращательных уровней и подуровней в молекуле красителя

2. К чему приводит во время работы лазера наличие триплетных состояний T1 и T2 в молекулах красителей?

- 1) К синглет-триплетной конверсии
- 2) К увеличению мощности излучения лазера
- 3) К увеличению поглощения на переходах из состояния T1 в состояние T2 и срыву генерации

3. Как возникает стимулированное излучение в лазере на красителе?

- 1) Оно возникает при переходе частиц из возбужденного состояния S1 в основное состояние S0
- 2) Оно возникает при переходе между уровнем, расположенным вблизи дна возбужденного состояния S1, и некоторым промежуточным уровнем состояния S0
- 3) Оно возникает при переходе из возбужденного состояния T2 на один из промежуточных уровней состояния T1

4. Какой способ наиболее эффективен для накачки красителей?

- 1) Использование импульсных ламп высокой интенсивности
- 2) Лазерная накачка
- 3) Использование источников ультрафиолетового излучения

По теме 3. Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов

1. Что является рабочим веществом гелий-неонового лазера?

- 1) Нейтральные атомы гелия
- 2) Нейтральные атомы неона
- 3) Ионы гелия

2. Как передается энергия от возбужденных атомов гелия к неону?

- 1) Электронным ударом
- 2) Посредством резонансной передачи возбуждения
- 3) Посредством двухступенчатой передачи возбуждения

3. Каким способом возбуждается Ne в He-Ne лазере?

- 1) Столкновением с электроном газового разряда
- 2) Столкновением с атомом Ne в метастабильном состоянии
- 3) Методом ионизации Пэннинга

3. Какая из нижеприведенных формул соответствует распределению Больцмана (при отсутствии вырождения)?

- 1) $N_n = N_0 \exp(-W_n/kT)$
- 2) $N_n = N_0 \exp(W_n/kT)$
- 3) $N_n = \exp(-\Delta W_n/kT)$

4. Если квантовая система имеет отрицательную температуру, то:

- 1) В ней создана инверсная населенность
- 2) Температура системы равна 0 К
- 3) Система находится в состоянии термодинамического равновесия

5. Какой метод создания инверсии населенностей чаще всего применяется в газовых лазерах?

- 1) Химический
- 2) Газодинамический
- 3) Газоразрядный

5. Почему в газовых лазерах невозможна оптическая накачка обычными источниками света?

- 1) Вследствие узких линий поглощения в газовых средах
- 2) Из-за малой плотности активного вещества
- 3) Из-за использования неустойчивых резонаторов

По теме 4. Полупроводниковые фотоприемники

1. Что такое фототранзистор?

1) полупроводниковый прибор, вариант биполярного транзистора, у которого область базы доступна для светового облучения, за счёт чего появляется возможность управлять усилением электрического тока с помощью оптического излучения;

2) полупроводниковый прибор, излучающий некогерентный свет при пропускании через него электрического тока;

3) электронный прибор, состоящий из излучателя света и фотоприёмника, связанных оптическим каналом и, как правило, объединённых в общем корпусе.

2. Что входит в понятие интегральная оптика?

1) раздел оптики, который изучает физические явления, возникающие и протекающие в оптических волокнах;

2) это технология, которая занимается исследованием, разработкой и производством миниатюрных оптических систем;

3) это область современной физики и электроники, охватывающая вопросы излучения, распространения и регистрации колебаний инфракрасного (ИК) диапазона электромагнитных волн.

3. Что входит в состав обобщенной схемы передающего устройства?

- 1) кодирующее устройство, модулятор, передатчик;
- 2) микрофон, магнетрон, антенна;
- 3) регистратор, генератор антенна.

По теме 5. Излучатели и полупроводниковые лазеры

1. Плотность дрейфового тока электронов определяется выражением

1) $j_n = eD_n dn/dx$

2) $j_n = env_{др}$

3) $j_n = eD_n nE$

2. Диффузионная длина электронов в p-области диода связана со временем жизни носителей соотношением:

1) $L_n = \ln(D_n \tau_n)$

2) $L_n = \exp\left(-\frac{D_n}{\tau_n}\right)$

3) $L_n = \sqrt{D_n \tau_n}$

3. Поле объемного заряда в ОПЗ n-p перехода образуется

- 1) нескомпенсированными зарядами донорных и акцепторных примесей
- 2) свободными носителями заряда
- 3) фононами, колеблющимися в противофазе с тепловыми колебаниями атомов кристаллической решетки полупроводника

4. Внутреннее электрическое поле в ОПЗ n-p перехода

- 1) отсутствует
- 2) направлено от p-области к n-области
- 3) направлено от n-области к p-области

По теме 6. Регистрация изображений на основе приборов с зарядовой связью.

2. Плотность упаковки ИМС это –

- 1) отношение числа элементов к объему микросхемы без учета выводов
- 2) число элементов или простых компонентов на кристалле микросхемы
- 3) число функциональных ячеек в кристалле

2. В какой из перечисленных микросхем все элементы выполнены в объеме кристалла полупроводника

- 1) тонкопленочной
- 2) гибридной

3)полупроводниковой

3. В отличие от аналоговых, цифровые ИМС

1)обрабатывают сигналы, описываемые непрерывными функциями

2)предназначены для преобразования и обработки сигналов, изменяющихся по закону дискретной функции

3)выполнены по тонкопленочной технологии

4. Наличие паразитного р-п-р транзистора приводит к

1) увеличению коэффициента передачи по току основного транзистора

2) уменьшению базового тока основного транзистора

3) увеличению коэффициента инжекции эмиттера

5. Какое свойство арсенида галлия не позволяет создавать на его основе МДП транзисторы?

1)высокая подвижность электронов

2)малая критическая напряженность электрического поля

3)высокое значение плотности поверхностных состояний

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Поглощение света в полупроводниках, основные механизмы поглощения. Коэффициент поглощения света.
2. Фундаментальное поглощение света в полупроводниках. Прямые и непрямые переходы. Зависимость коэффициента поглощения от энергии фотона.
3. Основные виды генерации света в полупроводниках.
4. Рекомбинационное излучение в полупроводниках. Время жизни излучательной рекомбинации.
5. Основные требования к полупроводниковым материалам, пригодным для изготовления источников излучения.
6. Спонтанное излучение в полупроводниках. Светодиоды.
7. Вынужденное излучение в полупроводниках. Связь между спонтанным и вынужденным излучением.
8. Лазеры. Пороговый коэффициент усиления (для начала генерации) излучения. Основные модели лазерных переходов. Типы лазеров.
9. Условия достижения инверсной населенности в полупроводниках. Случаи прямых и непрямых переходов зона-зона.
10. Методы достижения инверсной населенности в полупроводниках (методы накачки).
11. Гетеролазеры. Проблема уменьшения порогового тока. Микрорезонаторные лазеры.
12. Основные методы модуляции излучения. Полупроводниковые модуляторы и дефлекторы излучения.

13. Полупроводниковые фотоприемники. Фотоприемники для волоконно-оптических линий связи.
14. Устройства отображения информации. Индикаторы и дисплеи.
15. Принципы оптической записи информации, материалы и оптические среды.
16. Элементы и устройства интегральной оптики. Пассивные и активные элементы и устройства.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Степанов, Е. В. Диодная лазерная спектроскопия и анализ молекул-биомаркеров/ Е. В. Степанов. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с.
2. Шмидт, В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов/ В. Шмидт; пер. с англ. Н. П. Ивановской; под ред. С. В. Савилова. - М.: Техносфера, 2007. – 363 с.

Дополнительная литература

1. Демтредер, В. Современная лазерная спектроскопия/ В. Демтредер; пер с англ. М. В. Рябининой, Л. А. Мельникова, В. Л. Дербова; под ред. Л. А. Мельникова. - Долгопрудный: Интел-лект, 2014.
2. Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур: учеб. пособие/ В. Б. Тимофеев. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 1 on-line, 507 с.
3. Аплеснин, С. С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике: учеб. пособие для вузов/ С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 330 с.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»,
необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении
образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;

- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

1. Лекционная аудитория (№ 201, НТП «Фабрика» ИФМНиИТ) на 80 человек со средствами мультимедиа в составе: экран, проектор ... моноблок ...

2. Аудитории (№ 301, НТП «Фабрика» ИФМНиИТ) для проведения практических занятий на 30 человек.

№ п/п	Наименование комплекса, стенда, установки, системы	Дата изготовления	Дата ввода в эксплуатацию	Страна - производитель	Назначение
1.	Лазер твердотельный непрерывный DTL 317, мощность 50 мВт	2007	2007	Россия	лазерная микроскопия, интерферометрия, Рамановская спектроскопия, голография, цитометрия, контрольно-измерительное оборудование, научные исследования.
2.	Лазер твердотельный непрерывный VERDI V18, мощность 18 Вт	2007	2007	США	лазерная микроскопия, интерферометрия, Рамановская спектроскопия, голография, цитометрия, контрольно-измерительное оборудование, научные исследования.
3.	Лазер Гелий-кадмиевый ГЛК-100, мощность 80 мВт	2007	2007	Россия	спектроскопия, оптические измерения, литография, голография
4.	Лазер INNOLAS SpitLight	2013	2013	Германия	лазерная микроскопия, интерферометрия, Рамановская спектроскопия, голография, цитометрия, контрольно-измерительное оборудование, научные исследования.
5.	Камера технического зрения высокоскоростная RedLake Motion Pro 4X 100000 кадров/с	2007	2007	США	Высокоскоростной захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль,

					неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия.
6.	Высокоразрешающая камера технического зрения Pulnix 1325 CL	2007	2007	США	Захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микрокопия.
7.	Высокоразрешающая камера технического зрения Pulnix 1410 CL	2007	2007	США	Захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микроскопия
8.	Высокоразрешающая камера технического зрения Allied Vision Technologies Марка: PIKE F-1600B/C	2013	2013	Германия	Захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микроскопия
9.	Высокоразрешающая камера технического зрения. Производитель: Allied Vision Technologies Марка: PIKE F-505B/C	2013	2013	Германия	Захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микроскопия
10.	Высокоразрешающая камера технического зрения. Производитель:	2013	2013	Германия	Захват изображения, системы технического зрения, оптический

	Allied Vision Technologies Марка: MARLIN F-131B (NIR)				контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микроскопия
11.	Высокоразрешающая камера технического зрения. Производитель: Allied Vision Technologies Марка: CCD - 4000UV	2013	2013	Германия	Захват изображения, системы технического зрения, оптический контроль, неразрушающий контроль, цифровые системы сбора оптической информации, цифровая голография, цифровая голографическая интерферометрия и микроскопия
12.	Оптический комплекс многофункционального цифрового голографического интерферометра	2013	2013	Литва	Создание прототипов оптических измерительных комплексов, исследования в области цифровой голографии и интерферометрии
13.	Многофункциональные устройства сбора данных компании National-Instruments (PCI 6602, PCI 6229, PCI 1428)	2007	2007	США	Автоматизация физического эксперимента, синхронизация электронных устройств, основа программно- аппаратных комплексов разработки виртуальных приборов.
14.	Программно-аппаратная среда LabView	2007	2007	США	Среда разработки интегрированного управления электронными устройствами на базе персональных компьютеров. Создание виртуальных приборов и реализация алгоритмов обработки информации.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сетевые технологии»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Захаров Артём Игоревич, старший преподаватель института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Сетевые технологии».

Цель дисциплины «Сетевые технологии» - формирование у студентов профессиональных компетенций в области современных сетевых информационных технологий, практических навыков методов построения и обслуживания сетевых информационных систем.

Задачами дисциплины являются -формирование системного представления структуры и принципов функционирования различных видов информационных сетей; формирование умений и навыков эксплуатации информационной инфраструктуры; освоение сетевых информационных технологий и методик реализации и внедрения информационных сетей; освоение методов, технологий и методик проектирования информационных сетей.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПКС-2 <i>Готовность выполнять работы по локализации, анализу, диагностики неисправностей, ограничению воздействия неисправностей, устранению неисправностей оборудования оптических транспортных сетей и сетей передачи данных, измерительные и настроечные работы на оптической кабельной сети, проверка ее функционирования после восстановления и ввода в эксплуатацию</i></p>	<p>ПКС-2.1 <i>Знает теоретические основы электросвязи и инфокоммуникационных технологий, основы построения компьютерных сетей, основы построения взаимосвязанных телекоммуникационных сетей, принципы и структуру базовой эталонной модели взаимодействия открытых систем, основы построения взаимосвязанных телекоммуникационных сетей, сигнализацию и синхронизацию в телекоммуникационных сетях, структуру системы рекомендаций и стандартов в области телекоммуникаций.</i></p> <p>ПКС-2.2 <i>Умеет анализировать сообщения о наличии технической проблемы в работе сети связи, локализовать неисправности станционного оборудования связи, контролировать устранение неисправности станционного оборудования связи в результате</i></p> <p>ПКС-2.3 <i>Владеет навыками анализа сообщений о наличии технических проблем в работе сети связи,</i></p>	<p>Знать: <i>Содержание типовых работ по диагностике, анализу и эксплуатации типовых инфокоммуникационных сетей.</i></p> <p>Уметь: <i>осуществлять работы по диагностике, анализу и эксплуатации типовых инфокоммуникационных сетей.</i></p> <p>Владеть: <i>техническими средствами диагностики, анализу и эксплуатации типовых инфокоммуникационных сетей.</i></p>

	<p>локализации неисправности стационарного оборудования связи, вызвавшей техническую проблему в работе сети связи, контроля устранения неисправности стационарного оборудования связи, разработки предложений по улучшению процесса устранения технических проблем в работе сети связи</p>	
<p>ПКС-6 Способен осуществлять администрирование сетевых подсистем инфокоммуникационных систем и/или их составляющих</p>	<p>ПКС-6.1 Знает архитектуру и общие принципы функционирования, аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети</p> <p>ПКС-6.2 Умеет использовать современные стандарты при администрировании устройств и программного обеспечения; применять штатные и внешние программно-аппаратные средства для контроля производительности сетевой инфраструктуры администрируемой сети</p> <p>ПКС-6.3 Владеет навыками диагностики отказов и ошибок сетевых устройств и программного обеспечения; проведения регламентных работ на сетевых устройствах и программном обеспечении инфокоммуникационной системы</p>	<p>Знать: Этапы, принципы и правила монтажа и настройки инфокоммуникационного оборудования, функционирование основных сетевых протоколов и служб.</p> <p>Уметь: Осуществлять настройку инфокоммуникационного оборудования в соответствии с техническими требованиями к инфокоммуникационной инфраструктуре объекта, проводить монтаж инфокоммуникационного оборудования.</p> <p>Владеть: техническими средствами монтажа, настройки и тестирования инфокоммуникационного оборудования.</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сетевые технологии» представляет собой дисциплину **обязательной** части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Введение в сетевые технологии	Сетевое программное обеспечение. Сетевые службы и сервисы. Сетевая операционная система. Сетевые приложения. Физическая передача данных по линиям связи. Кодирование. Характеристики физических каналов. Топология физических связей. Адресация узлов сети. Коммутация. Обобщенная задача коммутации. Определение информационных потоков. Маршрутизация. Продвижение данных. Мультиплексирование и демуплексирование. Разделяемая среда передачи данных. Типы коммутации.
2	Тема 2. Технологии физического уровня стека TCP/IP в ЛВС.	Классификация линий связи. Физическая среда передачи данных. Аппаратура передачи данных. Характеристики линий связи. Типы кабелей. Экранированная и неэкранированная витая пара. Волоконно-оптический кабель. Структурированная кабельная система зданий. Дискретизация аналоговых сигналов. Методы линейного кодирования. Выбор способа кодирования. Потенциальный код NRZ. Биполярное кодирование AMI. Потенциальный код NRZI. Биполярный импульсный код. Манчестерский код. Избыточные коды. Обнаружение и коррекция ошибок. Методы обнаружения ошибок. Методы коррекции ошибок.
3	Тема 3. Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС.	Общая характеристика протоколов локальных сетей на разделяемой среде. Стандартная топология и разделяемая среда. Стандартизация протоколов локальных сетей. Ethernet co

		<p>скоростью 10 Мбит/с на разделяемой среде. MAC-адреса. Форматы кадров технологии Ethernet. Доступ к среде и передача данных. Возникновение коллизии. Время оборота и распознавание коллизий. Беспроводные локальные сети IEEE 802.11. Стек протоколов IEEE 802.11. Распределенный режим доступа. Централизованный режим доступа. Логическая структуризация сетей и мосты. Алгоритм прозрачного моста IEEE 802.1D. Топологические ограничения при применении мостов в локальных сетях. Алгоритм покрывающего дерева. Протокол STP. Версия RSTP. Виртуальные локальные сети. Назначение виртуальных сетей. Создание виртуальных сетей на базе одного коммутатора. Создание виртуальных сетей на базе нескольких коммутаторов. Конфигурирование VLAN. Альтернативные маршруты в виртуальных локальных сетях.</p>
4	Тема 4. Адресация по протоколу IPv4 и IPv6.	<p>Типы адресов стека TCP/IP. Сетевые IP-адреса. Формат IP-адреса. Классы IP-адресов. Особые IP-адреса. Использование масок при IP-адресации. Порядок назначения IP-адресов. Назначение адресов автономной сети. Централизованное распределение адресов. Адресация и технология CIDR. IPv6 как развитие стека TCP/IP. Система адресации протокола IPv6.</p>
5	Тема 5. Протоколы маршрутизации RIP, OSPF, BGP.	<p>Общие свойства и классификация протоколов маршрутизации. Протокол RIP. Построение таблицы маршрутизации. Адаптация маршрутизаторов RIP к изменениям состояния сети. Пример закливания пакетов. Методы борьбы с ложными маршрутами в протоколе RIP. Протокол OSPF. Этапы построения таблицы маршрутизации. Метрики. Маршрутизация в неоднородных сетях. Взаимодействие протоколов маршрутизации. Внутренние и внешние шлюзовые протоколы. Протокол BGP. Групповое вещание. Стандартная модель группового вещания IP. Адреса группового вещания. Протокол IGMP. Принципы маршрутизации трафика группового вещания. Протоколы маршрутизации группового вещания.</p>
6	Тема 6. Протоколы транспортного уровня TCP/IP: TCP, UDP.	<p>Мультиплексирование и демуплексирование приложений. Порты. Сокеты. Протокол UDP и UDP-дейтаграммы. Протокол TCP и TCP-сегменты. Методы квитирования. Реализация метода скользящего окна в протоколе TCP. Параметры управления потоком в TCP.</p>
7	Тема 7. Сетевые информационные службы.	<p>Общие принципы организации сетевых служб. Веб-служба. Протокол HTTP. Почтовая служба. Электронные сообщения. Протокол SMTP. Непосредственное взаимодействие клиента и сервера. Схема с выделенным почтовым сервером. Схема с двумя почтовыми серверами-посредниками. Протоколы POP3 и IMAP. IP-телефония. Стандарты H.323. Стандарты на основе протокола SIP. Связь телефонных сетей через Интернет. Третье</p>

		<i>поколение сетей IP-телефонии. Распределенные шлюзы и программные коммутаторы.</i>
8	<i>Тема 8. Транспортные технологии глобальных сетей.</i>	<i>Технологии виртуальных каналов. Принципы работы виртуального канала. Эффективность виртуальных каналов. Технология X.25. Технология Frame Relay. Технология ATM. Технологии двухточечных каналов. Протокол HDLC. Протокол PPP. Технологии доступа. Проблема последней мили. Коммутируемый аналоговый доступ. Модемы. Коммутируемый доступ через сеть ISDN. Технология ADSL. Пассивные оптические сети.</i>
9	<i>Тема 9. Технологии глобальных сетей: MPLS</i>	<i>Базовые принципы и механизмы MPLS. Совмещение коммутации и маршрутизации. Пути коммутации по меткам. Заголовок MPLS и технологии канального уровня. Стек меток. Протокол LDP. Инжиниринг трафика в MPLS. Мониторинг состояния путей LSP. Тестирование путей LSP. Трассировка путей LSP. Протокол двунаправленного обнаружения ошибок продвижения. Отказоустойчивость путей в MPLS. Общая характеристика. Использование иерархии меток для быстрой защиты.</i>
10	<i>Тема 10. Технологии глобальных сетей. Ethernet операторского класса.</i>	<i>Движущие силы экспансии Ethernet. Области улучшения Ethernet. Разделение адресных пространств пользователей и провайдера. Маршрутизация, инжиниринг трафика и отказоустойчивость. Функции эксплуатации, администрирования и обслуживания. Функции ОАМ в Ethernet операторского класса. Протокол CFM. Протокол мониторинга качества соединений Y.1731. Стандарт тестирования физического соединения Ethernet. Интерфейс локального управления Ethernet. Мосты провайдера. Магистральные мосты провайдера. Формат кадра PBB. Двухуровневая иерархия соединений. Пользовательские MAC-адреса. Маршрутизация и отказоустойчивость в сетях PBB.</i>
11	<i>Тема 11. Технологии безопасности инфокоммуникационных сетей.</i>	<i>TCP-атаки. Затопление SYN-пакетами. Подделка TCP-сегмента. Сброс TCP-соединения. ICMP-атаки. Перенаправление трафика. UDP-атаки. UDP-затопление. ICMP/UDP-затопление. IP-атаки. Атака на IP-опции. IP-атака на фрагментацию. Сетевая разведка. Задачи и разновидности сетевой разведки. Сканирование сети. Сканирование портов. Атаки на DNS. DNS-спуффинг. Отравление кэша DNS. Атаки на корневые DNS-серверы. DDoS-атаки отражением от DNS-серверов. Методы защиты службы DNS. Безопасность маршрутизации на основе BGP. Уязвимости и инциденты протокола BGP. Манипуляции с маршрутными объявлениями. Защита BGP. Защита BGP-маршрутизации на основе базы данных маршрутов. Сертификаты ресурсов и их использование для защиты BGP. Технологии защищенного канала. Способы образования защищенного канала. Иерархия технологий защищенного канала. Распределение функций между протоколами IPSec.</i>

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Серверные операционные системы	Обзор и анализ существующих серверных операционных систем.
2	Тема 2. Программное обеспечение сетевых операционных систем	Ознакомление с программным обеспечением сетевых операционных систем, в том числе Cisco IOS.
3	Тема 3 Сетевое обеспечение	Ознакомление с различными типами сетевых устройств и их функциональными характеристиками
4	Тема 4 Планирование и организация сетевой инфраструктуры предприятия	Изучения основ проектирования сетевой инфраструктуры предприятия.
5	Тема 5 Шифрование симметричными и асимметричными ключами	Ознакомление с принципами симметричного и несимметричного шифрования и их применением в различных технологиях передачи данных.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 1. Установка и первый запуск программных пакетов GNS3 и VirtualBox	Ознакомление с программными продуктами GNS3 и VirtualBox и основами их использования.
2	Тема 2 Работа с операционной системой Cisco IOS	Изучение основ работы с операционной системой Cisco IOS
3	Тема 3 Управление межсетевым взаимодействием устройств Cisco	Изучение функционального взаимодействия сетевых устройств и способы их применения
4	Тема 4 Работа с коммутаторами	Работа с коммутаторами второго уровня, а также с многоуровневыми коммутаторами
5	Тема 5 Виртуальные локальные сети VLAN	Настройка виртуальных локальных сетей и создание магистральных соединений между коммутаторами
6	Тема 6 Дополнительные функции коммутаторов: Spanning Tree Protocol, EtherCannel, BPDU Guard, PortFast, Port Security	Изучение дополнительных функций коммутаторов, необходимых для обеспечения безопасности и эффективности их работы
7	Тема 7 Протокол IPv4	Изучение протокола IPv4, способом адресации и дополнительных функций протокола IPv4.
8	Тема 8 IP маршрутизация	Настройка статических маршрутов в стеке протоколов TCP/IP
9	Тема 9 Протокол IPv6	Изучение протокола IPv6, способом адресации и дополнительных функций протокола IPv6.
10	Тема 10 Протокол OSPF	Настройка маршрутов в IP сетях по протоколу OSPF
11	Тема 11 Расширенный протокол OSPF	Настройка дополнительных функций маршрутов в IP сетях по протоколу OSPF

12	<i>Тема 12 Списки контроля доступа</i>	<i>Организация безопасности компьютерной сети с помощью списков контроля доступа</i>
13	<i>Тема 13 Трансляция сетевых адресов</i>	<i>Настройка трансляции сетевых адресов для подключения сетей с адресацией IPv4 к глобальным сетям.</i>
14	<i>Тема 14 Технологии глобальных сетей</i>	<i>Изучение основ технологий глобальных сетей.</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки студента является работа с литературой. Изучение литературы позволяет выяснить, в каком состоянии в современном мире находится рассматриваемая проблема, что сделано другими авторами в этом направлении, какие вопросы недостаточно ясно освещены, либо не рассмотрены.

Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий. Наиболее эффективный метод работы с литературой – метод кодирования, включающий комментирование новых данных, оценку их значения, постановку вопросов, сопоставление полученных сведений с ранее известными. В зависимости от вида внеаудиторной подготовки студента работа с учебной, научной и иной литературой предполагает использование разнообразных форм записей: план, тезисы, цитаты, конспект и пр.

- План представляет собой перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике, и позволяет наилучшим образом уяснить логику мысли автора, упрощает понимание главных моментов научного труда, быстро и глубоко проникнуть в сущность его построения и, следовательно, гораздо легче ориентироваться в его содержании.

- Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести в произвольном порядке наиболее важные мысли автора, статистические и другие сведения. В отдельных случаях допустимо заменять цитирование изложением, близким к дословному.

- Тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала, в них отмечается преобладание выводов над общими рассуждениями. Тезисы записываются близко к оригинальному тексту, т. е. без использования прямого цитирования. Тезисы оказываются незаменимыми для подготовки глубокой и всесторонней аргументации письменной работы любой сложности, а также для подготовки выступлений на защите, докладов и пр.

- К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с

обобщающей характеристикой. Характерной особенностью аннотации наряду с краткостью и обобщенностью ее содержания является и то, что пишется аннотация всегда после того, как завершено ознакомление с содержанием исходного источника информации. Аннотация пишется почти исключительно своими словами и лишь в крайне редких случаях содержит в себе небольшие выдержки оригинального текста.

- Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего, выводов. Как и в случае с аннотацией, резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Введение в сетевые технологии	ПКС-2 ПКС-6	Тестирование
Тема 2. Технологии физического уровня стека TCP/IP в ЛВС.	ПКС-2 ПКС-6	Тестирование
Тема 3. Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС.	ПКС-2 ПКС-6	Тестирование
Тема 4. Адресация по протоколу IPv4 и IPv6.	ПКС-2 ПКС-6	Тестирование
Тема 5. Протоколы маршрутизации RIP, OSPF, BGP.	ПКС-2 ПКС-6	Тестирование
Тема 6. Протоколы транспортного уровня TCP/IP: TCP, UDP.	ПКС-2 ПКС-6	Тестирование
Тема 7. Сетевые информационные службы.	ПКС-2 ПКС-6	Тестирование
Тема 8. Транспортные технологии глобальных сетей.	ПКС-2 ПКС-6	Тестирование
Тема 9. Технологии глобальных сетей: MPLS	ПКС-2 ПКС-6	Тестирование
Тема 10. Технологии глобальных сетей. Ethernet операторского класса.	ПКС-2 ПКС-6	Тестирование
Тема 11. Технологии безопасности инфокоммуникационных сетей.	ПКС-2 ПКС-6	Тестирование


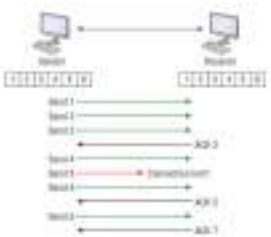
8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля


Типовые тестовые задания:

По теме 1. Введение в сетевые технологии

Вопрос	Варианты ответов	Правильный ответ		
Какое из следующих утверждений верно для показанного ниже устройства?	1. Устройство включает в себя один домен коллизий и один широковещательный домен	1	1	Введение в сетевые технологии и



<p>(Выберите все, что подходит.)</p> 	<p>2. Устройство включает в себя один домен коллизий и 10 широковещательных доменов.</p> <p>3. Устройство включает 10 доменов коллизий и один широковещательный домен.</p> <p>4. Устройство включает в себя один домен коллизий и 10 широковещательных доменов.</p> <p>5. Устройство включает 10 доменов коллизий и 10 широковещательных доменов.</p>			
<p>Какие из следующих утверждений о PDU верны?</p>	<p>1. Сегмент содержит IP-адреса.</p> <p>2. Пакет содержит IP-адреса.</p> <p>3. Сегмент содержит MAC-адреса.</p> <p>4. Пакет содержит MAC-адреса</p>	2	2	Введение в сетевые технологии и
<p>Вы являетесь администратором компьютерной сети в своей компании. Открывается новый филиал, и вы выбираете необходимое оборудование для поддержки сети. Будет две группы компьютеров, каждая из которых будет организована по отделам. Компьютерам группы продаж будут назначены IP-адреса от 192.168.1.2 до 192.168.1.50. Группе «Учет» будут назначены IP-адреса от 10.0.0.2 до 10.0.0.50. Какой тип устройства следует выбрать для соединения двух групп компьютеров,</p>	<p>1. Концентратор</p> <p>2. Коммутатор</p> <p>3. Маршрутизатор</p> <p>4. Мост</p>	3	2	Введение в сетевые технологии и




чтобы можно было передавать данные?				
Самый эффективный способ уменьшить перегрузку в локальной сети - это _____ ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обновите сетевые карты 2. Поменяйте кабели на CAT 6 3. Заменить хабы на коммутаторы 4. Обновите процессоры в маршрутизаторах 	3	1	Введение в сетевые технологии
Какая процедура показана на схеме ниже? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. управление потоком 2. управление окном TCP 3. установление сеанса TCP 4. надежная доставка 	3	2	Введение в сетевые технологии
Вам необходимо обеспечить сетевое подключение 150 клиентским компьютерам, которые будут находиться в одной подсети, и каждому клиентскому компьютеру должна быть выделена полоса пропускания. Какое устройство следует использовать для выполнения этой задачи?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Концентратор 2. Коммутатор 3. Маршрутизатор 4. Мост 	2	2	Введение в сетевые технологии
Какая функция TCP проиллюстрирована ниже? (выберите несколько) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. управление потоком 2. управление окном TCP 3. установление сеанса TCP 4. надежная доставка 	2,4	2	Введение в сетевые технологии
Что из следующего является примером	<ol style="list-style-type: none"> 1. EIGRP 2. IP 3. OSPF 	2	2	Введение в сетевые

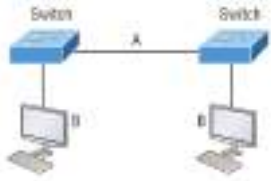
маршрутизируемого протокола?	4. BGP			технологии
Что из перечисленного НЕ является функцией, выполняемой на прикладном уровне модели OSI?	1. электронная почта 2. преобразование данных и форматирование кода 3. передача файлов 4. клиент-серверные процессы	2	2	Введение в сетевые технологии
Какой из следующих уровней модели OSI был позже разделен на два уровня?	1. представительский 2. транспортный 3. канальный 4. физический	3	2	Введение в сетевые технологии
Примером устройства, которое работает на физическом уровне, является	1. Концентратор 2. Коммутатор 3. Маршрутизатор 4. Мост	1	1	Введение в сетевые технологии
Какое из следующих утверждений о маршрутизаторах неверно?	1. По умолчанию они пересылают широковещательный трафик 2. Они могут фильтровать сетевой трафик на основе информации сетевого уровня. 3. Они выполняют выбор пути 4. Они выполняют коммутацию пакетов	4	1	Введение в сетевые технологии
Коммутаторы разделяют _____ домены, маршрутизаторы разделяют _____ домены.	1. широковещательные, широковещательные 2. коллизионные, коллизионные 3. коллизионные, широковещательные 4. широковещательные, коллизионные	3	2	Введение в сетевые технологии
Сколько доменов коллизий представлено на диаграмме ниже? 	1. восемь 2. девять 3. десять 4. одиннадцать	2	3	Введение в сетевые технологии

Какой из следующих уровней модели OSI НЕ участвует в определении того, как приложения на конечных станциях будут взаимодействовать друг с другом, а также с пользователями?	<table border="1"> <tr><td>1. Транспортный</td></tr> <tr><td>2. Прикладной</td></tr> <tr><td>3. Представительский</td></tr> <tr><td>4. Сеансовый</td></tr> </table>	1. Транспортный	2. Прикладной	3. Представительский	4. Сеансовый	1	2	Введение в сетевые технологии
1. Транспортный								
2. Прикладной								
3. Представительский								
4. Сеансовый								
Выберите устройство, работающее на всех уровнях модели OSI?	<table border="1"> <tr><td>1. Сетевой хост</td></tr> <tr><td>2. Коммутатор</td></tr> <tr><td>3. Маршрутизатор</td></tr> <tr><td>4. Мост</td></tr> </table>	1. Сетевой хост	2. Коммутатор	3. Маршрутизатор	4. Мост	1	2	Введение в сетевые технологии
1. Сетевой хост								
2. Коммутатор								
3. Маршрутизатор								
4. Мост								

По теме 2. Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС.

<p>На каком типе устройства может возникнуть ситуация, показанная на схеме?</p> 	<table border="1"> <tr><td>1. Концентратор</td></tr> <tr><td>2. Коммутатор</td></tr> <tr><td>3. Маршрутизатор</td></tr> <tr><td>4. Мост</td></tr> </table>	1. Концентратор	2. Коммутатор	3. Маршрутизатор	4. Мост	1	2	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
1. Концентратор								
2. Коммутатор								
3. Маршрутизатор								
4. Мост								
<p>В показанном кадре Ethernet II, какова функция раздела, обозначенного «FCS»?</p> 	<table border="1"> <tr><td>1. Позволяет принимающим устройствам блокировать входящий битовый поток.</td></tr> <tr><td>2. Обнаружение ошибок</td></tr> <tr><td>3. Определяет протокол верхнего уровня</td></tr> <tr><td>4. Идентифицирует передающее устройство.</td></tr> </table>	1. Позволяет принимающим устройствам блокировать входящий битовый поток.	2. Обнаружение ошибок	3. Определяет протокол верхнего уровня	4. Идентифицирует передающее устройство.	2	2	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
1. Позволяет принимающим устройствам блокировать входящий битовый поток.								
2. Обнаружение ошибок								
3. Определяет протокол верхнего уровня								
4. Идентифицирует передающее устройство.								
<p>Метод конкуренции, используемый Ethernet, называется _____.</p>	<table border="1"> <tr><td>1. Передача токена</td></tr> <tr><td>2. CSMA/CD</td></tr> <tr><td>3. Голосование</td></tr> <tr><td>4. CSMA/CA</td></tr> </table>	1. Передача токена	2. CSMA/CD	3. Голосование	4. CSMA/CA	2	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
1. Передача токена								
2. CSMA/CD								
3. Голосование								
4. CSMA/CA								
<p>В каких из следующих ситуаций нельзя использовать</p>	<table border="1"> <tr><td>1. При подключении от коммутатора к коммутатору</td></tr> <tr><td>2. При подключении от маршрутизатора к маршрутизатору</td></tr> </table>	1. При подключении от коммутатора к коммутатору	2. При подключении от маршрутизатора к маршрутизатору	4	3	Технологии канального уровня стека		
1. При подключении от коммутатора к коммутатору								
2. При подключении от маршрутизатора к маршрутизатору								

<p>полнодуплексный режим?</p>	<p>3. При подключении от хоста к хосту</p> <p>4. При подключении от хоста к концентратору</p>			<p>TCP/IP в ЛВС</p>
<p>Между какими устройствами вы могли бы использовать кабель с схемой расположения выводов, показанной ниже?</p> 	<p>1. При подключении от коммутатора к коммутатору</p> <p>2. При подключении от маршрутизатора к маршрутизатору</p> <p>3. При подключении от хоста к хосту</p> <p>4. При подключении от хоста к концентратору</p>	4	3	<p>Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС</p>
<p>Для какого типа кабеля используется показанная здесь схема расположения выводов?</p> 	<p>1. Волоконно-оптический кабель</p> <p>2. Перекрестный кабель Gigabit Ethernet</p> <p>3. Прямой кабель FastEthernet</p> <p>4. Коаксиальный кабель</p>	2	3	<p>Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС</p>
<p>Что из следующего является неправильным при настройке программы эмуляции терминала?</p>	<p>1. Битовая скорость: 9600</p> <p>2. Четность: нет</p> <p>3. Управление потоком: нет</p> <p>4. Биты данных: 1</p>	4	3	<p>Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС</p>
<p>Для какого типа кабеля используется схема выводов, показанная ниже?</p> 	<p>1. Оптического кабеля</p> <p>2. Консольного кабеля</p> <p>3. Прямое кабеля</p> <p>4. Перекрестного кабеля</p>	2	3	<p>Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС</p>
<p>Что из перечисленного НЕ является одним из действий, выполняемых при работе CSMA/CD при возникновении конфликта?</p>	<p>1. Jam-последовательность информирует все устройства о коллизии.</p> <p>2. Коллизия вызывает алгоритм случайной задержки в системах, имеющих отношение к коллизии.</p>	4	3	<p>Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС</p>

	<p>3. Каждое устройство в сегменте Ethernet прекращает передачу на короткое время, пока не истечет их таймер отсрочки передачи.</p> <p>4. Все хосты имеют равный приоритет для передачи после истечения таймеров.</p>			
Какое из следующих утверждений неверно в отношении Ethernet?	<p>1. В полнодуплексном режиме очень мало коллизий.</p> <p>2. Для каждого полнодуплексного узла требуется выделенный порт коммутатора.</p> <p>3. Сетевая карта хоста и порт коммутатора должны поддерживать полнодуплексный режим, чтобы использовать полнодуплексный режим.</p> <p>4. По умолчанию хосты 10Base-T и 100Base-T работают в полудуплексном режиме со скоростью 10 Мбит/с, если механизм автоопределения не работает.</p>	1	2	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
<p>На схеме ниже укажите типы кабелей, необходимые для соединения узлов А и В.</p> 	<p>1. А – перекрестный, В – перекрестный</p> <p>2. А – перекрестный, В – прямой</p> <p>3. А – прямой, В – прямой</p> <p>4. А – прямой, В – перекрестный</p>	2	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
Кабель, используемый для подключения к консольному порту на маршрутизаторе или коммутаторе, называется _____ кабелем.	<p>1. Перекрестным</p> <p>2. Консольным</p> <p>3. Прямым</p> <p>4. Полнодуплексным</p>	2	3	Технологии канального уровня стека TCP/IP в ЛВС
Какие из следующих элементов составляют сокет?	<p>1. IP-адрес и MAC-адрес</p> <p>2. IP-адрес и номер порта</p>	2	2	Технологии канального

	3. Номер порта и MAC-адрес			о уровня стека TCP/IP в ЛВС
	4. MAC-адрес и DLCI			

Типовые задания лабораторных работ:

Лабораторная работа №4. Работа с коммутаторами.

Теоретические сведения

Службы коммутаторов

Коммутаторы и мосты уровня 2 работают быстрее, чем маршрутизаторы, потому что им не нужно время на просмотр информации заголовка сетевого уровня. Вместо этого они смотрят на аппаратные адреса фрейма, прежде чем решить, переслать, загрузить или отбрасывать фрейм.

В отличие от концентраторов, коммутаторы создают частные выделенные домены конфликтов и обеспечивают независимую полосу пропускания исключительно для каждого порта.

Ниже представлен список из четырех важных преимуществ, которые мы получаем при использовании коммутации уровня 2:

- Аппаратная коммутация (ASIC)
- Скорость передачи
- Низкая задержка
- Низкая стоимость

Основная причина того, что коммутация уровня 2 настолько эффективна, заключается в том, что не происходит изменение пакета данных. Устройство считывает только кадр, инкапсулирующий пакет, что делает процесс коммутации значительно более быстрым и менее подверженным ошибкам, чем процессы маршрутизации.

А если вы используете коммутацию уровня 2 как для подключения рабочих групп, так и для сегментации сети (разбивая домены коллизий), вы можете создать больше сегментов сети, чем в традиционных маршрутизируемых сетях. Кроме того, коммутация уровня 2 увеличивает пропускную способность для каждого пользователя, потому что, опять же, каждое соединение или интерфейс в коммутаторе является его собственным, автономным доменом коллизий.

Три функции коммутатора на уровне 2

Три различные функции коммутации уровня 2: *изучение адресов, принятие решений по пересылке/фильтрации и предотвращение петель.*

Изучение адресов Коммутаторы уровня 2 с изучением адресов запоминают исходный аппаратный адрес каждого кадра, полученного на интерфейсе, и вводят эту информацию в базу данных MAC, называемую *таблицей коммутации*.

Решения о пересылке/фильтрации Когда кадр получен на интерфейсе, коммутатор смотрит на аппаратный адрес назначения, а затем выбирает для него соответствующий

выходной интерфейс в базе данных MAC. Таким образом, кадр пересылается только из правильного порта назначения.

Предотвращение петель Если несколько соединений между коммутаторами созданы в целях резервирования, могут возникнуть сетевые петли. Протокол связующего дерева (STP) используется для предотвращения петель в сети, при этом обеспечивая резервирование.

Изучение адресов

Когда коммутатор включен, таблица коммутации пуста, как показано на рисунке 1. Когда устройство передает, а интерфейс принимает кадр, коммутатор помещает адрес источника кадра в таблицу коммутации, позволяя ему ссылаться на точный интерфейс, на котором находится отправляющее устройство. Коммутатору тогда ничего не остается, кроме как устроить широковещательную рассылку этого кадра из каждого порта, кроме исходного, потому что он не знает, где устройство назначения действительно находится.

Если устройство отвечает на этот заполненный фрейм и отправляет фрейм обратно, то коммутатор берет адрес источника из этого фрейма и также помещает этот MAC-адрес в свою базу данных, связывая этот адрес с интерфейсом, получившим фрейм. Поскольку коммутатор теперь имеет оба соответствующих MAC-адреса в своей таблице коммутации, два устройства теперь могут устанавливать соединение точка-точка. Коммутатору не нужно загружать кадр, как это было в первый раз, потому что теперь кадры могут и будут пересылаться только между этими двумя устройствами.

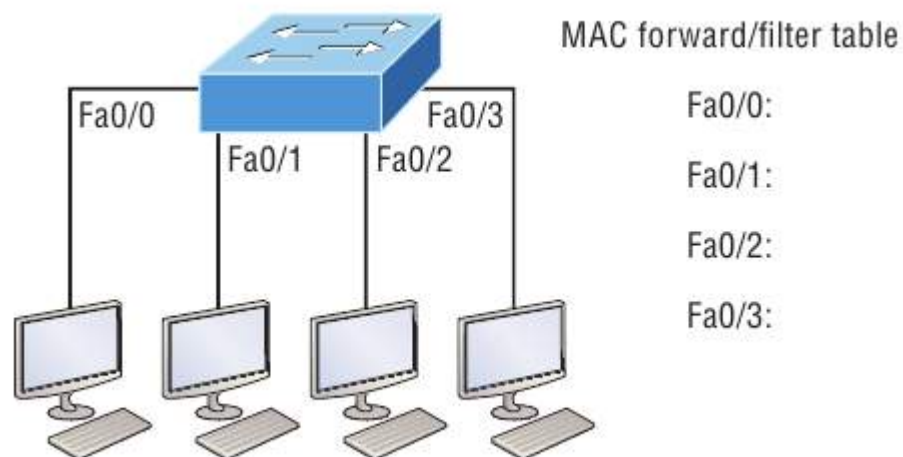


Рисунок 1. Пустая таблица коммутации

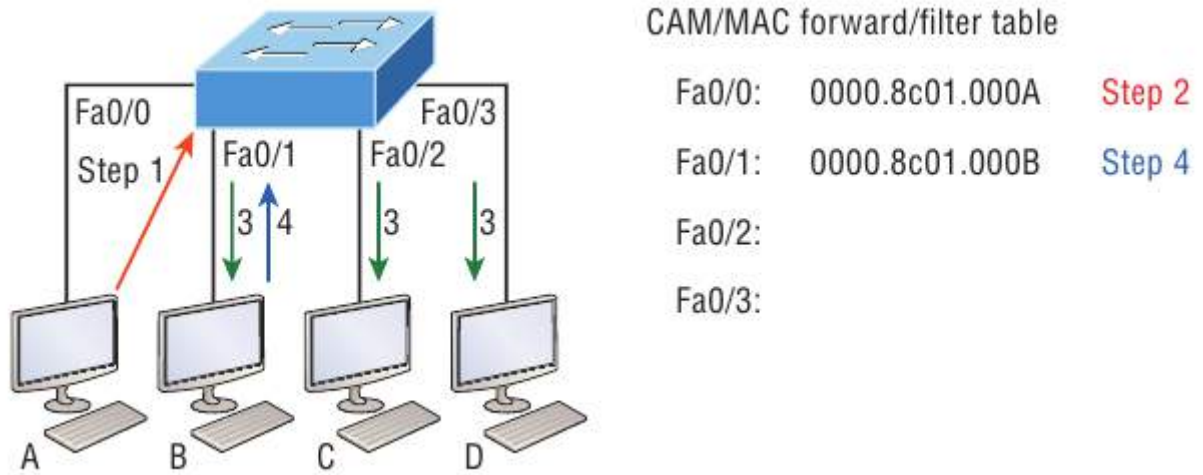


Рисунок 2. Заполненная таблица коммутации

Пересылка и фильтрация

Когда фрейм поступает на интерфейс коммутатора, аппаратный адрес назначения сравнивается с базой данных MAC. Если аппаратный адрес назначения известен и указан в базе данных, кадр отправляется только из соответствующего интерфейса выхода. Коммутатор не будет передавать кадр ни на один интерфейс, кроме интерфейса назначения, который сохраняет полосу пропускания в других сегментах сети.

Но если аппаратный адрес назначения не указан в базе данных MAC, то кадр будет передан всеми активными интерфейсами, кроме интерфейса, на котором он был получен. Если устройство отвечает на заполненный кадр, база данных MAC обновляется с указанием местоположения устройства - его правильного интерфейса.

Если хост или сервер отправляет широковещательную рассылку по локальной сети, по умолчанию коммутатор выводит фрейм из всех активных портов, кроме порта источника. Напомним, что коммутатор создает меньшие домены коллизий, но по умолчанию это всегда один большой широковещательный домен.

На рисунке 3 хост А отправляет фрейм данным хосту D.

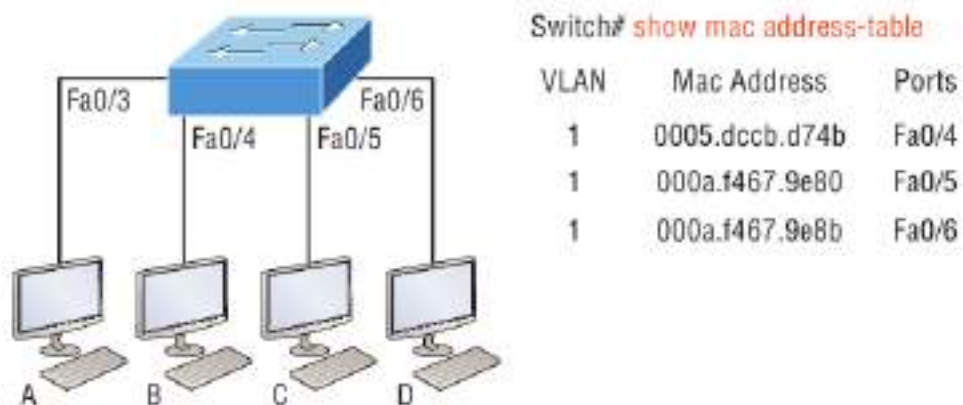


Рисунок 3.

Поскольку MAC-адрес хоста А отсутствует в таблице коммутации, коммутатор добавит исходный адрес и порт в таблицу MAC-адресов, а затем перенаправит кадр на хост D. Очень важно помнить, что исходный MAC-адрес всегда проверяется первым. чтобы убедиться, что он находится в таблице коммутации. После этого, если MAC-адрес хоста D не был найден в таблице, коммутатор будет выводить кадр из всех портов, кроме порта Fa0/3, потому что это конкретный порт, на котором был получен кадр.

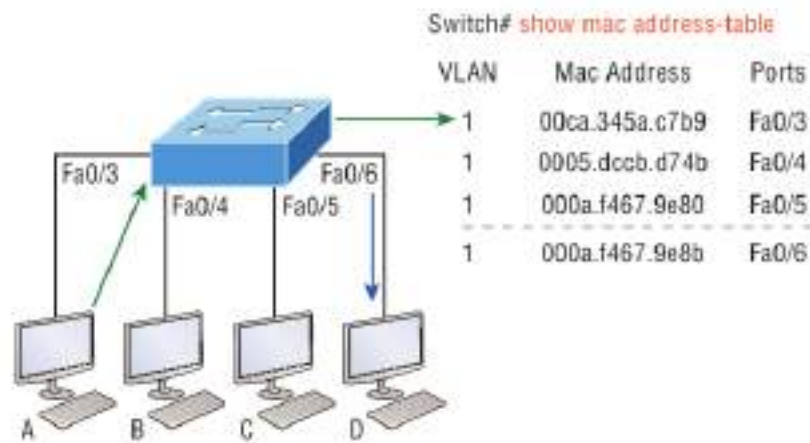


Рисунок 4.

Теперь давайте посмотрим на результат, полученный при использовании команды show mac address-table:

Switch#sh mac address-table

Vlan	Mac Address	Type	Ports
1	0005.dccb.d74b	DYNAMIC	Fa0/1
1	000a.f467.9e80	DYNAMIC	Fa0/3
1	000a.f467.9e8b	DYNAMIC	Fa0/4
1	000a.f467.9e8c	DYNAMIC	Fa0/3
1	0010.7b7f.c2b0	DYNAMIC	Fa0/3
1	0030.80dc.460b	DYNAMIC	Fa0/3
1	0030.9492.a5dd	DYNAMIC	Fa0/1
1	00d0.58ad.05f4	DYNAMIC	Fa0/1

Предположим, что коммутатор получил кадр со следующими MAC-адресами:

- MAC-адрес источника: 0005.dccb.d74b
- MAC-адрес назначения: 000a.f467.9e8c

Как коммутатор будет обрабатывать этот кадр? MAC-адрес назначения будет найден в таблице MAC-адресов, и кадр будет пересылаться только Fa0/3. Если MAC-адрес назначения не найден в таблице коммутации, кадр будет перенаправлен на все порты коммутатора, за исключением того, на котором он был первоначально получен при попытке определить местонахождение устройства назначения.

Технология Port Security

По умолчанию, MAC-адреса динамически добавляются в таблицу коммутации. Администратор может не допускать их добавление в таблицу с помощью технологии port security.

На рисунке 5 представлены два ПК, подключенных к одному коммутатору через один порт посредством хаба или другого коммутатора уровня доступа.

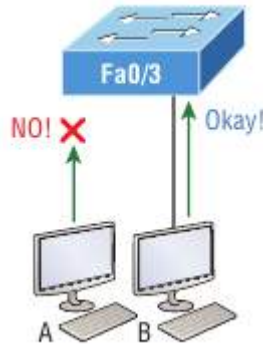


Рисунок 5. Технология port-security на коммутаторе

Порт Fa0/3 настроен так, чтобы отслеживать и разрешать кадры только с определенными MAC-адресами. В данном примере хосту А отказано в доступе, но хосту В разрешено подключиться к порту F0/3.

С помощью port-security можно ограничить количество MAC адресов, которые могут быть назначены порту динамическим образом, установить статические разрешенные MAC адреса и установить меры для пользователей, которые пытаются обойти политику безопасности.

Ниже представлены настройки port-security:

```
Switch#config t
Switch(config)#int f0/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport port-security
Switch(config-if)#switchport port-security ?
    aging                Port-security aging commands
    mac-address          Secure mac address
    maximum              Max secure address
    violation            Security violation mode
    <cr>
```

Коммутаторы приходят с настройками по умолчанию, в которых порты настроены в режим desirable. То есть при подключении к ним портов других устройств, настроенных в режим trunk, порты в режиме desirable тоже будут переходить в режим trunk, что не противоречит любой политике безопасности. Поэтому все нетранковые порты должны быть переведены в режим access. После этого можно использовать команды port-security.

Предыдущий пример ясно показывает, что команда switchport port-security может быть использована с четырьмя опциями. Можно использовать команду switchport port-security

`mac-address mac-address` которая назначает конкретный MAC адрес каждому порту коммутатора, что, однако, требует большого количества времени при настройке.

В случае необходимости разрешить только один хост на одном порту коммутатора и выключать порт каждый раз, когда это правило нарушается, используйте следующие команды

```
Switch(config-if)#switchport port-security maximum 1
Switch(config-if)#switchport port-security violation shutdown
```

Одна из полезных команд – `sticky`. Вы можете найти эту команду в команде `mac-address`:

```
Switch(config-if)#switchport port-security mac-address sticky
Switch(config-if)#switchport port-security maximum 2
Switch(config-if)#switchport port-security violation shutdown
```

По сути, с помощью команды `sticky` вы можете обеспечить защиту статического MAC-адреса без необходимости вводить MAC-адрес абсолютно каждого в сети.

В предыдущем примере первые два MAC-адреса, поступающие в порт, «прикрепляются» к нему как статические адреса и будут помещены в рабочую конфигурацию, но когда третий адрес попытается подключиться, порт немедленно отключится.

На рисунке 6 показан хост в холле компании, который должен быть защищен от подключения кабеля Ethernet, кем-либо, кроме одного уполномоченного лица.

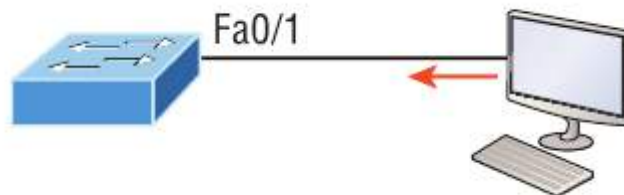


Рисунок 6.

Что можно сделать, чтобы порт коммутатора Fa0/1 разрешал только MAC-адрес ПК?

Решение довольно простое, потому что в этом случае настройки безопасности порта по умолчанию будут работать хорошо. Все, что осталось сделать, это добавить статическую запись MAC:

```
Switch(config-if)#switchport port-security
Switch(config-if)#switchport port-security violation restrict
Switch(config-if)#switchport port-security mac-address aa.bb.cc.dd.ee.ff
```

Чтобы защитить ПК, мы установили максимально допустимое количество MAC-адресов равным 1, а в случае нарушения выбрали опцию `restrict`, чтобы порт не отключался каждый раз, когда кто-то пытался использовать кабель Ethernet (что будет постоянно). При использовании ограничения на нарушение несанкционированные кадры будут просто отброшены. Помните, что как только вы включаете защиту порта на порту, по умолчанию

он выключается при нарушении и максимум 1. Так что все, что нужно было сделать, это изменить режим нарушения и добавить статический MAC-адрес.

Настройка коммутаторов серии Catalyst

Коммутаторы Cisco Catalyst бывают разных видов; некоторые работают со скоростью 10 Мбит/с, в то время как другие могут достигать скорости коммутируемых портов до 10 Гбит/с с комбинацией витой пары и оптического волокна.

Вот список основных задач, которые будут рассмотрены дальше:

- Административные функции
- Настройка IP-адреса и маски подсети
- Установка шлюза IP по умолчанию
- Настройка безопасности порта
- Тестирование и проверка сети

На рисунке 7 показан типичный коммутатор Cisco Catalyst.

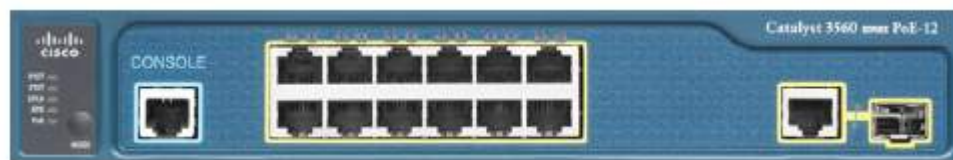


Рисунок 7. Коммутатор Cisco Catalyst

Консольный порт для коммутаторов Catalyst обычно расположен на задней панели коммутатора. Тем не менее, на небольших коммутаторах, таких как 3560, показанном на рисунке, консоль находится прямо спереди, чтобы облегчить использование. (Восьмипортовый 2960 выглядит точно так же.) Если загрузка операционной системы завершится успешно, системный индикатор загорится зеленым, если нет - он станет желтым. Нижняя кнопка используется, чтобы показать, какие индикаторы обеспечивают питание через Ethernet (PoE). В этом можно убедиться, нажав кнопку Mode. PoE - очень полезная особенность этих коммутаторов. Он позволяет запитать точку доступа и телефон, просто подключив их к коммутатору с помощью кабеля Ethernet.

На рисунке 8 показана коммутируемая сеть.

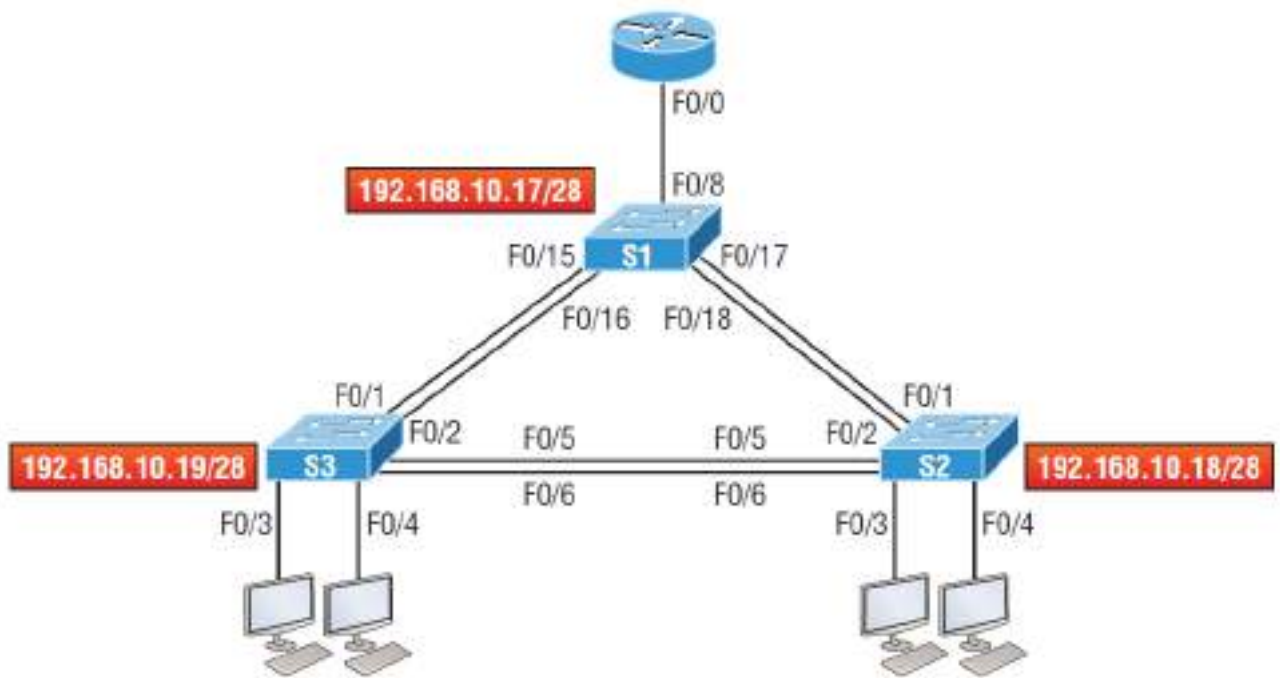


Рисунок 8. Коммутируемая сеть

На рисунке изображены три коммутатора 3560. Можно использовать любые коммутаторы уровня 2, чтобы следить за конфигурацией.

При первом подключении портов коммутаторов друг к другу, индикаторы соединения загораются желтым, а затем загораются зеленым, указывая на нормальную работу. На самом деле вы наблюдаете схождение связующего дерева, и этот процесс занимает около 50 секунд без включенных расширений. Но если вы подключаетесь к порту коммутатора, а индикатор порта коммутатора попеременно горит зеленым и желтым, это означает, что происходят ошибки. В этом случае проверьте сетевую карту хоста или кабели, возможно, даже настройки дуплексного режима на порту, чтобы убедиться, что они соответствуют настройке хоста.

S1

Начнем настройку с подключения к каждому коммутатору и настройки административных функций. Также назначим каждому коммутатору IP-адрес, но в этом нет необходимости, чтобы сеть работала. Единственная причина, по которой это может быть необходимо сделать, заключается в том, чтобы управлять/администрировать коммутатор удаленно, например, через Telnet. Воспользуемся простой схемой IP, например 192.168.10.16/28. Посмотрите на следующий вывод:

```
Switch>en
Switch#config t
Switch(config)#hostname S1
S1(config)#enable secret todd
S1(config)#int f0/15
S1(config-if)#description 1st connection to S3
S1(config-if)#int f0/16
S1(config-if)#description 2nd connection to S3
```

```

S1(config-if)#int f0/17
S1(config-if)#description 1st connection to S2
S1(config-if)#int f0/18
S1(config-if)#description 2nd connection to S2
S1(config-if)#int f0/8
S1(config-if)#desc Connection to IVR
S1(config-if)#line con 0
S1(config-line)#password console
S1(config-line)#login
S1(config-line)#line vty 0 15
S1(config-line)#password telnet
S1(config-line)#login
S1(config-line)#int vlan 1
S1(config-if)#ip address 192.168.10.17 255.255.255.240
S1(config-if)#no shut
S1(config-if)#exit
S1(config)#banner motd #this is my S1 switch#
S1(config)#exit
S1#copy run start
Destination filename [startup-config]? [enter]
Building configuration...
[OK]
S1#

```

Первое, на что следует обратить внимание, - это то, что на физических интерфейсах коммутатора не настроен IP-адрес. IP-адрес настраивается в логическом интерфейсе, который называется доменом управления или VLAN. Вы можете использовать VLAN 1 по умолчанию для управления коммутируемой сетью, как мы это делаем здесь, или вы можете выбрать для управления другую VLAN.

Остальная часть настройки в основном такая же, как и процесс настройки маршрутизатора.

S2

Вот конфигурация S2:

```

Switch#config t
Switch(config)#hostname S2
S2(config)#enable secret todd
S2(config)#int f0/1
S2(config-if)#desc 1st connection to S1
S2(config-if)#int f0/2
S2(config-if)#desc 2nd connection to s2
S2(config-if)#int f0/5
S2(config-if)#desc 1st connection to S3
S2(config-if)#int f0/6
S2(config-if)#desc 2nd connection to s3
S2(config-if)#line con 0

```

```

S2(config-line)#password console
S2(config-line)#login
S2(config-line)#line vty 0 15
S2(config-line)#password telnet
S2(config-line)#login
S2(config-line)#int vlan 1
S2(config-if)#ip address 192.168.10.18 255.255.255.240
S2(config)#exit
S2#copy run start
Destination filename [startup-config]?[enter]
Building configuration...
[OK]
S2#

```

Теперь должна быть возможность пинговать с S2 на S1. Давай попробуем:

```
S2#ping 192.168.10.17
```

```

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.10.17, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms
S2#

```

Первый период [.] - это тайм-аут, но восклицательный знак [!] Означает успех. Первый эхо-запрос не сработал из-за времени, которое требуется ARP для преобразования IP-адреса в соответствующий ему аппаратный MAC-адрес.

S3

Проверьте конфигурацию коммутатора S3:

```

Switch>en
Switch#config t
SW-3(config)#hostname S3
S3(config)#enable secret todd
S3(config)#int f0/1
S3(config-if)#desc 1st connection to S1
S3(config-if)#int f0/2
S3(config-if)#desc 2nd connection to S1
S3(config-if)#int f0/5
S3(config-if)#desc 1st connection to S2
S3(config-if)#int f0/6
S3(config-if)#desc 2nd connection to S2

```

```

S3(config-if)#line con 0
S3(config-line)#password console
S3(config-line)#login
S3(config-line)#line vty 0 15
S3(config-line)#password telnet
S3(config-line)#login
S3(config-line)#int vlan 1
S3(config-if)#ip address 192.168.10.19 255.255.255.240
S3(config-if)#no shut
S3(config-if)#banner motd #This is the S3 switch#
S3(config)#exit
S3#copy run start
Destination filename [startup-config]?[enter]
Building configuration...
[OK]
S3#

```

Пропингуем на S1 и S2 с коммутатора S3 и посмотрим, что произойдет:

```

S3#ping 192.168.10.17
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.10.17, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 1/3/9 ms

```

```

S3#ping 192.168.10.18
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.10.18, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 1/3/9 ms

```

```

S3#sh ip arp

```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	
	Interface				
Internet	192.168.10.17	0	001c.575e.c8c0	ARPA	Vlan1
Internet	192.168.10.18	0	b414.89d9.18c0	ARPA	Vlan1
Internet	192.168.10.19	-	ecc8.8202.82c0	ARPA	Vlan1

```

S3#

```

В выходных данных команды `show ip arp` прочерк (-) в столбце минут означает, что это физический интерфейс устройства.

Теперь, прежде чем мы перейдем к проверке конфигураций коммутатора, вам нужно знать еще одну команду, даже если она нам не нужна в нашей текущей сети, потому что у нас нет маршрутизатора. Это команда `ip default-gateway`. Если вы хотите управлять своими коммутаторами из-за пределов вашей локальной сети, вы должны установить шлюз по умолчанию (`default gateway`) на коммутаторах так же, как и на хосте, и вы делаете это из

глобальной конфигурации. Вот пример, в котором мы представляем наш маршрутизатор с IP-адресом, используя последний IP-адрес в нашем диапазоне подсети:

```
S3#config t
S3(config)#ip default-gateway 192.168.10.30
```

Port Security

Вы можете разрешить коммутатору запоминать значения всех MAC-адресов динамически, или можете установить статические адреса для каждого порта с помощью команды `switchport port-security mac-address mac-address`.

Теперь настроим безопасность порта на нашем коммутаторе S3. В нашей лаборатории к портам Fa0/3 и Fa0/4 будет подключено только одно устройство. Используя защиту портов, мы уверены, что никакое другое устройство не сможет подключиться после подключения наших хостов в портах Fa0/3 и Fa0/4. Вот как это легко сделать с помощью пары команд:

```
S3#config t
S3(config)#int range f0/3-4
S3(config-if-range)#switchport mode access
S3(config-if-range)#switchport port-security
S3(config-if-range)#do show port-security int f0/3
Port Security                : Enabled
Port Status                  : Secure-down
Violation Mode               : Shutdown
Aging Time                   : 0 mins
Aging Type                   : Absolute
SecureStatic Address Aging   : Disabled
Maximum MAC Addresses       : 1
Total MAC Addresses          : 0
Configured MAC Addresses     : 0
Sticky MAC Addresses         : 0
Last Source Address:Vlan     : 0000.0000.0000:0
Security Violation Count     : 0
```

Первая команда устанавливает режим портов на доступ к портам – режим “access”. Порты должны быть портами доступа (access) или магистральными портами (trunk), чтобы обеспечить безопасность порта. Используя команду `switchport port-security` в интерфейсе, включаем защиту портов с максимальным MAC-адресом 1 и выключением портов – `shutdown` – в случае нарушения. Это значения по умолчанию, и вы можете увидеть их в выделенных выходных данных команды `show port-security int f0/3` в предыдущем коде.

Защита порта включена, как показано в первой строке, но во второй строке отображается `Secure-down`, потому что хосты еще не подключены к портам. Как только это произойдет, статус покажет `Secure-up` и станет `Secure-shutdown`, если произойдет нарушение - `violation`.

Очень важно помнить, что вы можете установить параметры безопасности порта, но это не сработает, пока вы не включите безопасность порта на уровне интерфейса. Обратите внимание на вывод для порта F0/6:

```
S3#config t
S3(config)#int range f0/6
S3(config-if-range)#switchport mode access
S3(config-if-range)#switchport port-security violation restrict
S3(config-if-range)#do show port-security int f0/6
Port Security : Disabled
Port Status : Secure-up
Violation Mode : restrict
[output cut]
```

Порт Fa0/6 был настроен в режим shutdown в случае нарушения, но первая строка показывает, что безопасность порта еще не включена. Помните, что вы должны использовать эту команду на уровне интерфейса, чтобы включить безопасность порта на порту:

```
S3(config-if-range)#switchport port-security
```

Есть два других режима, которые вы можете использовать вместо простого отключения порта. Режимы restrict и protect означают, что другой хост может подключаться до максимально разрешенного количества MAC-адресов, но после достижения максимального количества все кадры будут просто отброшены, а порт не будет отключен. Кроме того, как режим restrict, так и режим shutdown выключения предупреждают вас через SNMP о том, что на порту произошло нарушение.

Если вы настроили порты с помощью команды выключения при нарушении, то при возникновении нарушения порты будут выглядеть следующим образом:

```
S3#sh port-security int f0/3
Port Security           : Enabled
Port Status             : Secure-shutdown
Violation Mode         : Shutdown
Aging Time              : 0 mins
Aging Type              : Absolute
SecureStatic Address Aging : Disabled
Maximum MAC Addresses  : 1
Total MAC Addresses     : 2
Configured MAC Addresses : 0
Sticky MAC Addresses    : 0
Last Source Address:Vlan : 0013:0ca69:00bb3:00ba8:1
Security Violation Count : 1
```

Здесь вы можете видеть, что порт находится в режиме безопасного выключения, и индикатор порта горит желтым. Чтобы снова включить порт, вам нужно будет сделать следующее:

```
S3(config-if)#shutdown
S3(config-if)#no shutdown
```

Проверим конфигурации коммутатора.

Помните, что хотя некоторые переключатели будут показывать `err-disabled` вместо `Secure-shutdown`, как показывает мой переключатель, между ними нет никакой разницы.

Проверка коммутаторов Cisco Catalyst

Чтобы проверить IP-адрес, установленный на коммутаторе, мы можем использовать команду `show interface`. Вот результат:

```
S3#sh int vlan 1
Vlan1 is up, line protocol is up
  Hardware is EtherSVI, address is ecc8.8202.82c0 (bia ecc8.8202.82c0)
  Internet address is 192.168.10.19/28
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit/sec, DLY 10 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  [output cut]
```

Приведенный выше вывод показывает, что интерфейс находится в рабочем состоянии. Не забывайте всегда проверять этот интерфейс с помощью этой команды или команды `show ip interface brief`. Многие люди забывают, что этот интерфейс отключен по умолчанию.

show mac address-table

При использовании этой команды отображается таблица коммутации, также называемая *content addressable memory* (CAM). Вот выходной сигнал переключателя S1:

```
S3#sh mac address-table
      Mac Address Table
-----
Vlan    Mac Address      Type    Ports
----    -
All     0100.0ccc.cccc   STATIC  CPU
[output cut]
1       000e.83b2.e34b   DYNAMIC Fa0/1
1       0011.1191.556f   DYNAMIC Fa0/1
1       0011.3206.25cb   DYNAMIC Fa0/1
1       001a.2f55.c9e8   DYNAMIC Fa0/1
1       001a.4d55.2f7e   DYNAMIC Fa0/1
1       001c.575e.c891   DYNAMIC Fa0/1
1       b414.89d9.1886   DYNAMIC Fa0/5
1       b414.89d9.1887   DYNAMIC Fa0/6
```


Коммутаторы используют базовые MAC-адреса, которые назначаются процессору. Первый в списке - это базовый MAC-адрес коммутатора. Из предыдущего вывода вы можете видеть, что у нас есть шесть MAC-адресов, динамически назначаемых Fa0/1, что означает, что порт Fa0/1 подключен к другому коммутатору. Портам Fa0/5 и Fa0/6 назначен только один MAC-адрес, и все порты назначены VLAN 1.

Давайте взглянем на таблицу коммутации коммутатора S2 и посмотрим, что мы можем узнать.

S2#sh mac address-table

```

                Mac Address Table
-----
Vlan          Mac Address      Type        Ports
----          -
All           0100.0ccc.cccc    STATIC     CPU
[output cut]
1             000e.83b2.e34b    DYNAMIC    Fa0/5
1             0011.1191.556f    DYNAMIC    Fa0/5
1             0011.3206.25cb    DYNAMIC    Fa0/5
1             001a.4d55.2f7e    DYNAMIC    Fa0/5
1             581f.aaff.86b8    DYNAMIC    Fa0/5
1             ecc8.8202.8286    DYNAMIC    Fa0/5
1             ecc8.8202.82c0    DYNAMIC    Fa0/5

```

Total Mac Addresses for this criterion: 27

S2#

Этот вывод сообщает нам, что у нас есть семь MAC-адресов, назначенных для Fa0/5, который является нашим подключением к S3. Но где порт 6? Поскольку порт 6 является резервным каналом к S3, STP перевел Fa0/6 в режим блокировки.

Назначение статических MAC-адресов

Вы можете установить статический MAC-адрес в таблице MAC-адресов, но, как и установка безопасности статического MAC-порта без команды sticky, это огромная работа. На случай, если вы захотите это сделать, вот как это делается:

S3(config)#mac address-table ?

```

aging-time      Set MAC address table entry maximum age
learning        Enable MAC table learning feature
move           Move keyword
notification    Enable/Disable MAC Notification on the switch
static         static keyword

```

S3(config)#mac address-table static aaaa.bbbb.ccc vlan 1 int fa0/7

S3(config)#do show mac address-table

```

                Mac Address Table
-----
Vlan          Mac Address      Type        Ports
----          -

```

```

All          0100.0ccc.cccc    STATIC    CPU
[output cut]
1           000e.83b2.e34b    DYNAMIC    Fa0/1
1           0011.1191.556f    DYNAMIC    Fa0/1
1           0011.3206.25cb    DYNAMIC    Fa0/1
1           001a.4d55.2f7e    DYNAMIC    Fa0/1
1           001b.d40a.0538    DYNAMIC    Fa0/1
1           001c.575e.c891    DYNAMIC    Fa0/1
1           aaaa.bbbb.0ccc    STATIC     Fa0/7
[output cut]
Total Mac Addresses for this criterion: 59

```

Как показано в левой части выходных данных, вы можете видеть, что статический MAC-адрес теперь постоянно назначен интерфейсу Fa0/7 и что он также назначен только VLAN 1.

Протокол IEEE 802.1x

Протокол IEEE 802.1x является механизмом безопасности, обеспечивающим аутентификацию и авторизацию пользователей и тем самым ограничивающим доступ проводных или беспроводных устройств к локальной сети. Работа протокола базируется на клиент-серверной модели контроля доступа (рисунок 9). В качестве сервера аутентификации используется RADIUS-сервер. При этом весь процесс аутентификации пользователя производится в проводных сетях на основе протокола EAPOL (Extensible Authentication Protocol over LAN), в беспроводных - на основе протокола EAPOW (Extensible Authentication Protocol over Wireless).

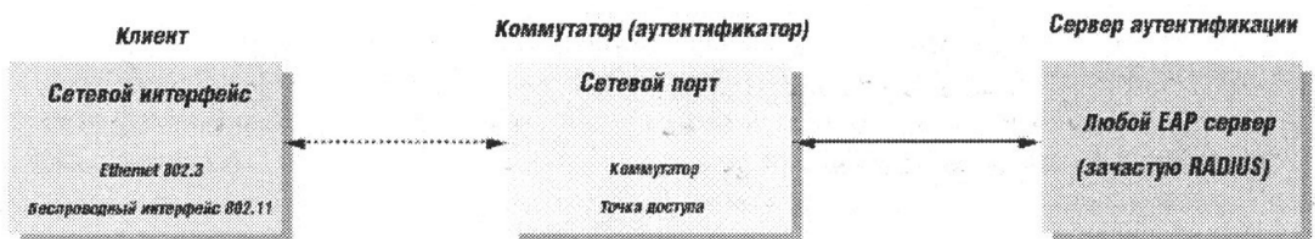


Рисунок 9

До тех пор, пока клиент не будет аутентифицирован, протокол IEEE 802.1x будет пропускать через сетевой порт только трафик протокола EAPOL. После успешной аутентификации обычный трафик будет пропускаться через порт. Работа протокола IEEE 802.1x основывается на трёх компонентах (рисунок 9), каждая из которых подробно рассмотрена в следующем разделе.

Роли устройств

Клиент - это рабочая станция, которая запрашивает доступ к локальной сети и сервисам коммутатора и отвечает на запросы коммутатора. На рабочей станции должно быть установлено клиентское ПО, реализующее протокол 802.1x (в ОС Microsoft Windows XP данное ПО является встроенным).

Сервер аутентификации выполняет фактическую аутентификацию клиента, проверяя подлинность клиента и информируя коммутатор, предоставлять или нет клиенту доступ к локальной сети.

Коммутатор (также называется аутентификатор) управляет физическим доступом к сети, основываясь на статусе аутентификации клиента. Коммутатор работает как посредник между клиентом и сервером аутентификации, получая запрос на проверку подлинности от клиента, проверяя данную информацию при помощи сервера аутентификации, и пересылая ответ клиенту. ПО коммутатора включает клиента RADIUS, который отвечает за инкапсуляцию и деинкапсуляцию кадров EAP и взаимодействие с сервером аутентификации.

Процесс аутентификации

Инициировать процесс аутентификации может коммутатор или клиент. Клиент инициирует аутентификацию, посылая кадр EAPOL-start, который вынуждает коммутатор отправить ему запрос на идентификацию. Когда клиент отправляет EAP - ответ со своей идентификацией, коммутатор начинает играть роль посредника, передающего кадры EAP между клиентом и сервером аутентификации до успешной или неуспешной аутентификации. Если аутентификация завершилась успешно, порт коммутатора становится авторизованным.

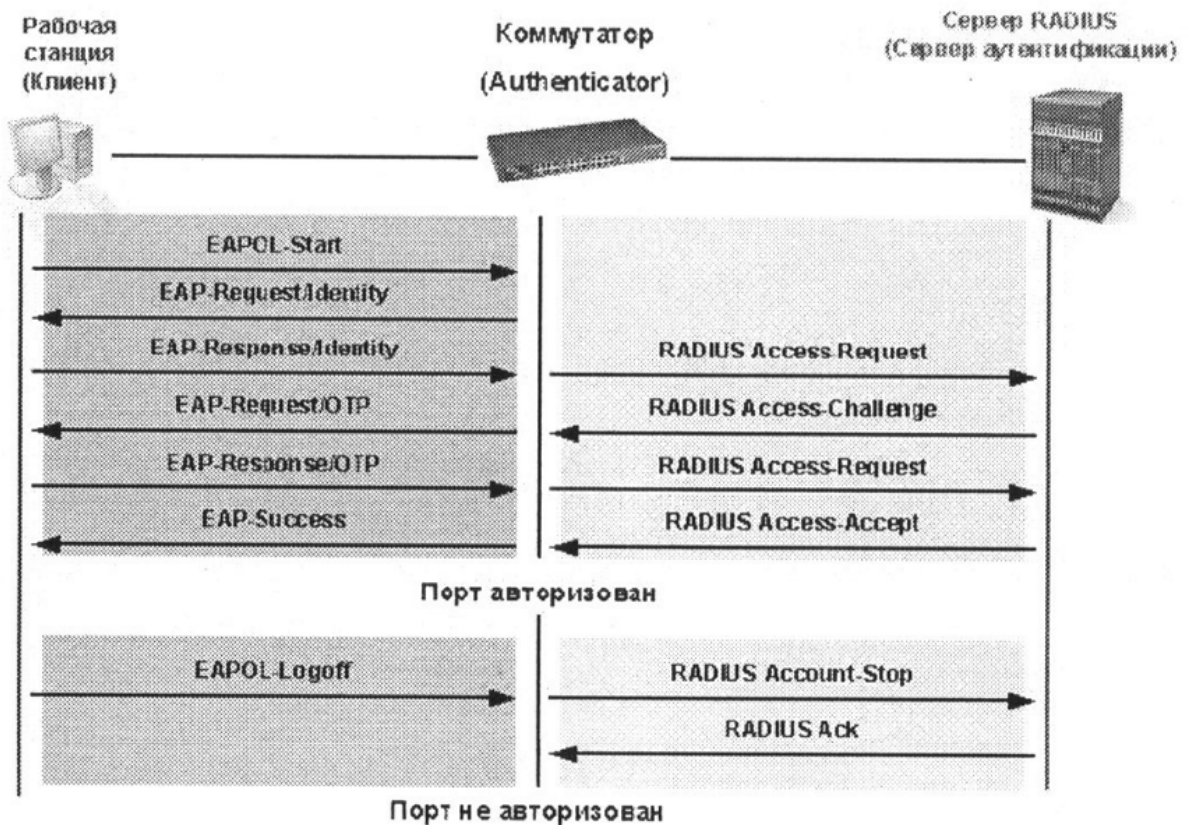


Рисунок 10. Временная диаграмма аутентификации клиента в сети.

Временная диаграмма обмена EAP-кадрами зависит от используемого метода аутентификации. На рисунке 10 показана схема обмена, инициируемая клиентом, использующая метод аутентификации с использованием одноразовых паролей (One Time Password, OTP) сервером RADIUS.

Состояние портов коммутатора

Состояние порта коммутатора определяется тем, получил или не получил клиент право доступа к сети. Первоначально порт находится в неавторизованном состоянии. В этом состоянии он запрещает прохождение всего входящего и исходящего трафика за исключением пакетов протокола IEEE 802.1x. Когда клиент аутентифицирован, порт переходит в авторизованное состояние, позволяя передачу любого трафика от него.

Возможны варианты, когда клиент или коммутатор не поддерживают протокол IEEE 802.1x. Если клиент, который не поддерживает протокол IEEE 802.1x, подключается к неавторизованному порту, коммутатор посылает клиенту запрос на аутентификацию. Поскольку в этом случае клиент не ответит на запрос, порт останется в неавторизованном состоянии и клиент не получит доступ к сети.

В другом случае, когда клиент с поддержкой протокола IEEE 802.1x подключается к порту, на котором не запущен протокол IEEE 802.1x, клиент начинает процесс аутентификации, посылая кадр EAPOL-start. Не получив ответа, клиент посылает запрос определённое количество раз. Если после этого ответ не получен, клиент, считая, что порт находится в авторизованном состоянии, начинает посылать кадры.

В случае, когда и клиент и коммутатор поддерживают протокол IEEE 802.1x, при успешной аутентификации клиента, порт переходит в авторизованное состояние и начинает передавать все кадры клиента. Если в процессе аутентификации возникли ошибки, порт остаётся в неавторизованном состоянии, но аутентификация может быть восстановлена.

Если сервер аутентификации не может быть достигнут, коммутатор может повторно передать запрос. Если от сервера не получен ответ после определённого количества попыток, то в доступе к сети будет отказано из-за ошибок аутентификации.

Когда клиент завершает сеанс работы, он посылает сообщение EAPOL-logoff, переводящее порт коммутатора в неавторизованное состояние. Если состояние канала связи порта переходит из активного (up) в неактивное (down), то порт также возвращается в неавторизованное состояние.

Методы контроля доступа при использовании протокола IEEE 802.1x

Протокол IEEE 802.1x предоставляет два метода контроля доступа к сети:

1. На основе портов (Port-Based Access Control). При использовании данного метода достаточно, чтобы только один любой пользователь, подключенный к порту коммутатора, был авторизован. Тогда порт перейдёт в авторизованное состояние и доступ к сети получат любые пользователи, подключенному к данному порту.
2. На основе MAC-адресов (MAC-Based Access Control). При использовании данного метода при аутентификации также учитывается MAC-адрес клиента, подключенного к порту, и порт авторизуется только для клиента с конкретным MAC-адресом.

Контроль доступа на основе портов

Изначально протокол IEEE 802.1x разрабатывался с учётом того, что к порту коммутатора подключено не более одного устройства (рисунок 11). Как только устройство успешно прошло процедуру аутентификации, порт переходил в авторизованное состояние и далее пропускал весь трафик до тех пор, пока не наступало событие, которое обратно переводило его в неавторизованное состояние. Следовательно, если порт коммутатора подключен не к одному устройству, а к сегменту локальной сети, то успешная аутентификация любого устройства из этого сегмента открывает доступ в сеть всем остальным устройствам из сегмента. Естественно, это является серьёзной проблемой с точки зрения безопасности.

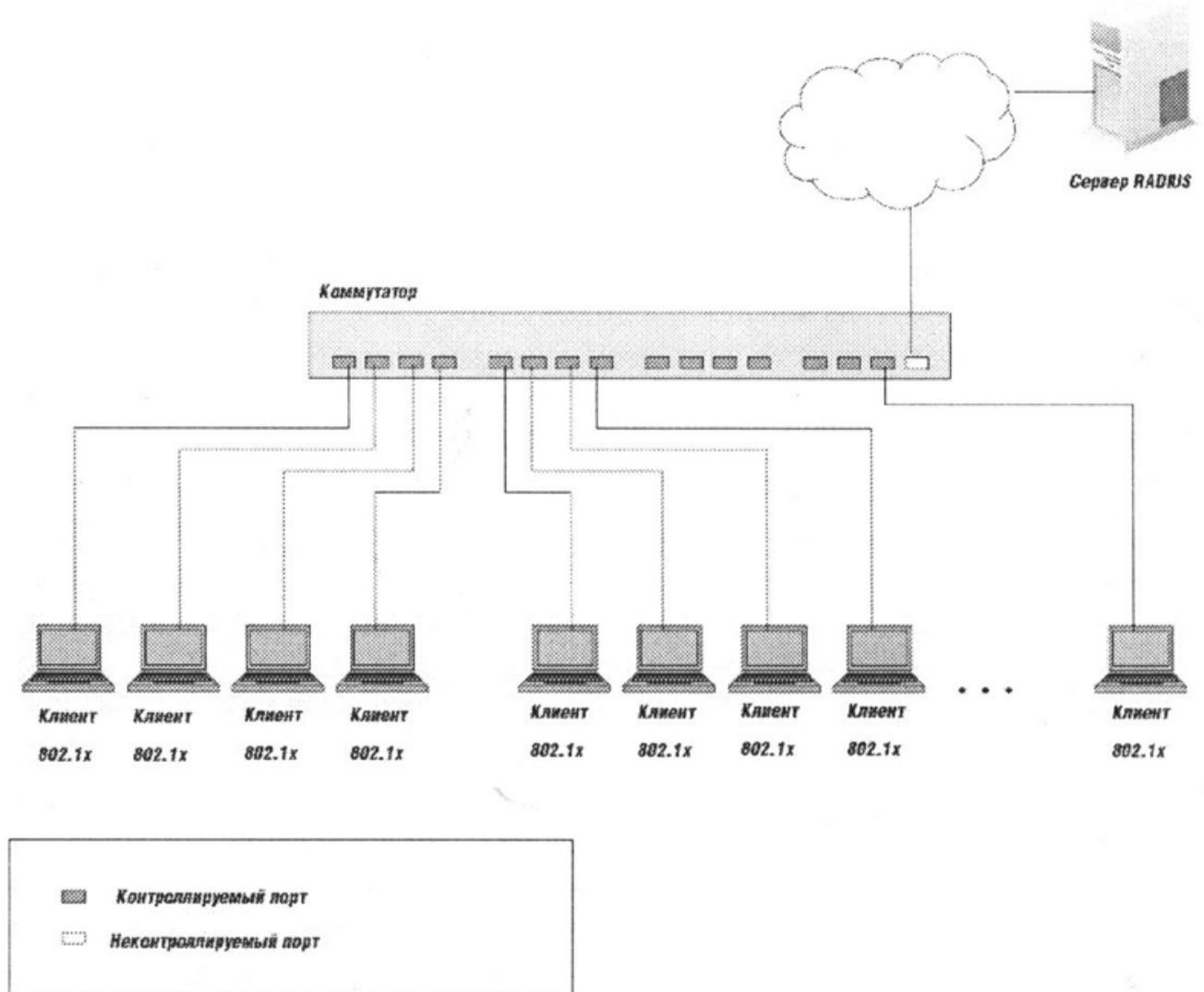


Рисунок 11

Контроль доступа на основе MAC-адресов

Для того, чтобы успешно использовать протокол IEEE 802.1x в распределённых локальных сетях, необходимо создавать логические порты - по одному логическому порту на каждое устройство, подключенное к физическому порту. Таким образом, физический порт представляет собой множество логических портов, каждый из которых независимо контролирует отдельное устройство-клиента с точки зрения аутентификации и авторизации. Принадлежность устройства к определённому логическому порту осуществляется на основе MAC-адреса устройства (рисунок 12). Таким образом,

устраняется проблема безопасности доступа множества устройств через один физический порт коммутатора.

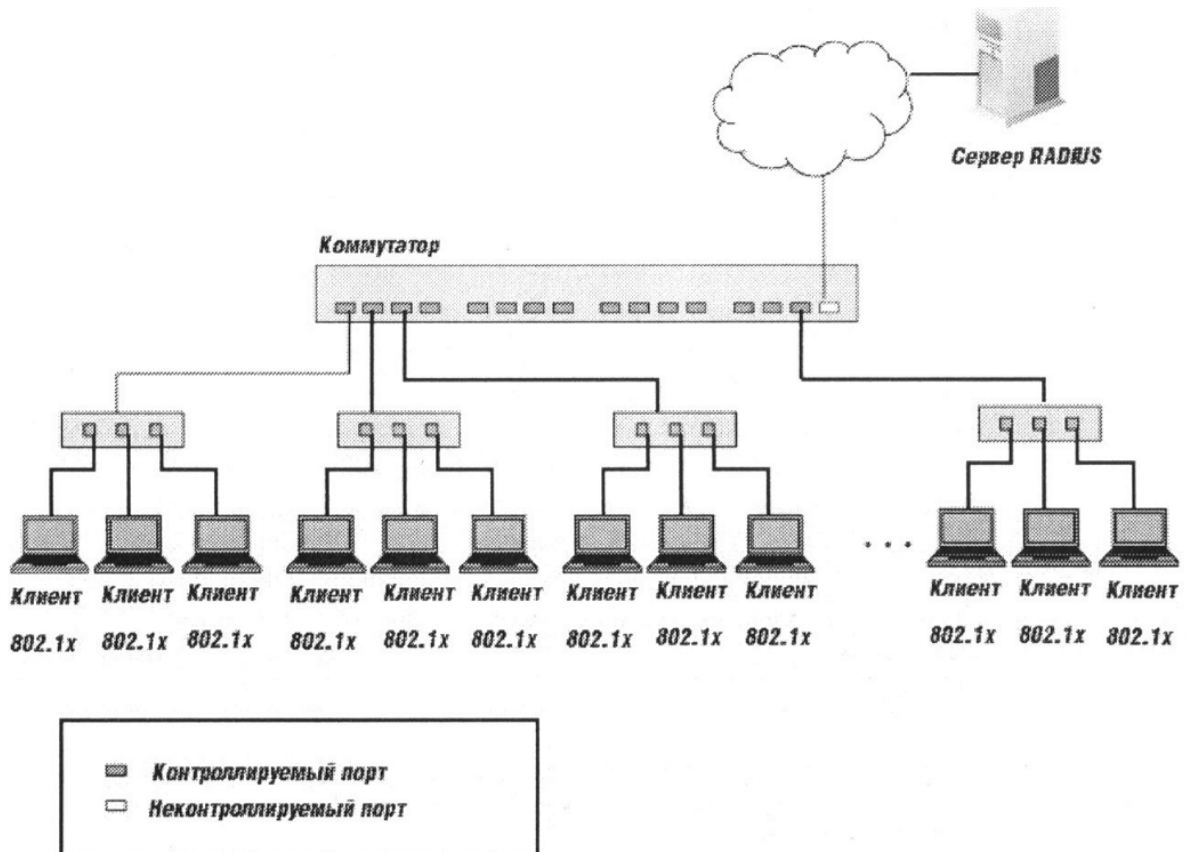


Рисунок 12

Справка по управлению

802.1X

Для работы протокола 802.1X необходимо настроить механизмы AAA (Аутентификация, Авторизация, Аккаунтинг). По умолчанию механизмы AAA отключены и протокол 802.1X неактивен. Порт, являющийся магистральным портом VLAN, и зеркалирующие порты не могут участвовать в процедурах 802.1X.

Коммутатор, выполняющий процедуры 802.1X, обычно работает с RADIUS-сервером. Естественно, перед настройкой 802.1X необходимо указать RADIUS-сервер с помощью команды `radius-server`.

Настройка 802.1X

Включить использование протокола 802.1X для аутентификации на порту:

! Создание новой модели AAA

```
(config)# aaa new-model
```

! Создание списка методов аутентификации для новой модели

! Вариант списка методов для аутентификации через локальную базу пользователей

```
(config)# aaa authentication dot1x (<имя_списка>|default) local
```

! Вариант списка методов для аутентификации через RADIUS-сервер

```
(config)# aaa authentication dot1x (<имя_списка>|default) group radius
```

! Добавление адреса RADIUS-сервера для аутентификации

! Обычно RADIUS-сервер работает на порту 1812

! В ключе учитываются проблемы в середине и конце!

```
(config)# radius-server host <адрес> auth-port <порт_сервера> acct-port <порт_сервера> key <ключ>
```

! Вариант списка методов для отключения аутентификации

```
(config)# aaa authentication dot1x (<имя_списка>|default) none
```

! Активация использования 802.1X на коммутаторе

```
(config)# dot1x system-auth-control
```

! Настройка порта на использование 802.1 X

! Перед выполнением команды убедитесь, что порт переведён в режим access!

```
(config)# interface <имя>
```

```
(config-if)# dot1x port-control auto
```

Включить принудительную периодическую аутентификацию:

! Переход в режим настройки порта

```
(config)# interface <имя>
```

! Включение периодической реаутентификации

```
(config-if)# dot1x reauthentication
```

! Задание периода принудительной повторной аутентификации

! От 1 до 65535, по умолчанию 3600

```
(config-if)# dot1x timeout reauth-period <период_в_секундах>
```

Вручную инициировать принудительную аутентификацию на порту:

```
# dot1x re-authenticate interface <имя>
```

Настроить время до повтора попытки аутентификации на порту после неудачной попытки.

```
(config)# interface <имя>
```

! От 1 до 65535, по умолчанию 60

```
(config-if)# dot1x timeout quiet-period <период_в_секундах>
```

Установить максимальное количество попыток реаутентификации:

```
(config)# interface <имя>
```

! От 1 до 10, по умолчанию 2

```
(config-if)# dot1x max-reauth-req <количество>
```

Позволить нескольким клиентам проходить аутентификацию на одном порту независимо (по MAC-адресам):

```
(config)# interface <имя>
```

```
(config-if)# dot1x host-mode (single-host | multi-host | multi-domain)
```

! Второй вариант этой команды

```
(config-if)# authentication host-mode (single-host | multi-auth | multi-host | multi-domain)
```

! Отключение эту возможности

! single-host – один хост на одном порту

! multi-auth – разрешает одного клиента в голосовой VLAN, и множество клиентов, подключенных к обычным VLAN для передачи данных.

! multi-host – позволяет использование порта множеством хостов, после авторизации одного

! хоста

! multi-domain - позволяет авторизоваться одному голосовому устройству и одному устройству

! для передачи данных на одном порту

Сбросить настройки 802.1X интерфейса:

```
(config)# interface <имя>
```

```
(config-if)# dot1x default
```

Включить процедуру учёта (accounting) аутентификации на порту через RADIUS-сервер:

```
(config)# interface <имя>
```

```
(config-if)# aaa accounting dot1x default start-stop group radius
```

```
(config-if)# aaa accounting system default start-stop group radius
```

Просмотр состояния 802.1X

Показать сведения о версии используемого протокола:

```
#show dot1x
```

Показать все сведения о настройке 802.1X:

```
#show dot1x all
```

Показать статистику 802.1X для всех портов:

```
#show dot1x all statistics
```

Показать сведения о настройке и состоянии конкретного порта:

```
#show dot1x interface <имя>
```

Показать статистику 802.1X для конкретного порта:

```
#show dot1x interface <имя> statistics
```

Практическая часть

Соберите схему, изображенную на рисунке 13.

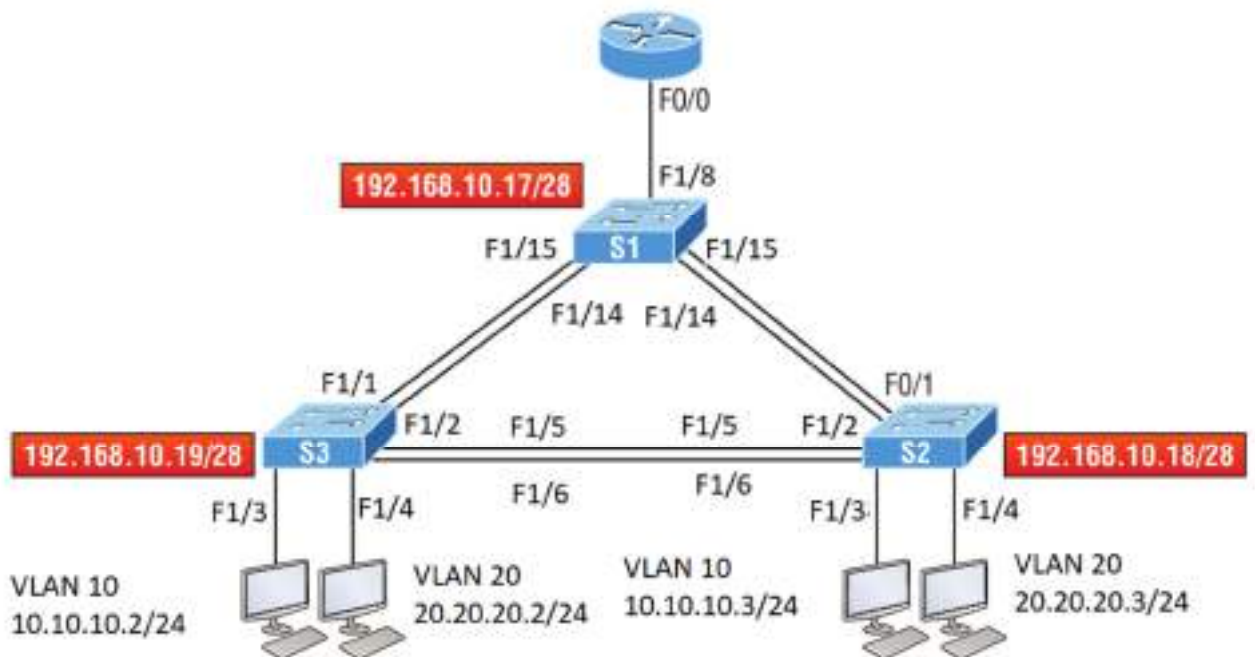


Рисунок 13. Схема компьютерной сети

В ходе этой лабораторной работы вы сможете настроить сети VLAN из режима глобальной конфигурации, а затем проверить эти сети. В качестве ПК установите VPCS, коммутаторы EtherSwitch router, маршрутизатор C3600.

1. Подключитесь к коммутатору S1 и настройте следующее, а не в каком-либо определенном порядке:

- Имя хоста
- Баннер
- Описание интерфейса
- Пароли
- IP-адрес, маска подсети, шлюз по умолчанию

```
Switch>en
Switch#config t
Switch(config)#hostname S1
S1(config)#enable secret todd
S1(config)#int f0/15
S1(config-if)#description 1st connection to S3
S1(config-if)#int f0/16
S1(config-if)#description 2nd connection to S3
S1(config-if)#int f0/17
S1(config-if)#description 1st connection to S2
S1(config-if)#int f0/18
S1(config-if)#description 2nd connection to S2
```

```

S1(config-if)#int f0/8
S1(config-if)#desc Connection to IVR
S1(config-if)#line con 0
S1(config-line)#password console
S1(config-line)#login
S1(config-line)#line vty 0 15
S1(config-line)#password telnet
S1(config-line)#login
S1(config-line)#int vlan 1
S1(config-if)#ip address 192.168.10.17 255.255.255.240
S1(config-if)#no shut
S1(config-if)#exit
S1(config)#banner motd #this is my S1 switch#
S1(config)#exit
S1#copy run start
Destination filename [startup-config]? [enter]
Building configuration...

```

2. Подключитесь к коммутатору S2 и настройте все параметры, которые вы использовали на шаге 1. Не забудьте использовать другой IP-адрес на коммутаторе.

3. Подключитесь к коммутатору S3 и настройте все параметры, которые вы использовали на шагах 1 и 2. Не забудьте использовать другой IP-адрес на коммутаторе.

4. Подключитесь к каждому коммутатору и проверьте интерфейс управления.

```
S1#sh interface vlan 1
```

5. Подключитесь к каждому коммутатору и проверьте таблицу коммутации.

```
S1#sh mac address-table
```

6. Проверьте свои конфигурации с помощью следующих команд:

```
S1#sh running-config
```

```
S1#sh ip int brief
```

7. Подключитесь к коммутатору S3.

8. Настройте порт Fa0/3 с защитой порта.

```
S3#config t
```

```
S(config)#int fa0/3
```

```
S3(config-if)#Switchport mode access
```

```
S3(config-if)#switchport port-security
```

9. Проверьте настройки по умолчанию для port security.

```
S3#show port-security int f0/3
```

10. Измените настройки, чтобы иметь максимум два MAC-адреса, которые можно связать с интерфейсом Fa0/3.

```
S3#config t
S3(config)#int fa0/3
S3(config-if)#switchport port-security maximum 2
```

11. Измените режим нарушения на restrict.

```
S3#config t
S3(config)#int fa0/3
S3(config-if)#switchport port-security violation restrict
```

12. Проверьте свою конфигурацию с помощью следующих команд:

```
S3#show port-security
S3#show port-security int fa0/3
S3#show running-config
```

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. *Семиуровневая модель OSI. Общие принципы построения.*
2. *Стек протоколов TCP/IP.*
3. *Технологии локальных сетей: Ethernet, Token Ring, FDDI. Сравнительная характеристика.*
4. *Стандарты Ethernet.*
5. *Адресация в технологии Ethernet. Физические адреса.*
6. *Фреймирование в технологии Ethernet. Обнаружение ошибок.*
7. *Устройства канального уровня. Работа подуровней LLC и MAC.*
8. *Виртуальные локальные сети VLAN. Назначение, способы организации VLAN в сетях. Организация магистральных каналов между сетевыми устройствами второго уровня.*
9. *Понятие «петель». Широковещательный шторм. Протокол связующего дерева STP и RSTP. Функционирование и настройка.*
10. *Протокол IP. IP-пакеты и IP-заголовок. Назначение полей IP-заголовков.*
11. *IP-адресация. Классы адресов. Маска сети. Разделение IP-сети на подсети. Публичные и частные адреса.*
12. *Протоколы маршрутизации. Их функционирование. Понятие метрики.*
13. *Протокол маршрутизации RIP версии 1 и 2.*

14. *Протокол маршрутизации OSPF.*
15. *Протокол с коммутацией меток MPLS.*
16. *Служба преобразования имен DNS.*
17. *Назначение адресов и протоколов DHCP.*
18. *Протоколы 4-го уровня стека TCP/IP: TCP и UDP. Основные функции и отличия. Области применения. Заголовки протоколов.*
19. *Понятие сокета TCP и UDP, его функции для доступа к приложениям.*
20. *Протокол управления передачей TCP. Поля заголовка протокола. Понятие стека.*
21. *Управление потоком с использованием окон в протоколе TCP.*
22. *Установка и разрыв соединения в протоколе TCP.*
23. *Фильтрация IP-трафика.*
24. *Технология качества обслуживания QoS в IP-сетях.*
25. *Алгоритм ведра маркеров.*
26. *Интегрированное обслуживание и протокол RSVP в QoS.*
27. *Дифференцированное обслуживание в QoS.*
28. *Базовая трансляция сетевых адресов NAT. Трансляция сетевых адресов и портов NAT. Отличия от NAT и NAT.*
29. *Сетевые службы. Электронная почта. Протоколы SMTP, POP3, IMAP.*
30. *Сетевые службы. Веб-службы.*
31. *Сетевые службы. IP-телефония.*
32. *Сетевые службы. Протокол передачи файлов FTP.*
33. *Технологии распределенных сетей WAN. Технология ISDN, DSL.*
34. *Технологии распределенных сетей WAN. Технология Frame Relay.*
35. *Технологии распределенных сетей WAN. Технология ATM.*
36. *Технологии распределенных сетей WAN. MetroEthernet.*
37. *Сетевая безопасность. Определение безопасной системы. Угроза, атака, риск. Типы и примеры атак.*
38. *Сетевая безопасность. Вредоносные программы. Троянские программы. Сетевые черви. Вирусы. Шпионские программы. Спам.*
39. *Сетевая безопасность. Методы обеспечения информационной безопасности. Политика безопасности. Шифрование. Симметричные и несимметричные алгоритмы шифрования.*
40. *Сетевая безопасность. Аутентификация, авторизации, аудит. Типы и особенности. Антивирусная защита.*

41. *Сетевая безопасность. Аппаратная защита. Сетевые экраны. Типы и особенности применения. Прокси-серверы.*

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. *Артюшенко, В. В. Компьютерные сети и телекоммуникации : учебно-методическое пособие / В. В. Артюшенко, А. В. Никулин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : НГТУ, 2020. - 1 on-line, 72 с. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/152244/#1> (дата обращения: 19.04.2021) . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-7782-4104-6 : Б. ц. - Текст : электронный.*
2. *Сети и телекоммуникации [Электронный ресурс]: учеб. и практикум для академического бакалавриата/ Рос. ун-т Дружбы народов; под ред.: К. Е. Самуйлова, И. А.*

Шалимова, Д. С. Кулябова. - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 363 с.. - (Бакалавр. Академический курс). - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-534-00949-1: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ЭБС Юрайт(1)

Дополнительная литература

1. Дибров, М. В. Дибров, М. В. Сети и телекоммуникации. Маршрутизация в IP-сетях [Электронный ресурс]: учеб. и практикум для академического бакалавриата : в 2 ч. / М. В. Дибров. - Москва: Юрайт, 2019 - 2019. - Вариант загл.: Маршрутизация в IP-сетях. - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-9916-9957-0.
2. Дибров, М. В. Дибров, М. В. Сети и телекоммуникации. Маршрутизация в IP-сетях [Электронный ресурс]: учеб. и практикум для академического бакалавриата : в 2 ч. / М. В. Дибров. - Москва: Юрайт, 2019 - 2019. - Вариант загл.: Маршрутизация в IP-сетях. - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-9916-9957-0 Ч. 2. - 1 on-line, 351 с.. - (Бакалавр. Академический курс). - Библиогр.: с. 349-350 (25 назв.). - ISBN 978-5-9916-9958-7: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ЭБС Юрайт(1).

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 322 «Лаборатория сетевых технологии и систем маршрутизации»

Состав лабораторного оборудования:

1. *Брандмауэр Cisco ASA 5505 – 4 шт.*
2. *Коммутатор Cisco Catalyst 3560 – 2 шт.*
3. *Коммутатор Cisco Catalyst 2960 – 4 шт.*
4. *Коммутатор Cisco SF 100D-05 – 4 шт.*
5. *Беспроводный маршрутизатор RV 120W – 4 шт.*
6. *Коммутационная панель категории 5Е на 24 порта RJ-45 – 2 шт.*
7. *Коммутационная панель категории 5Е на 48 порта RJ-45 – 2 шт.*
8. *Системный блок персонального компьютера – 8 шт.*
9. *Консоль (ЖК-монитор, клавиатура, мышь) – 8 шт.*

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Статистическая радиофизика»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Захаров Вениамин Ефимович, д. ф.-м. н., профессор института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Статистическая радиофизика».

Цель дисциплины «Статистическая радиофизика» - формирование у студентов системы знаний по статистической теории случайных колебаний и волн в радиофизических и радиотехнических системах, их проявление и применение на практике.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПКС-1. Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации</p>	<p>ПКС-1.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.3. Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению</p>	<p>Знать: методы представления дискретных случайных процессов методы оценки неизвестных параметров сигнала; Уметь: решать задачи, связанные с анализом случайных процессов, обнаружением сигналов на фоне помех Владеть: умением использовать элементную базу и узлы для построения и ремонта электротехнических и радиотехнических цепей</p>
<p>ПКС-3. Способность к сбору и анализу статистических данных о работе сети и ее отдельных элементов, выработки предложений по оптимизации использования ресурсов оборудования, принятию решений о расширении оборудования, сервисов и услуг транспортных сетей и сетей передачи данных</p>	<p>ПКС-3.1. Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи ПКС-3.2. Умеет осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; разрабатывать технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям ПКС-3.3. Владеет навыками выработки решений по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, оборудования и технологий</p>	<p>Знать: методы и алгоритмы оптимальной фильтрации сообщений, содержащихся в принимаемых сигналах; Уметь: решать задачи оптимальной фильтрации сообщений, содержащихся в принимаемых сигналах; использовать методы расчета функциональных аналоговых и цифровых узлов Владеть: умением применять контрольно-измерительные приборы практическими навыками реализации схемных решений</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Статистическая радиофизика» представляет собой дисциплину части, формируемой участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Измерение и анализ характеристик случайных процессов.	Измерение и анализ характеристик случайных процессов. Обнаружение сигнала на фоне шума. Измерение случайных процессов. Цифровая обработка случайных процессов.
2	Тема 2. Модели случайных импульсных процессов.	Модели случайных импульсных процессов. Случайный одиночный импульс. Квазипериодические импульсные процессы. Случайные импульсные последовательности. Дробовой шум. Фотоотсчеты в случайном световом поле.
3	Тема 3. Модели случайных непрерывных процессов.	Модели случайных непрерывных процессов. Случайные узкополосные процессы. Случайные диффузионные процессы. Колебания, модулированные шумом.
4	Тема 4. Случайные процессы в линейных радиосистемах.	Случайные процессы в линейных радиосистемах. Статистика случайных процессов. Фильтрация шума избирательными системами. Установление шумовых колебаний. Распределение вероятностей на выходе системы. Тепловые шумы. Выделение сигнала из шума.
5	Тема 5. Случайные процессы в нелинейных и параметрических радиосистемах.	Случайные процессы в нелинейных и параметрических радиосистемах. Нелинейное преобразование сигналов. Амплитудное детектирование шума. Измерение слабых шумов. Параметрическое усиление и преобразование частоты. Флуктуации и шумы в автоколебательных системах.
6	Тема 6. Случайные волны.	Случайные волны. Случайные поля в физике и технике. Интерференция случайных волн. Распространение случайных волн. Дифракция случайных волн. Рассеяние волн в случайно неоднородных средах. Статистика теплового излучения.

6 Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Измерение и анализ характеристик случайных процессов.	Измерение и анализ характеристик случайных процессов. Обнаружение сигнала на фоне шума.
2	Тема 2. Модели случайных импульсных процессов.	Модели случайных импульсных процессов. Фотоотсчеты в случайном световом поле.
3	Тема 3. Модели случайных непрерывных процессов.	Случайные узкополосные процессы. Случайные диффузионные процессы. Колебания, модулированные шумом.
4	Тема 4. Случайные процессы в линейных радиосистемах.	Статистика случайных процессов. Фильтрация шума избирательными системами. Установление шумовых колебаний. Выделение сигнала из шума.

5	Тема 5. Случайные процессы в нелинейных и параметрических радиосистемах.	Нелинейное преобразование сигналов. Амплитудное детектирование шума. Флуктуации и шумы в автоколебательных системах.
6	Тема 6. Случайные волны.	Случайные поля в физике и технике. Интерференция случайных волн. Распространение случайных волн. Дифракция случайных волн. Рассеяние волн в случайно неоднородных средах. Статистика теплового излучения.

Рекомендуемая тематика практических занятий (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Измерение и анализ характеристик случайных процессов.	Закрепление теоретических навыков по теме «измерение и анализ характеристик случайных процессов»; вывод критерия обнаружения сигнала; исследование формы изолиний линий равной яркости на экране осциллографа..
2	Тема 2. Модели случайных импульсных процессов.	Закрепление теоретических навыков по теме «Модели случайных импульсных процессов»; расчет среднего значения и функции корреляции импульса гауссовской формы; исследование характеристик пуассоновской последовательности импульсов.
3	Тема 3. Модели случайных непрерывных процессов.	Закрепление теоретических навыков по теме «Модели непрерывных случайных процессов»; нахождение функции корреляции узкополосного сигнала; исследование гауссовского стационарного узкополосного процесса.
4	Тема 4. Случайные процессы в линейных радиосистемах.	Закрепление теоретических навыков по теме «Случайные процессы в линейных радиосистемах»; нахождение корреляционных функций случайных процессов для приведенных схем.
5	Тема 5. Случайные процессы в нелинейных и параметрических радиосистемах.	Закрепление теоретических навыков по теме «Случайные процессы в нелинейных и параметрических радиосистемах»; нахождение плотности распределения вероятностей стационарного гауссовского шума; безынерционный сглаженный ограничитель.
6	Тема 6. Случайные волны.	Закрепление теоретических навыков по теме «Случайные волны»; решение волнового уравнения; расчет корреляционных функций; вычисление дисперсии фазы сферической волны;

Требования к самостоятельной работе студентов

При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по изученным темам.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной

образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Измерение и анализ характеристик случайных процессов.	ПКС-1 ПКС-3	Тестирование Решение задач
Тема 2. Модели случайных импульсных процессов.	ПКС-1 ПКС-3	Тестирование Решение задач
Тема 3. Модели случайных непрерывных процессов.	ПКС-1 ПКС-3	Тестирование Решение задач
Тема 4. Случайные процессы в линейных радиосистемах.	ПКС-1 ПКС-3	Тестирование Решение задач
Тема 5. Случайные процессы в нелинейных и параметрических радиосистемах.	ПКС-1 ПКС-3	Тестирование Решение задач
Тема 6. Случайные волны.	ПКС-1 ПКС-3	Тестирование Решение задач

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

По теме 1. Измерение и анализ характеристик случайных процессов.

1. Случайный стационарный процесс - процесс:

- 1) который не зависит от времени;
- 2) выражения для плотностей вероятностей которого не изменяются при изменении начала отсчета времени;
- 3) выражения для плотностей вероятностей которого не зависят от времени;
- 4) который при временном усреднении теряет случайный характер и стремится к некоторой постоянной величине, равной его среднему статистическому значению.

2. Функция корреляции случайного процесса:

- 1) не зависит от времени;
- 2) зависит только от разности двух моментов времени;
- 3) зависит от двух моментов времени;
- 4) зависит от времени.

3. Для закона Пуассона: $P(n) = e^{-\alpha} \alpha^n / n!$ среднее значение $\langle n \rangle$ равно:

- 1) α ;
- 2) $\alpha(1 + \alpha)$;
- 3) α^2 ;
- 4) $\alpha(1 - \alpha)$.

4. Время корреляции случайного стационарного процесса можно определить, как:

1) $\tau_K = \int_0^{\infty} R(\tau) d\tau$;

2) $\tau_K = 2 \int_0^{\infty} R^2(\tau) d\tau$;

3) $\tau_K = \int_{-\infty}^{\infty} R^2(\tau) d\tau$;

4) $\tau_K = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} R^2(\tau) d\tau$.

5. Уравнение Фоккера-Планка -

- 1) уравнение для одномерной плотности вероятности стационарного процесса;

- 2) уравнение для двумерной плотности вероятности стационарного процесса;
 - 3) уравнение для одномерной и условной плотностей вероятности марковского процесса
 - 4) уравнение для одномерной и условной плотностей вероятности случайного процесса.
6. Спектр мощности случайного процесса:
- 1) преобразование Фурье этого процесса;
 - 2) преобразование Фурье функции корреляции этого процесса;
 - 3) математическое ожидание преобразования Фурье этого процесса;
 - 4) среди вариантов нет правильного.

По теме 2. Модели случайных импульсных процессов.

1. Статистика дробового шума зависит от:
 - 1) взаимодействия электронов при пролете от катода к аноду;
 - 2) статистики термоэлектронной эмиссии из катода;
 - 3) статистики термоэлектронной эмиссии из катода и от взаимодействия электронов при пролете от катода к аноду;
 - 4) среди вариантов нет верного.
2. Формула Шоттки используется для расчета дробового эффекта низкочастотных ламп, когда:
 - 1) $\theta \ll 1$;
 - 2) $\theta \gg 0$;
 - 3) $\theta \ll 0$;
 - 4) $\theta \gg 1$.
3. Процесс называется узкополосным если:
 - 1) $\Delta\omega / \omega_0 \ll 1$;
 - 2) $\omega_0 / \Delta\omega \ll 1$;
 - 3) $\Delta\omega / \omega_0 \gg 1$;
 - 4) $\omega_0 / \Delta\omega \ll 1$.
4. Энергетический спектр шума на выходе линейной системы пропорционален:
 - 1) фазо-частотной характеристике системы;
 - 2) амплитудно-частотной характеристике системы;
 - 3) квадрату амплитудно-частотной характеристики системы;
 - 4) квадрату фазо-частотной характеристики системы.
5. Стохастические дифференциальные уравнения –

- 1) описываю детерминированные процессы;
 - 2) не имеют случайных коэффициентов;
 - 3) имеют решения в виде случайных функций;
 - 4) не могут быть линейными.
6. Микроскопические флуктуации
- 1) обусловлены атомизмом вещества и электричества;
 - 2) не существуют;
 - 3) проявляются не всегда;
 - 4) имеют интенсивность, не зависящую от температуры среды.
7. Примерами тепловых флуктуаций служат
- 1) броуновское движение и молекулярное рассеяние света;
 - 2) дробовой шум;
 - 3) хаотическое перемагничивание доменов в ферромагнитных сердечниках, находящихся в переменном магнитном поле;
 - 4) случайные локальные вариации эмиссионной способности катодов;

По теме 3. Модели случайных непрерывных процессов

1. Связь между временем корреляции случайного процесса τ_k и шириной спектра его флуктуаций $\Delta\omega_{ш}$ дается формулой:
 - 1) $\Delta\omega_{ш} \sim \tau_k$.
 - 2) $\Delta\omega_{ш} \tau_k = \pi$.
 - 3) $\Delta\omega_{ш} \sim 1/(\tau_k)^2$;
 - 4) не существует связи.
2. Спектр мощности стационарного случайного процесса связаны друг с другом
 - 1) преобразованием Винера-Хинчина;
 - 2) не зависят друг от друга;
 - 3) обратно пропорциональны друг другу;
 - 4) Z – преобразованием.
3. Формулы Кэмпбелла выражают
 - 1) время корреляции и математическое ожидание случайного процесса;
 - 2) среднее значение и корреляционную функцию пуассоновской импульсной последовательности импульсов;
 - 3) математическое ожидание и дисперсию случайного процесса;
 - 4) характеристики депрессии дробового шума.
4. Спектральная плотность мощности дробового шума

- 1) не зависит от средней силы анодного тока;
- 2) пропорциональна средней силе анодного тока;
- 3) обратно пропорциональна средней силе анодного тока;
- 4) пропорциональна корню квадратному из средней силы анодного тока.

По теме 4. Случайные процессы в линейных радиосистемах

1. Связь между спектрами мощности сигналов на входе и выходе линейной системы с передаточной функцией $K(\omega)$ выражается формулой

$$1) G_{\text{вых}}(\omega) = G_{\text{вх}}(\omega) / |K(\omega)|^2;$$

$$2) G_{\text{вых}}(\omega) = G_{\text{вх}}(\omega) |K(\omega)|^2;$$

$$3) G_{\text{вых}}(\omega) = (G_{\text{вх}}(\omega))^2 |K(\omega)|;$$

$$4) G_{\text{вых}}(\omega) = G_{\text{вх}}(\omega) |K(\omega)|.$$

2. Дисперсия флуктуаций на выходе линейной системы выражается формулой

$$1) \langle x^2 \rangle = \sigma_{\text{вых}}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} G_{\text{вх}}(\omega) |K(\omega)|^2 d\omega ;$$

$$2) \langle x^2 \rangle = \sigma_{\text{вых}}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} G_{\text{вх}}(\omega) |K(\omega)|^2 d\omega / 4;$$

$$3) \langle x^2 \rangle = \sigma_{\text{вых}}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} G_{\text{вх}}(\omega) |K(\omega)|^2 d\omega \quad \langle x \rangle;$$

$$4) \langle x^2 \rangle = \sigma_{\text{вых}}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} G_{\text{вх}}(\omega) |K(\omega)|^2 d\omega \quad / \langle x \rangle.$$

3. Импульсная характеристика линейной цепи может быть выражена через передаточную функцию цепи как

∞

$$1) H(\theta) = (1 / (2\pi)) \int K(\omega) e^{j\omega\theta} d\omega;$$

$$2) H(\theta) = (1 / (2\pi)) \int (K(\omega))^2 e^{j\omega\theta} d\omega;$$

$$3) H(\theta) = (1 / (2\pi)) \int K(\omega) d\omega;$$

$$4) H(\theta) = (1 / (2\pi)) \int (K(\omega))^3 d\omega;$$

4. Характерное время установления стационарной мощности шума в колебательном контуре

- 1) порядка характерного времени затухания свободных колебаний в контуре;
- 2) обратно пропорционально характерному времени затухания свободных колебаний в контуре;
- 3) не зависит от характерного времени затухания свободных колебаний в контуре;

4) равно нулю.

По теме 5. Случайные процессы в нелинейных и параметрических радиосистемах

1. Функция распределения случайного диффузионного процесса подчиняется

- 1) волновому уравнению;
- 2) уравнению Пуассона;
- 3) уравнению Лапласа;
- 4) уравнению Фоккера-Планка.

2. Если время корреляции случайного процесса равно нулю, то его функция распределения

- 1) постоянна;
- 2) пропорциональна дельта-функции;
- 3) пропорциональна функции единичного скачка;
- 4) пропорциональна функции синуса.

3. Дисперсия винеровского случайного процесса

- 1) линейно растет со временем;
- 2) не зависит от времени;
- 3) убывает со временем;
- 4) имеет немонотонную зависимость от времени.

4. Воздействие электромагнитного шума на лазер или радиогенератор приводит к стохастической модуляции колебаний генератора

- 1) за счет нелинейности воздействия шума;
- 2) не вызывает модуляции колебаний;
- 3) за счет теплового движения носителей тока в цепи генератора
- 4) варианты ответов 1 – 3 являются неправильными.

По теме 6. Случайные волны

1. Высокочастотная накачка

- 1) дестабилизирует работу параметрического усилителя;
- 2) стабилизирует работу параметрического усилителя;
- 3) не влияет на стабильность работы параметрического усилителя;
- 4) может как стабилизировать, так и дестабилизировать работу параметрического усилителя.

2. Низкочастотная накачка типа белого шума

- 1) дестабилизирует работу параметрического усилителя;

- 2) стабилизирует работу параметрического усилителя;
 - 3) не влияет на стабильность работы параметрического усилителя;
 - 4) может как стабилизировать, так и дестабилизировать работу параметрического усилителя.
3. На практике генерация идеальных гармонических колебаний
- 1) невозможна ни при каких условиях;
 - 2) возможна при определенных условиях;
 - 3) возможна всегда;
 - 4) может возникать случайным образом.
4. Ниже порога самовозбуждения собственный шум радиогенератора или лазера –
- 1) нестационарный узкополосный процесс.
 - 2) стационарный узкополосный гауссовский процесс;
 - 3) нестационарный широкополосный процесс.
 - 4) стационарный узкополосный негауссовский процесс.
5. При развитой стационарной генерации шум радиогенератора или лазера становится
- 1) гауссовским;
 - 2) существенно негауссовским;
 - 3) отсутствует;
 - 4) обязательно белым.

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

По теме 1. Измерение и анализ характеристик случайных процессов

Задача 1. Проверить выполнение условий для плотности вероятности случайной величины, если она подчиняется закону Релея.

Задача 2. Проверить выполнение условий для характеристической функции стационарной нормальной случайной величины, имеющей двухмерную характеристическую функцию

$$\Theta_2(u_1, u_2) = \exp\left\{ju(u_1 + u_2) - \frac{1}{2}\sigma^2[u_1^2 + 2R(\tau)u_1u_2 + u_2^2]\right\}. \quad (1.3)$$

Задача 3. Найти математическое ожидание, дисперсию и вероятность того, что случайная непрерывная величина больше или равна математического ожидания. Случайная величина имеет равномерную плотность вероятности с параметром $a=1$, $b=2$.

Задача 4. Имеется две случайные дискретные независимые величины x и y . Их математические ожидания и дисперсии равны: $m_x=3$, $m_y=5$, $\sigma_x^2=4$, $\sigma_y^2=9$. Найти математическое ожидание и дисперсию суммы, разности, произведения и частного этих случайных величин.

Задача 5. Найдите одномерную характеристическую функцию гауссовской случайной величины с нулевым математическим ожиданием и дисперсией $\sigma^2 = 0.5$.

Задача 6. Для нормального закона случайной величины показать, что выполняется условие нормировки и положительной определенности.

По теме 2. Модели случайных импульсных процессов

Задача 1. Рассчитать среднее значение и функцию корреляции для импульса гауссовской формы $F(t) = F_0 \exp(-\alpha^2 t^2)$ с длительностью: $\tau_{\text{имп}} \sim 1/\alpha$, и при гауссовском распределении времени появления импульса $w(t_0) = (\beta / \pi^{1/2}) \exp(-\beta^2 t_0^2)$.

Задача 2. Задана пуассоновская последовательность импульсов $x(t) = \sum_{p=1}^n x_p(t)$, $x_p(t) = F(t - t_p)$, $x(t) = \bar{x} + \xi(t)$ с независимыми временами появления t_p . Считая, что импульсы имеют прямоугольную форму, найти \bar{x} , $\sigma_x^2 = \langle \xi^2 \rangle$, $\sigma_{x/\bar{x}}^2 = \langle \xi^2 \rangle / \langle x \rangle^2$.

Задача 3. Показать, что для случайной пуассоновской последовательности прямоугольных импульсов время корреляции равно половине длительности импульса ($\tau_K = \tau_0 / 2$).

По теме 3. Модели случайных непрерывных процессов

Задача 1. Найти функцию корреляции узкополосного процесса $x(t)$ с равномерным спектром мощности $G_x(\omega) = G_x = \text{const}$ в интервале частот $\omega_1 < \omega < \omega_2$.

Задача 2. Исследовать статистику огибающей и фазы гауссовского стационарного узкополосного процесса (3.1) при следующих условиях: $\langle x(t) \rangle = 0$, и случайные компоненты процесса: $a(t)$ и $b(t)$, статистически независимы друг от друга: $\langle a(t)b(t+\tau) \rangle = 0$, и имеют одинаковую дисперсию: $\sigma_a^2 = \sigma_b^2 = \sigma^2$.

Задача 3. Изучить статистику огибающей и фазы смеси (3.8) гармонического сигнала и узкополосной помехи, удовлетворяющей условиям задачи 2.

Задача 4. Изучить винеровский диффузионный процесс.

К теме 5 Случайные процессы в нелинейных и параметрических радиосистемах

Задача 1. Стационарный гауссовский шум $\xi(t)$ с плотностью распределения вероятностей

$p_1^0(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\xi} \exp\left[-\frac{(\xi - m_\xi)^2}{2\sigma_\xi^2}\right]$ воздействует на безынерционный двухсторонний

квадратичный детектор с характеристикой $\eta = f[\xi] = a\xi^2$, $a > 0$. Найти плотность распределения вероятностей $p_1(\eta)$ процесса $\eta(t)$ на выходе детектора.

Задача 2. Безынерционный сглаженный ограничитель с характеристикой:

$$\eta = f[\xi] = a + \frac{2a}{\gamma\sqrt{2\pi}} \int_0^{\xi} e^{-x^2/2\gamma^2} dx,$$

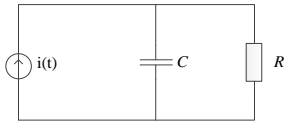
где a и γ - постоянные величины, при воздействии на вход ограничителя стационарного гауссовского шума с двумерной плотностью распределения вероятностей

$$p_2(\xi_1, \xi_2) = \frac{1}{2\pi\sigma_\xi^2\sqrt{1-r_\xi^2(\tau)}} \exp\left\{-\frac{\xi_1^2 - 2r_\xi(\tau)\xi_1\xi_2 + \xi_2^2}{2\sigma_\xi^2[1-r_\xi^2(\tau)]}\right\}.$$

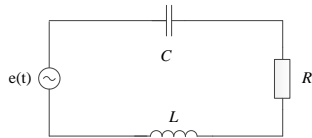
Найти корреляционную функцию $R_\eta(\tau)$ на выходе заданного ограничителя.

По теме 4. Случайные процессы в линейных радиосистемах.

Задача 1. Найти корреляционную функцию шума тока на сопротивлении R схемы фильтра НЧ, где действует генератор белого шума $i(t)$.



Задача 2. Найти корреляционную функцию шума напряжения на емкости C колебательного контура, где действует э.д.с. белого шума.



Задача 3. Модель реального омического сопротивления состоит из параллельно соединенных идеального сопротивления R и паразитной шунтирующей емкости $C_{\text{п}}$. Для заданной схемы, находящейся при температуре T , найти спектр мощности теплового шума $G_T(\omega)$ и время корреляции τ_k шума.

По теме 6. Случайные волны

Задача 1. В неоднородной среде линейная восприимчивость среды H явно зависит от координаты r . Пусть $H(\mathbf{r}) = H + \tilde{H}(\mathbf{r})$, где $\left[\langle (\tilde{H}(\mathbf{r}))^2 \rangle\right]^{1/2} H^{-1} \leq 1$. Найти решение уравнения:

$$c^2 \operatorname{rot} \operatorname{rot} \mathbf{E} + \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} + 4\pi \frac{\partial^2 \mathbf{P}}{\partial t^2} = 0.$$

Задача 2. Квазистатический режим ($u_1 = u_2 = u$). В бегущей системе координат $\zeta = z$, $\eta = t - z/u$ уравнения (2.18) и (2.19) имеют вид:

$$\frac{\partial A_1(\eta, \zeta)}{\partial \zeta} = -i\beta A_2 A_1^*, \quad \frac{\partial A_2(\eta, \zeta)}{\partial \zeta} = -i\beta A_1^2. \quad (12.1.1)$$

В формуле (12.1.1) $\Delta = 0$ ($\beta_1 = \beta_2 = \beta$), величина η входит в параметр. Найти корреляционные функции основного поля и второй гармоники в нелинейной среде.

Задача 3. Найти функцию корреляции рассеянного поля, если первичное излучение представляет собой периодическую последовательность коротких импульсов, повторяющихся с периодом T_n .

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Обнаружение сигнала на фоне шума
2. Измерение статистических характеристик случайных процессов
3. Статистика случайного одиночного импульса
4. Статистика случайной последовательности импульсов
5. Дробовой шум
6. Фотоотсчеты в случайном световом поле. Формула Манделя
7. Статистика амплитуды и фазы случайного узкополосного процесса.
8. Случайные диффузионные процессы. Применение уравнения Фоккера-Планка для анализа их статистики
9. Винеровский случайный процесс и его статистика
10. Колебания, модулированные шумом по амплитуде
11. Колебания, модулированные шумом по фазе
12. Колебания, модулированные шумом по частоте
13. Статистика случайных процессов в линейных системах
14. Фильтрация шума в линейных системах
15. Установление случайных колебаний в линейной системе
16. Распределение вероятностей на выходе линейной системы
17. Тепловой шум
18. Обнаружение сигнала на фоне шума с помощью оптимального линейного фильтра
19. Выделение сигнала из шума с помощью оптимального линейного фильтра

20. Нелинейные преобразования случайных сигналов. Изменение статистики случайного процесса в безинерционном и инерционном нелинейном преобразователе
21. Амплитудное детектирование шума
22. Измерение слабых шумов с помощью компенсационного радиометра
23. Измерение слабых шумов с помощью модуляционного радиометра
24. Параметрическое усиление случайного сигнала в одноконтурном усилителе
25. Параметрическое усиление и преобразование частоты случайного сигнала в двухконтурном усилителе
26. Характеристика флуктуаций в автогенераторах. Дифференциальное уравнение случайных колебаний в томсоновском генераторе
27. Вывод укороченных уравнений случайных колебаний в томсоновском генераторе
28. Анализ установившегося режима случайных колебаний в томсоновском генераторе
29. Установление шумовых колебаний в томсоновском генераторе
30. Случайные колебания в генераторах с несколькими устойчивыми состояниями. Выбор устойчивого состояния
31. Общая характеристика случайных полей и их проявление в физике и технике
32. Пространственные и временные корреляционные функции случайных полей, их свойства
33. Изучение временной когерентности и измерение временной корреляционной функции случайного поля в интерференционном опыте Майкельсона
34. Изучение пространственной когерентности и измерение поперечной пространственной корреляционной функции случайного поля в интерференционном опыте Юнга
35. Частотный спектр мощности случайных волн и его измерение методом Фурье-спектроскопии
36. Угловые спектры (угловая расходимость) случайных волн. Выражение углового спектра однородного поля через его поперечную пространственную корреляционную функцию
37. Определение углового спектра случайного неоднородного поля по поперечной пространственной корреляционной функции
38. Дисперсия случайных волн в среде. Приближение геометрической оптики и учет дифракции при распространении случайных волн

39. Эволюция корреляционной функции случайной волны при распространении в среде с дисперсией
40. Дифракция пучка случайных волн. Теорема Циттерта-Цернике
41. Дифракция некогерентной волны на круглом отверстии в плоском экране и на круглом экране
42. Рассеяние случайных волн в случайно неоднородных средах. Методы теории рассеяния волн
43. Волновое уравнение для рассеянного поля и его применение для анализа пространственного спектра мощности рассеянной волны
44. Статистика теплового излучения

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Хрущев, И. В. Основы математической статистики и теории случайных процессов: учебное пособие / И. В. Хрущева, В. И. Щербаков, Д. С. Леванова. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 1 on-line, 336 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167790> (дата обращения: 22.04.2021). - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-8114-0914-3

Дополнительная литература

1. Ахманов С. А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах / С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Физматлит, 2010. - 425 с.: рис., граф. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 421-425. - ISBN 978-5-9221-1204-8
2. Ахманов С. А. Введение в статистическую радиофизику и оптику: учеб. пособие для вузов / С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. - М.: Наука, 1981. - 640 с.
3. Захаров В. Е. Основы статистической радиофизики: учеб. пособие / В. Е. Захаров; Калинингр. гос. ун-т. - Калининград : Изд-во КГУ, 1997. - 93 с. - Библиогр.: с. 91-92 (25 назв.). - ISBN 5-88874-088-8
4. Горяинов В. Т. Статистическая радиофизика: Примеры и задачи: учеб. пособие для радиотехнич.вузов / В. Т. Горяинов, А. Г. Журавлев, В. И. Тихонов; Под ред. В. И. Тихонова. - М.: Сов. радио, 1980. - 544 с.
5. Рытов С. М. Введение в статистическую радиофизику: учебник для вузов / С. М. Рытов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1976. - Текст: непосредственный. Ч. 1: Случайные процессы. - 494 с
6. Рытов С. М. Введение в статистическую радиофизику: учеб. пособие для вузов / С. М. Рытов, Ю. А. Кравцов, В. И. Татарский; под общ. ред. С. М. Рытова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1976. - Текст: непосредственный. Ч. 2: Случайные поля. - 1978. - 463 с.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций

- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сети связи следующего поколения»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Бурмистров Валерий Иванович, старший преподаватель института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Сети связи следующего поколения».

Цель дисциплины «Сети связи следующего поколения» - изучение принципов построения и функционирования сетей следующего поколения (NGN), технологий, сетевых сервисов, вопросов безопасности в сетях.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПКС-3. Способность к сбору и анализу статистических данных о работе сети и ее отдельных элементов, выработки предложений по оптимизации использования ресурсов оборудования, принятию решений о расширении оборудования, сервисов и услуг транспортных сетей и сетей передачи данных</p>	<p>ПКС-3.1. Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи ПКС-3.2. Умеет осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; разрабатывать технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям ПКС-3.3. Владеет навыками выработки решений по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, оборудования и технологий</p>	<p>Знать: принципы построения и работы сетей связи и протоколов сигнализации, стандарты качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в организации сети организации связи; законодательство Российской Федерации в области связи; методы анализа и прогнозирования развития, показателей качества функционирования и ряда других параметров сетей связи следующего поколения. Уметь: проводить анализ и прогнозирование пропускной способности, показателей качества функционирования и других параметров сетей связи следующего поколения. Владеть: навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов; построения и расширения сетевых платформ, выполнению планов по расширению существующего оборудования сетевых платформ и новых технологий; навыками разработки предложений по улучшению качества предоставляемых услуг, развитию инфокоммуникационной системы.</p>
<p>ПКС-8. Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых</p>	<p>ПКС-8.1. Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации ПКС-8.2. Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта</p>	<p>Знать: основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области инфокоммуникационного оборудования; методы анализа, синтеза и оптимизации структуры телекоммуникационных сетей следующего поколения и составляющих их элементов. Уметь: пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий; использовать методы математического моделирования в процессе исследования и оптимизации параметров отдельных элементов и систем связи в целом.</p>

оригинальных программ	ПКС-8.3. Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации	Владеть: навыками работать с программным обеспечением, используемым при моделировании и проектировании инфокоммуникационных систем и их составляющих
-----------------------	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сети связи следующего поколения» представляет собой дисциплину по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала

в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Единая сеть электросвязи РФ	Эволюция сетей связи РФ. Состав и структура общегосударственной системы связи. Архитектура ЕСЭ РФ. Классификация служб, пользователей и услуг электросвязи. Тенденции развития ЕСЭ РФ. Конвергенция. Развитие концепции «сеть доступа -транспортная сеть».
2	Тема 2. Концепция сетей связи следующего поколения	Базовые принципы сетей NGN. Общие подходы к построению мультисервисных сетей связи. Архитектура сети связи NGN. Оборудование сетей связи следующего поколения. Гибкий коммутатор. Шлюзы. Пограничный контроллер сессий. Аппаратно-программные решения на уровне приложений в сети NGN. Организация доступа к услугам NGN. Мультисервисные сети.
3	Тема 3. Синхронная цифровая иерархия	Характеристики модели транспортной сети SDH. Схема мультиплексирования SDH. Структура цикла STM-N. Иерархия скоростей передачи в SDH. Иерархия виртуальных контейнеров в SDH. Виртуальный контейнер VC-12. Виртуальный контейнер VC-3. Виртуальный контейнер VC-4. Транспортный блок TU12. Группа транспортных блоков TUG2. Группа транспортных блоков TUG3. Размещение TUG3 в VC4. Административный блок AU4. Синхронный транспортный модуль STM-1.
4	Тема 4 Технология ATM.	Особенности ATM. Модель транспортной сети ATM. Уровень адаптации ATM. Сервисы уровней AAL-1, AAL-2, AAL-3/4, AAL-5. Уровень ATM. Основные функции. Аппаратная и программная реализация коммутации в ATM. Преимущества и недостатки ATM.
5	Тема 5. Технология OTN.	Преимущества и недостатки OTN. Отличительные особенности OTN. Модель оптической транспортной сети (OTN). Структура OTN. Иерархия согласования OTN. Схема мультиплексирования и упаковки OTN. Блоки нагрузки оптических каналов. Блок данных оптического канала. Оптический транспортный блок. Служебная нагрузка покадрового выравнивания блоков.
6	Тема 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны.	Недостатки и ограничения технологии TDM. Спектральные диапазоны для волоконно-оптических сетей связи. Классификация WDM систем. Технология DWDM. Оптические мультиплексоры. Оптические усилители. Частотный план систем DWDM. Нелинейные эффекты. Фазовая самомодуляция. Перекрестная фазовая модуляция. Четырехволновое смешение. Эталонные цепи DWDM. Преимущества и недостатки систем DWDM. Технология CWDM. Частотный план. Область применения CWDM. Топологии сетей CWDM. Приемопередающие модули CWDM. CWDM мультиплексоры. CWDM мультиплексоры ввода/вывода. Гибридная схема CWDM + DWDM. Достоинства CWDM.

7	Тема 7. Технология Ethernet.	Модель транспортной сети Ethernet. Особенности технологии Ethernet. Структура протокола Ethernet. Уровень управления логическим соединением. Уровень управления средой передачи. Структура кадров Ethernet. Физический уровень технологии Ethernet. Gigabit Ethernet. 10G Ethernet. 40G Ethernet. 100G Ethernet. 400G Ethernet
8	Тема 8. Технологии согласования транспортных сетей	Протокольное решение LAPS. Протокольное решение GFP. Технология защищаемого пакетного кольца RPR.
9	Тема 9. Управление в транспортных сетях	Общие принципы управления сетями связи. Функции управления транспортной сетью. Стандартные элементы сети управления.

6. Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Единая сеть электросвязи РФ	Единая сеть электросвязи РФ
2	Тема 2. Концепция сетей связи следующего поколения	Концепция сетей NGN. Гибкий коммутатор. Шлюзы. Мультисервисные сети.
3	Тема 3. Синхронная цифровая иерархия	Модель транспортной сети SDH. Схема мультиплексирования SDH.
4	Тема 4 Технология ATM.	Модель транспортной сети ATM. Уровень адаптации ATM. Уровень ATM.
5	Тема 5. Технология OTN.	Модель оптической транспортной сети (OTN). Схема мультиплексирования и упаковки OTN.
6	Тема 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны.	Классификация WDM систем. Технология DWDM. Технология CWDM.
7	Тема 7. Технология Ethernet.	Модель транспортной сети Ethernet. Уровень управления логическим соединением. Уровень управления средой передачи. Структура кадров Ethernet. Физический уровень технологии Ethernet.
8	Тема 8. Технологии согласования транспортных сетей	Технологии согласования транспортных сетей
9	Тема 9. Управление в транспортных сетях	Управления сетями связи.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 3. Синхронная цифровая иерархия	Исследование работы оптической сети SDH в различных режимах работы.
2	Тема 5. Технология OTN.	Исследование работы оптической транспортной сети OTN.
3	Тема 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны.	Изучение работы сети с плотным волновым мультиплексированием. Изучение работы оптической сети связи с разреженным волновым мультиплексированием.
4	Тема 7. Технология Ethernet.	Сети 10GE и 40 GE. Сети 100GE и 400 GE.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы по изученным темам:

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов характеристик планируемой сети, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной

программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Единая сеть электросвязи РФ	ПКС-3 ПКС-8	Опрос
Тема 2. Концепция сетей связи следующего поколения	ПКС-3 ПКС-8	Опрос
Тема 3. Синхронная цифровая иерархия	ПКС-3 ПКС-8	Опрос, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 4. Технология АТМ.	ПКС-3 ПКС-8	Опрос
Тема 5. Технология OTN.	ПКС-3 ПКС-8	Опрос, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны.	ПКС-3 ПКС-8	Опрос, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 7. Технология Ethernet.	ПКС-3 ПКС-8	Опрос, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 8. Технологии согласования транспортных сетей	ПКС-3 ПКС-8	Опрос
Тема 9. Управление в транспортных сетях	ПКС-3 ПКС-8	Опрос

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые вопросы для устного опроса:

К теме 1. Единая сеть электросвязи РФ:

1. Состав и структура ЕСЭ РФ.
2. Принципы построения и функционирования ЕСЭ РФ
3. Классификация сетей связи.
4. Архитектура ЕСЭ РФ.
5. Взаимодействие первичных и вторичных сетей электросвязи.
6. Классификация служб электросвязи.

7. Классификация пользователей услуг электросвязи.
8. Основные тенденции развития ЕСЭ РФ.
9. Конвергенция в инфокоммуникациях.
10. Телекоммуникационные и инфокоммуникационные услуги.

К теме 2. Концепция сетей связи следующего поколения:

1. Базовые принципы построения сетей NGN
2. Архитектура сетей NGN
3. Классификация типов оборудования сетей NGN Гибкий коммутатор.
4. Классификация типов оборудования сетей NGN Шлюзы.
5. Классификация типов оборудования сетей NGN Узлы служб. Серверы приложений.
6. Система управления сетями NGN.
7. Архитектура мультисервисных сетей. Сети доступа.

К теме 3. Синхронная цифровая иерархия:

1. Характеристики модели транспортной сети SDH
2. Иерархия и схема мультиплексирования в сетях SDH.
3. Формирование виртуального контейнера VC-12.
4. Формирование виртуального контейнера VC-3.
5. Формирование виртуального контейнера VC-4. Сцепленные виртуальные контейнеры.
6. Формирование транспортного блока TU12.
7. Формирование группы транспортных блоков TUG2, TUG3.
8. Формирование виртуального контейнера VC-4.
9. Формирование административных блоков.
10. Формирование синхронного транспортного модуля STM-1.

К теме 4 Технология АТМ:

1. Модель транспортной сети АТМ.
2. Формат транспортной ячейки АТМ. Типы ячеек АТМ.
3. Параметры для определения качества обслуживания в сетях АТМ.
4. Уровень адаптации АТМ ААЛ-1.
5. Уровень адаптации АТМ ААЛ -2.
6. Уровни адаптации АТМ ААЛ -3. 4.
7. Функции коммутации в сетях АТМ.
8. Типы коммутаторов АТМ.

9. Методы контроля конфликтов и защиты от перегрузок в сети АТМ.

10. Размещение и передача ячеек АТМ на физическом уровне.

К теме 5. Технология OTN:

1. Преимущества и отличительные особенности OTM.

2. Модель оптической транспортной сети.

3. Структура OTN.

4. Иерархия согласования OTN.

5. Формирование блоков нагрузки оптических каналов.

6. Формирование блоков данных оптических каналов.

7. Формирование оптического транспортного блока.

К теме 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны:

1. Технология WDM.

2. Оптические мультиплексоры WDM.

3. Оптические усилители WDM-систем.

4. Частотный план систем DWDM

5. Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция

6. Четырехволновое смешивание.

7. Технология CWDM.

8. CWDM SFP трансиверы

9. Лазерные диоды с распределенной обратной связью

10. Оптические мультиплексоры систем CWDM.

К теме 7. Технология Ethernet:

1. Модель транспортной сети Ethernet.

2. Функциональная архитектура транспортных сетей Ethernet. Сеть уровня MAC Ethernet (ETH).

3. Сеть уровня PHY Ethernet (ETU). Топология сети Ethernet.

4. Структура кадра транспортной сети Ethernet.

5. Технологии Gigabit Ethernet.

6. Технологии 10GE.

7. Технология 40-Gigabit Ethernet.

8. Технология 100GE.

9. Технология 400G Ethernet.

К теме 8. Технологии согласования транспортных сетей:

1. Технологии согласования транспортных сетей. Протокол LAPS
2. Технология GFP.
3. Стандарт RPR

К теме 9. Управление в транспортных сетях:

1. Общие принципы управления сетями связи.
2. Концепция TMN.
4. Протокол управления CMIP.
5. Протоколы управления SNMP.
6. Функции управления транспортной сетью.
7. Стандартные элементы сети управления.

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:

К теме 3. Синхронная цифровая иерархия

Работа № 1. Исследование работы оптической сети SDH в различных режимах работы.

1. Цель работы: ознакомиться с методикой моделирования работы оптической системы связи на физическом уровне с использованием программного продукта Optisystem; выполнить моделирование работы сети SDH уровня STM-16, STM-64 и STM-256 при различных параметрах передающего оборудования и значениях длины пролета ВОЛС.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Характеристики модели транспортной сети SDH
2. Иерархия и схема мультиплексирования в сетях SDH.
3. Формирование виртуального контейнера VC-12.
4. Формирование виртуального контейнера VC-3.
5. Формирование виртуального контейнера VC-4. Сцепленные виртуальные контейнеры.
6. Формирование транспортного блока TU12.
7. Формирование группы транспортных блоков TUG2, TUG3.
8. Формирование виртуального контейнера VC-4.
9. Формирование административных блоков.
10. Формирование синхронного транспортного модуля STM-1.

К теме 5. Технология OTN

Работа № 2. Исследование работы оптической транспортной сети OTN.

1. Цель работы: выполнить моделирование работы сети OTN уровня OTU1, OTU2, OTU3 и OTU4 при различных параметрах передающего оборудования и значениях длины пролета ВОЛС.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Модель оптической транспортной сети.
2. Структура OTN.
3. Иерархия согласования OTN.
4. Формирование блоков нагрузки оптических каналов.
5. Формирование блоков данных оптических каналов.
6. Формирование оптического транспортного блока.

К теме 6. Технология мультиплексирования с разделением по длине волны.

Работа № 3. Изучение работы сети с плотным волновым мультиплексированием.

1. Цель работы: исследовать работу эталонных цепей оптических линий связи с технологией DWDM в различных режимах работы; изучить влияние нелинейных эффектов на работу систем с DWDM.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Технология WDM.
2. Оптические мультиплексоры WDM.
3. Оптические усилители WDM-систем.
4. Частотный план систем DWDM
5. Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция
6. Четырехволновое смешивание.

Работа № 4. Изучение работы оптической сети связи с разреженным волновым мультиплексированием.

1. Цель работы: исследовать работу оптической линии связи с технологией CWDM в различных режимах работы с использованием различных типов оптических волокон.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Технология CWDM.
2. CWDM SFP трансиверы, их основные характеристики.
3. Мультиплексоры CWDM.
4. Топологии CWDM сетей.

5. Гибридные сети CWDM и DWDM.

К теме 7. Технология Ethernet.

Работа № 5. Сети 10GE и 40 GE.

1. Цель работы: исследовать работу оптических сетей связи, использующих технологии 10 гигабит Ethernet и 40 гигабит Ethernet в различных режимах работы.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Модель транспортной сети Ethernet.
2. Функциональная архитектура транспортных сетей Ethernet. Сеть уровня MAC Ethernet (ETH).
3. Сеть уровня PHY Ethernet (ETU). Топология сети Ethernet.
4. Структура кадра транспортной сети Ethernet.
5. Технологии 10GE.
6. Технология 40-Gigabit Ethernet.

Работа № 6. Сети 100GE и 400 GE.

1. Цель работы: исследовать работу оптических сетей связи, использующих технологии 100 гигабит Ethernet и 400 гигабит Ethernet в различных режимах работы.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Модель транспортной сети Ethernet.
2. Функциональная архитектура транспортных сетей Ethernet. Сеть уровня MAC Ethernet (ETH).
3. Сеть уровня PHY Ethernet (ETU). Топология сети Ethernet.
4. Структура кадра транспортной сети Ethernet.
5. Технология 100GE.
6. Технология 400G Ethernet.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Состав и структура ЕСЭ РФ.
2. Принципы построения и функционирования ЕСЭ РФ
3. Архитектура ЕСЭ РФ.
4. Взаимодействие первичных и вторичных сетей электросвязи.

5. Классификация служб электросвязи.
6. Классификация пользователей услуг электросвязи.
7. Основные тенденции развития ЕСЭ РФ.
8. Конвергенция в инфокоммуникациях.
9. Телекоммуникационные и инфокоммуникационные услуги.
10. Базовые принципы построения сетей NGN
11. Архитектура сетей NGN
12. Классификация типов оборудования сетей NGN Гибкий коммутатор.
13. Классификация типов оборудования сетей NGN Шлюзы.
14. Классификация типов оборудования сетей NGN Узлы служб. Серверы приложений.
15. Система управления сетями NGN.
16. Архитектура мультисервисных сетей.
17. Характеристики модели транспортной сети SDH
18. Иерархия и схема мультиплексирования в сетях SDH.
19. Формирование виртуального контейнера VC-12.
20. Формирование виртуального контейнера VC-3.
21. Формирование виртуального контейнера VC-4. Сцепленные виртуальные контейнеры.
22. Формирование транспортного блока TU12.
23. Формирование группы транспортных блоков TUG2, TUG3.
24. Формирование виртуального контейнера VC-4.
25. Формирование административных блоков.
26. Формирование синхронного транспортного модуля STM-1.
27. Преимущества и отличительные особенности OTM.
28. Структура OTM.
29. Иерархия согласования OTM.
30. Формирование блоков нагрузки оптических каналов
31. Формирование оптического транспортного блока.
32. Модель транспортной сети ATM.
33. Формат транспортной ячейки ATM. Типы ячеек ATM.
34. Параметры для определения качества обслуживания в сетях ATM.
35. Уровень адаптации ATM AAL-1.

36. Уровень адаптации АТМ ААL -2.
37. Уровни адаптации АТМ ААL -3. 4.
38. Функции коммутации в сетях АТМ.
39. Типы коммутаторов АТМ.
40. Методы контроля конфликтов и защиты от перегрузок в сети АТМ.
41. Размещение и передача ячеек АТМ на физическом уровне.
42. Модель транспортной сети Ethernet
43. Функциональная архитектура транспортных сетей Ethernet. Сеть уровня MAC Ethernet (ETH)
44. Сеть уровня PHY Ethernet (ETY). Топология сети Ethernet
45. Структура кадра транспортной сети Ethernet
46. Схемы мультиплексирования Ethernet
47. Согласование транспортных сетей. GFP.
48. Концепция построения сети управления телекоммуникациями (TMN)
49. Функции управления транспортной сетью
50. Элементы сети управления транспортной сетью.
51. Технология WDM.
52. Оптические мультиплексоры WDM.
53. Оптические усилители WDM-систем.
54. Частотный план систем DWDM
55. Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция
56. Четырехволновое смешивание.
57. Технология CWDM.
58. CWDM SFP трансиверы
59. Лазерные диоды с распределенной обратной связью
60. Оптические мультиплексоры систем CWDM.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежеле по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Смолеха В. П. Межсетевое взаимодействие систем и сетей NGN: учебное пособие / В. П. Смолеха ; под редакцией А. А. Смагина. — Ульяновск: УлГУ, 2018. — 100 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166092> (дата обращения: 03.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Росляков А. В. Зарубежные и отечественные платформы сетей NGN / А.В. Росляков. - Москва: Горячая Линия–Телеком, 2014. - 258 с. - ISBN 978-5-9912-0401-9. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/344421/reading> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст: электронный.

3. Гольдштейн Б. С. Сети связи пост-NGN / Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. - 160 с. - ISBN 978-5-9775-0900-8. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/340666/reading> (дата обращения: 03.05.2022). - Текст: электронный.

Дополнительная литература

1. Сети следующего поколения NGN / под ред. А. В. Рослякова. - М. : Эко-Трендз, 2008. - 420 с.: ил., табл., [1] л. фото. - (Библиотека Интеллект Телеком). - Библиогр.: с. 400-420. - ISBN 978-5-88405-082-2
2. Попков Г. В. Математические основы моделирования сетей связи: учеб. пособие для вузов / Г. В. Попков, В. К. Попков, В. В. Величко. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. - 181 с., [1] л. цв. ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 179-181 (75 назв.). - ISBN 978-5-9912-0266-4
3. Ершов В. А. Мультисервисные телекоммуникационные сети / В. А. Ершов, Н. А. Кузнецов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 425 с. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-7038-2133-9
4. Смирнов Д. А. Телекоммуникационные сети и информационно-управляющие системы: Словарь-справочник / Д.А.Смирнов, Г.И.Худяков, М.М.Шипилов. Под ред. В.Ю.Бабкова, М.А. Вознюка. СПб гос.ун-т телекоммуникаций им.М.А.Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2001. - 208 с. - Библиогр.: с.207-208. - ISBN 5-89160-026-9
5. Кулева Н. Н. Телекоммуникационные сети синхронной цифровой иерархии: учебное пособие / СПб.гос.ун-т телекоммуникаций им.Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2001. - 106 с.: ил. - Библиогр.: с.106.
6. Самуйлов К. Е. Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети: учеб. и практикум для вузов / К. Е. Самуйлов, И. А. Шалимов, Д. С. Кулябов. - Москва: Юрайт, 2016. - 362, [1] с. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-9916-7198-9
7. Гордиенко В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы: учеб. для вузов / В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкий. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2013. - 396 с.: табл. - Библиогр.: с. 393-394 (16 назв.). - ISBN 978-5-9912-0251-0

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по MBA
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 312 «Лаборатория проектирования телекоммуникационных системы»

Состав лабораторного оборудования:

Телевизор LG 55LA643V

Рабочая станция: Intel Core i5-3570, 8Гб DDR3-1600, GeForce GTX650Ti, HDD SATA3 2 Тб – 12 шт., монитор DELL U2412M – 12 шт., ИБП Mustek PowerMust 2012 – 12 шт.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2013 - Договор поставки №2322 от 15.11.2013 ООО «ЖЗЛ-Сервис»

OptiSystem 14 - Договор поставки №2291 от 26.10.2015 ООО «Софтлайн Проекты»

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аппаратные средства вычислительной техники»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Горбачев Андрей Александрович, к.т.н., доцент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Аппаратные средства вычислительной техники».

Цель дисциплины «Аппаратные средства вычислительной техники» - изучение основных понятий архитектуры современного персонального компьютера, устройства и принципа действия важнейших компонентов аппаратных средств персонального компьютера, механизмов пересылки и управления информацией.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-4. Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей связи	ПКС-4.1. Знает порядок и последовательность проведения работ по обслуживанию радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения ПКС-4.2. Умеет применять современные отечественные и зарубежные средства измерения и контроля, проводить инструментальные измерения ПКС-4.3. Владеет современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении схемотехнических, системных и сетевых задач, правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем	Знать: архитектуру основных типов современных компьютерных систем; структуру и принципы работы современных и перспективных микропроцессоров; принципы работы элементов и функциональных узлов электронной аппаратуры; принципы построения и работы ПЭВМ;
ПКС-6. Способен осуществлять администрирование сетевых подсистем инфокоммуникационных систем и /или их составляющих	ПКС-6.1. Знает архитектуру и общие принципы функционирования, аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети ПКС-6.2. Умеет использовать современные стандарты при администрировании устройств и программного обеспечения; применять штатные и внешние программно- аппаратные средства для контроля производительности сетевой инфраструктуры администрируемой сети ПКС-6.3. Владеет навыками диагностики отказов и ошибок сетевых устройств и программного обеспечения; проведения регламентных работ на сетевых устройствах и программном обеспечении инфокоммуникационной системы	Уметь: определять состав компьютера: тип процессора и его параметры, тип модулей памяти и их характеристики, тип видеокарты, состав и параметры периферийных устройств; работать с современной элементной базой электронной аппаратуры.
ПКС-7. Способность к обоснованию выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения, выработке	ПКС-7.1. Знает принципы построения систем связи, телекоммуникационных систем различных типов, принципы системного подхода в проектировании систем связи, требования по производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости систем связи (телекоммуникаций), технические решения создания объектов и систем связи и их компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение ПКС-7.2. Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта, разрабатывать концептуальные документы по созданию и развитию систем связи, использовать современные информационно-коммуникационные	определять направления использования ЭВМ определенного класса для решения служебных задач; Владеть: навыками применения технических и программных средств тестирования с целью определения исправности компьютера и оценки его производительности;

синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи	технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов ПКС-7.3. Владеет навыками сбор исходных данных, необходимых для разработки схемы организации связи, определения задач, решаемых с помощью объекта, системы связи (телекоммуникационной системы), и ожидаемых результатов его использования, формирования требований к объекту, системе связи (телекоммуникационной системе), обоснования выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, системе связи (телекоммуникационной системе) и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения	навыками устранения неисправностей и технического обслуживания ПЭВМ и периферийного оборудования; навыками формирования структуры СВТ и выбора режимов их функционирования.
--	---	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аппаратные средства вычислительной техники» представляет собой дисциплину части, формируемая участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или)

групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. История развития, классификация ЭВМ.	Практические потребности и технические предпосылки создания ЭВМ. Эволюция ЭВМ. Принцип фон-Неймана. Основные классы ЭВМ. Развитие элементной базы. Дискретные элементы радиоэлектроники. Интегральные схемы. Схемотехническая интеграция. Классификация ИС. Понятие МП. Поколения МП и их основные характеристики. Основные этапы производственного цикла ИС и МП. Виды технологии производства ИС и МП. Основные промышленные линии МП. Функциональная интеграция. Направления функциональной электроники. Перспективные МП.
2	Тема 2. Структурная организация ЭВМ.	Основные блоки ЭВМ и их назначение. Микропроцессор. Системная шина. Основная память. Внешняя память. Источник питания. Таймер. Внешние устройства. Мини- и микро-ЭВМ.
3	Тема 3. Командное управление.	Архитектура системы команд. Классификация по составу и сложности команд: CISC, RISC, VLIW. Классификация по месту хранения операндов: стековая, аккумуляторная, регистровая, с выделенным доступом к памяти. Их характеристики. Типы команд: пересылки данных, арифметической и логической обработки, работы со строками, команды SIMD, команды преобразования, команды ввода/вывода, команды управления потоком команд. Форматы команд. Система операций. Система прерываний.
4	Тема 4. Микропроцессоры.	Микропроцессорная техника: назначение и характеристики МП, функции МП, параметры МП, обобщенная структура МП. Физическая и функциональная структуры центрального процессора. Устройство управления. Арифметико-логическое устройство. Схема управления шиной и портами. Поколения МП и их основные характеристики. Обзор и характеристики МП типа CISC. Многоядерные МП.
5	Тема 5. Организация и структура памяти ЭВМ.	Общие принципы организации памяти. Иерархия памяти. Микропроцессорная память. Кэш-память. Постоянная память. Полупостоянная память. Буферная память. Основная память (ОЗУ). Виды модулей ОЗУ. Типы ОЗУ. Логическая структура памяти. Виртуальная память. Распределение памяти.
6	Тема 6. ПЭВМ.	Архитектура современных ПЭВМ. Системная плата, ее назначение, основные элементы и их взаимодействие в системе. Системная магистраль. Основные стандарты системных магистралей (шин). Буферизация шин. Управление системной магистралью. Подключение дополнительных и интерфейсных схем. Вопросы проектирования ПЭВМ.
7	Тема 7. Рабочие станции и серверы.	АРМ, средства обработки сигналов на базе ПЭВМ, архитектура, рабочих станций и серверов. Универсальные и специальные ЭВМ высокой производительности. Архитектура специализированных вычислительных комплексов. Архитектура комплексов, ориентированных на программное обеспечение, машины баз данных,

		объектно-ориентированная архитектура. Вопросы проектирования рабочих станций и серверов.
8	Тема 8. Периферийные устройства.	Назначение, состав и технические характеристики периферийных устройств и оборудования ЭВМ. Периферийное оборудование ПЭВМ. Средства ввода информации в ЭВМ. Клавиатура и графический манипулятор. Средства отображения информации. Видеомонитор. НГМД. НЖМД. Принтер. Устройство ввода информации CD-ROM. Аудиосистема. Коммуникационные устройства. Корпуса, источники питания, система охлаждения.

6 Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. История развития, классификация ЭВМ.	Эволюция ЭВМ. Основные классы
2	Тема 2. Структурная организация ЭВМ.	Основные блоки ЭВМ и их назначение.
3	Тема 3. Командное управление.	Архитектура системы команд.
4	Тема 4. Микропроцессоры.	Микропроцессорная техника: назначение и характеристики МП, функции МП, параметры МП, обобщенная структура МП.
5	Тема 5. Организация и структура памяти ЭВМ.	Общие принципы организации памяти. Иерархия памяти.
6	Тема 6. ПЭВМ.	Архитектура современных ПЭВМ.
7	Тема 7. Рабочие станции и серверы.	АРМ, средства обработки сигналов на базе ПЭВМ, архитектура, рабочих станций и серверов.
8	Тема 8. Периферийные устройства.	Назначение, состав и технические характеристики периферийных устройств и оборудования ЭВМ.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 2. Структурная организация ЭВМ.	Создать на макете работающую модель ЭВМ, включающую в себя : задающий генератор; микроконтроллер ; встроенный программатор ; индикация состояния портов ; источник питания TTL и CMOS Проверить взаимодействие внутренних компонент микроконтроллера: аналого-цифрового преобразователя, EEPROM памяти данных, таймера, EUSART протокола связи с периферией.
2	Тема 3. Командное управление.	Применение RISC архитектуры для создания программ реального времени. Написание простых программ на языке высокого уровня микроСи для PIC контроллера. Организация пересылки данных в порт ввода-вывода, команды работы со стеком , ALU и регистром флагов.
3	Тема 4. Микропроцессоры.	Логические и арифметические операции в ALU .Управление внутренней схемотехникой контроллера: настройка

		таймеров, портов, watch-dog реализация защиты от сбоев
4	Тема 5. Организация и структура памяти ЭВМ.	Принцип работы динамической памяти данных, Регенерация. Страничная организация регистровой памяти. Защита программного кода от считывания.
5	Тема 6. ПЭВМ.	Построение управления системной магистралью. Буферизация адресной шины. Назначение основных элементов макетной платы EasyPIC5.
6	Тема 8. Периферийные устройства.	Средства ввода данных макетной платы. Двухстрочный цифровой LCD экран. Работа USB порта. Информационный обмен с промышленным оборудованием RS232 и RS485. Расширение портов ввода-вывода методом буферизации.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы по изученным темам.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и

применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое

обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. История развития, классификация ЭВМ.	ПКС-4 ПКС-6 ПКС-7	Устный опрос
Тема 2. Структурная организация ЭВМ.	ПКС-4 ПКС-6 ПКС-7	Выполнение и защита лабораторных работ
Тема 3. Командное управление.	ПКС-4 ПКС-6 ПКС-7	Выполнение и защита лабораторных работ
Тема 4. Микропроцессоры.	ПКС-4 ПКС-6 ПКС-7	Выполнение и защита лабораторных работ
Тема 5. Организация и структура памяти ЭВМ.	ПКС-4 ПКС-6 ПКС-7	Выполнение и защита лабораторных работ
Тема 6. ПЭВМ.	ПКС-4 ПКС-6 ПКС-7	Выполнение и защита лабораторных работ
Тема 7. Рабочие станции и серверы.	ПКС-4 ПКС-6 ПКС-7	Устный опрос
Тема 8. Периферийные устройства.	ПКС-4 ПКС-6 ПКС-7	Выполнение и защита лабораторных работ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые задания для устного опроса:

По теме 1. История развития, классификация ЭВМ

	Вопрос
Оценка "зачтено" - низкой уровень освоения компетенции	В чем заключается принцип фон-Неймана?
Оценка "зачтено" - повышенный уровень освоения компетенции	Что понимается под аналоговыми и дискретными элементами устройств вычислительной техники?
Оценка "зачтено" - высокий уровень освоения компетенции	Что понимается под функциональной интеграцией и функциональной электроникой?

По теме 2. Структурная организация ЭВМ

	Вопрос
Оценка "зачтено" - низкой уровень освоения компетенции	Назвать основные блоки (узлы) ЭВМ и их назначение.
Оценка "зачтено" - повышенный уровень освоения компетенции	Назначение оперативной и внешней памяти ЭВМ.
Оценка "зачтено" - высокий уровень освоения компетенции	Назначение и основные параметры системной шины.

По теме 3. Командное управление.

	Вопрос
Оценка "зачтено" - низкой уровень освоения компетенции	Что понимается под системой прерываний?
Оценка "зачтено" - повышенный уровень освоения компетенции	Дать характеристику основным типам команд ЭВМ: безадресные, одноадресные, двухадресные, трехадресные, четырехадресные.
Оценка "зачтено" - высокий уровень освоения компетенции	Структура командного кода. Формат команды.

По теме 4. Микропроцессоры.

	Вопрос
Оценка "зачтено" - низкой уровень освоения компетенции	Привести классификацию процессоров.
Оценка "зачтено" - повышенный уровень освоения компетенции	Привести функциональную структуру центрального процессора.

Оценка "зачтено" - высокий уровень освоения компетенции	Что понимается под многоядерными микропроцессорами?
---	---

По теме 5. Организация и структура памяти ЭВМ.

	Вопрос
Оценка "зачтено" - низкой уровень освоения компетенции	Назвать основные уровни памяти персонального компьютера и охарактеризовать их.
Оценка "зачтено" - повышенный уровень освоения компетенции	ОЗУ. Назначение, виды, конструктивы.
Оценка "зачтено" - высокий уровень освоения компетенции	Логическая структура памяти. Адресное пространство.

По теме 6. ПЭВМ

	Вопрос
Оценка "зачтено" - низкой уровень освоения компетенции	Привести типовую архитектура современных ПЭВМ.
Оценка "зачтено" - повышенный уровень освоения компетенции	Системная плата, ее назначение, основные элементы и их взаимодействие в системе.
Оценка "зачтено" - высокий уровень освоения компетенции	Что понимается под буферизацией шин?

По теме 7. Рабочие станции и серверы.

	Вопрос
Оценка "зачтено" - низкой уровень освоения компетенции	Что понимается под рабочей станцией? Виды рабочих станций.
Оценка "зачтено" - повышенный уровень освоения компетенции	Что такое сервер? Каким требованиям он должен удовлетворять?
Оценка "зачтено" - высокий уровень освоения компетенции	Специализированные серверы, назначение, особенности, примеры.

По теме 8. Периферийные устройства.

	Вопрос
Оценка "зачтено" - низкой уровень освоения компетенции	Назвать устройства ввода-вывода информации и охарактеризовать каждое из них.
Оценка "зачтено" - повышенный уровень освоения компетенции	Что такое разрешение принтера?
Оценка "зачтено" - высокий уровень освоения компетенции	Что такое драйверы?

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:**Тема 2. Структурная организация ЭВМ.**

Учебные вопросы:

Характеристики быстродействия ЭВМ, задающий генератор

1. Какие типы задающих генераторов применяются в микропроцессорной технике?
2. Принцип работы кварцевых резонаторов
3. Принципы тактирования выполнения команд микроконтроллером.

Микроконтроллер

1. Назовите основные отличия микропроцессора от микроконтроллера.
2. Как взаимодействуют узлы управления микропроцессора при выполнении программ, последовательность операций?
3. Какие виды шин бывают в микроконтроллерах?

Встроенный программатор

1. Как осуществляется сохранение программ в памяти контроллера?
2. Какие виды памяти применяют для хранения программ и данных в микрочипе?
3. Существуют ли другие средства записи программ в память контроллера?
4. Каким способом защищают интеллектуальную собственность в готовых изделиях?

Индикация состояния портов

1. Что такое порты в МК и как их настроить?
2. Устройство и характеристики LED индикаторов применяемых в демо модели.
3. Для чего и чем ограничивают выходные токи МК портов?
4. Как организовано устранение неопределенности цифровых портов МК при чтении?
5. Какая разрядность и какое количество портов используется в PIC16F887?

Источники питания микроконтроллеров

1. Потребление энергии микроконтроллером в различных режимах работы? Чем достигается энергосбережение при питании от автономных источников?
2. Чем отличаются источники питания разных цифровых технологий (TTL, CMOS)?
3. Оцените нагрузочную способность МК в статическом и динамическом режимах.

1. Передача данных по последовательному каналу RS232.
2. Протокол связи между устройствами USB
3. Асинхронная передача данных EUSART
4. Синхронный режим работы EUSART в чем разница?
5. Инфракрасный протокол связи IrDA где применяется повсеместно?
6. Протокол между автоматизированными системами управления?

Тема 3. Командное управление.

Учебные вопросы:

Применение RISC архитектуры

1. Каким количеством команд обладает RISK процессор PIC16F887?
2. Какие типы команд применяются практически?
3. Что такое язык низкого уровня?
4. Что записывается во FLASH память программ в виде инструкций и какой разрядности для PIC16F887?

Написание программ на языке высокого уровня

1. Что называют языком программирования высокого уровня?
2. Чем отличается интерпретатор от транслятора с языка высокого уровня (приведите примеры)?
3. Какие параметры указываются в проекте до создания программы, применительно к микроконтроллерам. Что такое инициализация внутренней архитектуры?
4. Какая команда не выполняет ни каких действий и для чего она применяется?

Организация пересылки данных в порт ввода-вывода

1. Нарисуйте схематично строение порта ввода вывода микроконтроллера PIC16F887.
2. В чем отличие команд работы с портами TRIS и PORT.
3. Что такое третье- или Z состояние порта ввода-вывода?
4. Как организовано аналого-цифровое преобразование в МК?

Команды работы со стеком

1. Для чего применяют специальную команду и специальный регистр SP?
2. Какова разрядность и глубина стека в PIC16F887?

Тема 4. Микропроцессоры

Структурное построение процессора PIC16F и средства обеспечения его связи с микропроцессорной системой

1. Перечислить логические и арифметические операции процессора
2. Логика работы одноразрядного двоичного сумматора.
3. Принцип построения матричного умножителя.
4. Мультиплексор и его роль в выполнении логических выражений
5. Основные свойства и область применения комбинационных схем.
6. Основные отличительные черты устройств последовательного типа (цифровых автоматов).
7. Признаки, по которым классифицируются триггеры. Разновидности триггеров.
8. Двоичные счетчики и их разновидности.
9. Регистры – их разновидности и структурный состав.
10. Принцип работы регистрового арифметическо-логического устройства.

Управление внутренней схмотехникой контроллера

1. Что понимается под режимами адресации, применяемыми в командах
2. Формат команд (ЦП).
3. Особенности формата команд для CISC и RISC архитектур.
4. Основные черты ЦП с регистрово ориентированной (RISC) архитектурой.
5. Конвейер операций и его реализация в RISC процессорах.
6. Микросистема на базе магистрального интерфейса. Машина фон-Неймана.
7. Микросистемы с гарвардской архитектурой. Структура цифрового процессора сигналов

Логические и арифметические операции в ALU

1. Выполнить арифметическое сложение смежных регистров и проверить регистр флагов
2. Выполнить логическое хэширование смежных регистров данных с выводом регистра флагов
3. Выполнить random заполнение области памяти данных программатором PICprog

Настройка таймеров и watch-dog timer контроллера

1. Настроить 16 битный таймер PIC16F887 на вывод импульса через 1 миллисекунду.

2. Рассчитать количество циклов для организации 1 секундного тайминга для частоты 8 МГц.
3. Опишите работу программного предделителя таймера (prescaler programmable)
4. Опишите работу WDT и назначение этого узла

Проверить взаимодействие внутренних компонент микроконтроллера

1. Проверить программно взаимодействие таймера и порта.
2. Объясните необходимость преобразования аналогового сигнала в цифровой
3. Опишите методы преобразователей и их свойства
4. Как метод преобразования влияет на скорость и точность обработки сигнала?

Тема 5. Организация и структура памяти ЭВМ.

1. Структурный состав оперативного запоминающего устройства (ОЗУ).
2. По каким адресам в контроллере находятся вектор сброса и вектор прерывания?
3. Опишите страничную организацию PIC контроллера
4. Статическое ОЗУ. Статические запоминающие элементы и структурное построение ОЗУ.
5. Какой алгоритм применяют для записи данных в EEPROM контроллера
6. К какому классу (статическая или динамическая) относится кеш память?

Принцип работы динамической памяти данных

1. Динамическое ОЗУ. Динамические элементы памяти и механизм использования в динамическом ОЗУ.
2. Объясните необходимость регенерации информации в памяти.
3. Почему нельзя повышать скорость считывания из ячеек динамической памяти?
4. Чем отличаются технологии динамической памяти DDR DDR2 DDR3?

Защита программного кода от считывания

1. Для каких целей необходимо защищать данные контроллеров?
2. Опишите проблему незащищенного канала управления CRT мониторов.
3. Каким способом в PIC контроллерах защищают доступ к коду программы.
4. Возможно ли получить доступ к заблокированному коду опосредованно?
5. Опишите экзотические способы взлома защит, известные на данный момент.

Тема 6. ПЭВМ

Назначение основных элементов макетной платы EasyPIC5

1. Опишите работу источника питания.
2. Назначение микропереключателей и перемычек, компонент ввода данных?

Буферизация адресной шины

1. Назначение и принцип работы microProg модуля
2. Построение АЦП на базе демо платы EasyPIC5
3. Запрограммировать USB порт платы на SLAVE режим.

Тема 8. Периферийные устройства.

Периферийное оборудование ПЭВМ.

1. Описать работу двух-строчного LCD индикатора.
2. Описать структуру и работу встроенного LED семисегментного индикатора.
3. Создать программу работы с цифровым термометром D18B20
4. Подключить к порту платы PS2 клавиатуру и настроить взаимодействие.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. В чем сущность схемотехнической и функциональной интеграции?
2. Привести классификации ЭВМ по: принципу действия, по назначению, по вычислительной мощности.
3. Принципы фон-Неймановской архитектуры ЭВМ.
4. Какая система счисления и почему выбрана в фон-Неймановской ЭВМ для внутреннего представления чисел?
5. Кодирование информации в ЭВМ: стандарт IEEE 754, ASCII, Unicode
6. Общая структура ЭВМ и назначение ее узлов и элементов.
7. Общая структура центрального процессора, назначение и основные элементы.
8. Системная шина, ее состав и назначение.
9. Основные функции и параметры микропроцессора.
10. Физическая и функциональная структуры микропроцессора.
11. Структурная схема и назначение устройства управления.
12. Структурная схема и назначение арифметико-логического устройства.
13. Структурная схема и назначение схемы управления шиной и портами.
14. Микропроцессорная память. Основные регистры, их назначение и флаги.

15. Организация и типовая структура памяти ПК. Характеристики запоминающих устройств. Назначение кэш-памяти, структурная схема, виды кэш-памяти, принципы записи данных.
16. Постоянная память. Назначение, технологии организации записи данных.
17. Флэш-память и полупостоянная память. Назначение, принципы записи данных.
18. Буферная память. Назначение, принципы записи данных.
19. ОЗУ. Назначение, виды, конструктивы.
20. Логическая структура памяти. Адресное пространство.
21. Виртуальная память. Назначение, технология организации.
22. Распределение памяти в ПК: непосредственно адресуемая (стандартная, верхняя); расширенная (высокая). Концепция унифицированной памяти.
23. Системы прерываний. Назначение, принцип работы и организация.
24. Типы команд ЭВМ: безадресные, одноадресные, двухадресные, трехадресные, четырехадресные. Структура командного кода. Формат команды.
25. Способы адресации операндов.
26. Режимы адресации с помощью регистров общего назначения.
27. Режимы адресации со ссылкой на регистр-счетчик команд.
28. Организация стека.
29. Системы ввода-вывода.
30. Назначение и возможности интерфейсов, основные интерфейсы ЭВМ.
31. Средства ввода информации в ЭВМ. Клавиатура и графический манипулятор. Назначение, возможности и принцип работы.
32. Средства отображения информации. Видеомонитор. Назначение, принцип работы и его технические характеристики.
33. НЖМД и НГМД. Назначение, принцип работы и технические характеристики.
34. Принтер. Назначение, принцип работы и его технические характеристики.
35. Устройство ввода информации CD-ROM. Назначение, виды, принципы работы и технические характеристики.
36. Коммуникационные устройства. Назначение, виды, принципы работы и технические характеристики.
37. Корпуса, источники питания ПЭВМ. Основные форм-факторы и параметры.
38. ПЭВМ. Архитектура современных ПЭВМ.
39. Системная плата, ее назначение, основные элементы и их взаимодействие в системе.
40. Системная магистраль. Основные стандарты системных магистралей (шин).

41. Буферизация шин. Управление системной магистралью. Подключение дополнительных и интерфейсных схем.
42. АРМ, средства обработки сигналов на базе ПЭВМ, архитектура, рабочих станций и серверов.
43. Универсальные и специальные ЭВМ высокой производительности.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

- Партыка Т. Л. Вычислительная техника: учебное пособие / Т. Л. Партыка, И. И. Попов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Форум: ИНФРА-М, 2022. - 1 on-line, 445

с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1703191> (дата обращения: 17.12.2021) -

Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-00091-510-3

2. Булычев Г. Г. Программно-аппаратные средства обеспечения информационной безопасности: методические указания / Г. Г. Булычев ; Рос. технолог. ун-т (РТУ МИРЭА). - Москва: РТУ МИРЭА. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/163812/#1> (дата обращения: 19.04.2021) - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Зозуля Ю. Н. Настройка компьютера с помощью BIOS / Юрий Зозуля. - 2-е изд., [обновл. и доп.]. - М. [и др.]: Питер, 2012. - 398 с.: ил. - Алф. указ.: с. 386-398. - ISBN 978-5-459-01073-2
2. Смирнов Ю. К. Секреты флэшек и винчестеров USB / Юрий Смирнов. - СПб. : БХВ-Петербург, 2012. - 438 с.: ил. - (Аппаратные средства). - ISBN 978-5-9775-0454-6
3. Колесниченко О. В. Аппаратные средства PC / Олег Колесниченко, Игорь Шишигин, Валентин Соломенчук. - 6-е изд., [перераб. и доп.]. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 782 с.: ил., табл. - (В подлиннике). - Предм. указ.: с. 772-782. - ISBN 978-5-9775-0432-4
4. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия / М. Гук. - 3-е изд. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2008. - 1072 с.: ил. - (Бестселлер). - ISBN 978-5-46901-182-8
5. Платонов В. В. Программно-аппаратные средства обеспечения информационной безопасности вычислительных сетей: учеб. пособие для вузов / В. В. Платонов. - М.: Академия, 2006. - 238, [2] с. - (Высшее профессиональное образование. Информационная безопасность). - Библиогр.: с. 235-236 (28 назв.). - ISBN 5-7695-2706-4

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС

- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы электромагнитной совместимости систем и средств связи»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: старший научный сотрудник, кандидат технических наук Пониматкин Виктор Ефимович, доцент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-
математических наук и информационных
технологий

Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «**Основы электромагнитной совместимости систем и средств связи**»

Целью дисциплины «Основы электромагнитной совместимости систем и средств связи» является: получение студентами широкого круга сведений из различных областей современной электроники, необходимых инженерам данного профиля в работе по квалифицированной эксплуатации изделий электронной техники; подготовка выпускника к выполнению обязанностей в области телекоммуникационных систем, при этом был бы способен выполнять работы и технически эрудирован по проблемам ЭМС РЭС: при проектировании, эксплуатации и техническому контролю устройств, используемых в многоканальных системах связи; использовать в базовом объеме методы компьютерного моделирования электромагнитной обстановки для решения проблемы электромагнитной совместимости РЭС совместно используемых.

Задачами изучения дисциплины является осознание проблем внутрисистемных и вне системных мешающих влияний РЭС, а также иметь способности по оценке мешающего действия; определению характеристик, параметров и особенностей ЭМС РЭС, функционирующих в различных частотных диапазонах и обеспечивающих эффективную работу оборудования многоканальных систем связи. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться представление о сложности решения проблемы ЭМС РЭС, знаний по методам решения проблемы, умения и навыки, позволяющие производить оценку ЭМС и расчет их основных параметров и характеристик.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-1. Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации	<p>ПКС-1.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры</p> <p>ПКС-1.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры</p> <p>ПКС-1.3. Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы работы и изучаемых электронных устройств и понимать физические процессы, происходящих в них; - принципы действия и особенности излучений антенн и устройств многоканальных систем связи; - специфику применения элементов и устройств телекоммуникационных систем; - разновидности современных антенных устройств, их характеристики направленности, уровни бокового и обратного излучения используемых в технике телекоммуникации. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать и производить расчета затухания полей излучаемых приемными и излучающими устройствами; - обосновать методы работы устройств обеспечивающие ЭМС РЭС. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчета затухания полей от излучающих устройств;

	подготовка предложений по их дальнейшему исключению	- методами проведения оценочных работ по ЭМС РЭС.
ПКС-2. Готовность выполнять работы по локализации, анализу, диагностики неисправностей, ограничению воздействия неисправностей, устранению неисправностей оборудования оптических транспортных сетей и сетей передачи данных, измерительные и настроечные работы на оптической кабельной сети, проверка ее функционирования после восстановления и ввода в эксплуатацию	<p>ПКС-2.1. Знает теоретические основы электросвязи и инфокоммуникационных технологий, основы построения компьютерных сетей, основы построения взаимосвязанных телекоммуникационных сетей, принципы и структуру базовой эталонной модели взаимодействия открытых систем, основы построения взаимосвязанных телекоммуникационных сетей, сигнализацию и синхронизацию в телекоммуникационных сетях, структуру системы рекомендаций и стандартов в области телекоммуникаций</p> <p>ПКС-2.2. Умеет анализировать сообщения о наличии технической проблемы в работе сети связи, локализовать неисправности станционного оборудования связи, контролировать устранение неисправности станционного оборудования связи в результате</p> <p>ПКС-2.3. Владеет навыками анализа сообщений о наличии технических проблем в работе сети связи, локализации неисправности станционного оборудования связи, вызвавшей техническую проблему в работе сети связи, контроля устранения неисправности станционного оборудования связи, разработки предложений по улучшению процесса устранения технических проблем в работе сети связи</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные характеристики антенно-фидерных устройств; - способы формирования распределений полей излучения; - основы антенных измерений и параметрах антенн. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обосновать диапазонные свойства РЭС к выбору частот для совместной беспомеховой работе в заданной электромагнитной обстановке; - обоснованию направленных свойств антенных устройств и выбору антенны для работы в заданной системе связи. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами работы с измерительной аппаратурой по измерению внутрисистемных и межсистемных взаимных влияний РЭС; - методами поиска и использования литературных данных и компьютерными технологиями при анализе ЭМС РЭС.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Основы электромагнитной совместимости систем и средств связи**» представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной

аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1. Введение. Общие понятия об ЭМС РЭС.</i>	<i>Предмет и содержание курса. Краткий исторический обзор развития телекоммуникационных систем. Понятие о ЭМС РЭС. Условия совместной работы передающих и приемных антенн. Диаграмма направленности антенны при совместной работе. ЭМО и ЭМС. Основные требования по обеспечению решения проблемы ЭМС</i>
2	<i>Тема 2. Электромагнитная совместимость радиоэлектронного оборудования</i>	<i>Характеристика ЭМС РЭС. Причины, вызывающие обострение проблемы ЭМС. Тенденции решения проблемы ЭМС. Виды радиопомех. Естественные помехи. Искусственные помехи. Внутренние шумы. Пути воздействия непреднамеренных помех. Источник помехи (ИП). Рецепторы помех (РП). Непосредственное и косвенное влияние</i>
3	<i>Тема 3 Воздействие помех на РЭС</i>	<i>Необратимые и обратимые процессы в РЭС. Мощная помеха. Менее мощная и</i>

		<i>маломощная помехи. Факторы, влияющие на ЭМС РЭС. Источники помех. Среда распространения. Рецептор помехи.</i>
4	<i>Тема 4 Характеристики РЭС вне основных полос частот излучения и приема радиосигналов.</i>	<i>Параметры РЭС: функциональные – отражают основные функции выполняемые РЭС и влияющие на ЭМС. Характеристики РПРД: основные и нежелательные излучения.</i>
5	<i>Тема 5. Внеполосное радиоизлучение</i>	<i>Внеполосное радиоизлучение и его характеристика. Количественное описание нежелательных радиоизлучений. Модель излучения РПРД на гармониках. Стабильность частоты генератора.</i>
6	<i>Тема 6 . Антенные устройства и среда распространения.</i>	<i>Антенные устройства и среда распространения: энергетические характеристики и степень воздействия ИП на РП. Коэффициент ослабления помехи от ИП к РП. Нелинейности в антеннах, фидерах, трассе практически отсутствуют или выражены слабо. Причины возникновения. Характеристики фидеров влияющие на ЭМС. Характеристики антенных устройств влияющих на ЭМС. Взаимная связь антенн. Коэффициент связи антенн.</i>
7	<i>Тема 7. Характеристики среды распространения влияющих на ЭМС</i>	<i>Характеристика среды. Ослабление. Область прямой видимости Область полутени и тени Область дальнего тропосферного распространения Область ионосферного рассеяния радиоволн. Влияние атмосферы на прохождение НЭМП. Физические принципы электромагнитного экранирования, ослабление электромагнитного поля в ограниченной части пространства. Защитное действие экрана. Сплошные и несплошные экраны. Экранирование фидеров</i>
8	<i>Тема 8. Излучающие свойства элементов РЭС.</i>	<i>Излучающие свойства элементов: корпус, антенна, кабель. Характеристики РПРМ: Каналы приема на промежуточной частоте; комбинационные каналы приема; зеркальный канал. Прямое прохождение помех, побочные каналы приема. Дополнительный механизм воздействия помехи. Преобразование шумов гетеродина.</i>
9	<i>Тема 9. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция.</i>	<i>Помеха, значительно превышающей по уровню полезный сигнал. Блокировка и перекрестные искажения. Коэффициент блокирования. Динамический диапазон по блокированию. Коэффициент перекрестных искажений. Динамический диапазон по перекрестным искажениям. Уровень восприимчивости к перекрестным искажениям. Последствие помехи. Интермодуляция. Динамический диапазон интермодуляции. Уровень восприимчивости по интермодуляции. Характеристики</i>

		<i>частотной избирательности (Односигнальная избирательность, Многосигнальная избирательность. Избирательность по соседнему каналу.) Модели частотной избирательности приемника.</i>
10	<i>Тема 10. Индустриальные помехи.</i>	<i>Индустриальные помехи и причины появления помех. Источники помех. Пути распространения индустриальных помех. Электрические и магнитные связи. Кондуктивные помехи. Ослабление помех.</i>
11	<i>Тема 11. Методы анализа ЭМС.</i>	<i>Методы анализа ЭМС Исследование показателей ЭМС устройств и их элементов. Исследование электромагнитной обстановки. Исследование выполнения ЭМС в конкретной группе средств. Методы моделирования и экспериментального исследования характеристик ЭМС. Особенности измерений характеристик ЭМС. Погрешности измерений. Стандартизация и метрологическое обеспечение измерений. Направления решения проблемы ЭМС РЭС.</i>

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	<i>Тема 1. Введение. Общие понятия об ЭМС РЭС.</i>	<i>Понятия и основные проблемы ЭМС РЭС</i>
2	<i>Тема 2. Электромагнитная совместимость радиоэлектронного оборудования.</i>	<i>Характеристика ЭМС РЭС. Причины, вызывающие обострение проблемы ЭМС.</i>
3	<i>Тема 3. Воздействие помех на РЭС.</i>	<i>Помехи РЭС</i>
4	<i>Тема 4. Характеристики РЭС вне основных полос частот излучения и приема радиосигналов.</i>	<i>Излучение РЭС и радиоприем.</i>
5	<i>Тема 5. Внеполосное радиоизлучение.</i>	<i>Параметры сигналов РЭС</i>
6	<i>Тема 6. Антенные устройства и среда распространения.</i>	<i>Параметры антенн и особенности распространения радиоволн</i>
7	<i>Тема 7. Характеристики среды распространения влияющих на ЭМС</i>	<i>Характеристики среды распространения влияющих на ЭМС</i>
8	<i>Тема 8. Излучающие свойства элементов РЭС.</i>	<i>Свойства элементов РЭС по показателю ЭМС</i>
9	<i>Тема 9. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция.</i>	<i>Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция.</i>

10	Тема 10. <i>Индустриальные помехи.</i>	<i>Индустриальные помехи.</i>
11	Тема 11. <i>Методы анализа ЭМС.</i>	<i>Методы анализа ЭМС</i>

Рекомендуемая тематика *практических занятий (при наличии)*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
...

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных работ (при наличии)*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 3. <i>Воздействие помех на РЭС</i>	Лр.1. <i>Методы исследования электромагнитных помех</i>
2	Тема 4. <i>Характеристики РЭС вне основных полос частот излучения и приема радиосигналов.</i>	Лр.2. <i>Измерение спектра и времени нарастания цифрового импульса</i>
3	Тема 6. <i>Антенные устройства и среда распространения.</i>	Лр.3. <i>Направленные свойства вибраторных антенн</i>
4	Тема 6. <i>Антенные устройства и среда распространения.</i>	Лр.4. <i>Направленные свойства рамочных антенн</i>
5	Тема 6. <i>Антенные устройства и среда распространения.</i>	Лр.5. <i>Направленные свойства зеркальных антенн.</i>
6	Тема 8. <i>Излучающие свойства элементов РЭС.</i>	Лр.6. <i>Контроль связи полного общего сопротивления.</i>
7	Тема 8. <i>Излучающие свойства элементов РЭС.</i>	Лр.7. <i>Борьба с излучением от кабелей и печатных плат.</i>
8	Тема 9. <i>Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция.</i>	Лр.8. <i>Борьба с перекрестными помехами: временная область.</i>
9	Тема 10. <i>Индустриальные помехи.</i>	Лр.9. <i>Целостность сигналов печатной платы.</i>
10	Тема 10. <i>Индустриальные помехи.</i>	Лр.10. <i>Измерение переходного полного сопротивления.</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. *Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: общие понятия об ЭМС РЭС, электромагнитная совместимость радиоэлектронного оборудования, воздействие помех на РЭС, характеристики РЭС вне основных полос частот излучения и приема радиосигналов, внеполосное радиоизлучение, антенные устройства и среда, характеристики среды распространения влияющих на ЭМС, излучающие свойства элементов РЭС, блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция, индустриальные помехи, методы анализа ЭМС.*

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме

лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться ЭМС, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным

результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Введение. Общие понятия об ЭМС РЭС.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-2</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 2. Электромагнитная совместимость радиоэлектронного оборудования.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-2</i>	<i>Тестирование,</i>
<i>Тема 3 Воздействие помех на РЭС.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 4 Характеристики РЭС вне основных полос частот излучения и приема радиосигналов.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 5 Внеполосное радиоизлучение.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-2</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 6 Антенные устройства и среда распространения.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 7. Характеристики среды распространения влияющих на ЭМС</i>	<i>ПКС-1 ПКС-2</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 8. Излучающие свойства элементов РЭС.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 9. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 10. Индустриальные помехи.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 11. Методы анализа ЭМС.</i>	<i>ПКС-1 ПКС-2</i>	<i>Тестирование</i>

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

К теме 1. Введение. Общие понятия об ЭМС РЭС

1. РЭС это:

Ответ:

- устройство для радиообмена между корреспондентами;
- устройство для излучения и приема информационных сообщений различного класса;
- устройство для излучения ЭМП;
- устройство для приема ЭМП;
- устройство для создания помех в виде ЭМП.

1. Антенна РЭС это:

- устройство для излучения и приема радиоволн;
- приема электростатического поля;
- приема магнитного поля;
- устройство для излучения;
- устройство для приема.

2. Анализ параметров ЭМС технических средств:

- есть совокупность методов и средств получения количественной информации о соответствии параметров различных устройств нормативно-технической документации в области ЭМС;
- установление связи между источником поля и приемником ЭМП;
- установление связи между источником поля и электрическими зарядами;
- устанавливает связь между источником поля и магнитными зарядами;
- описывает влияние электрических зарядов.

3. Анализ электромагнитной обстановки (ЭМО) .

- устанавливает связь между источником поля и магнитной составляющей ЭМП;
- есть действия по контролю параметров РЭС работающих совместно в единой ЭМО;
- устанавливает связь между источником поля и электрическими зарядами;
- устанавливает связь между источником поля и магнитными зарядами;
- устанавливает связь между электрической и магнитной составляющими в ЭМП;

4. Анализ выполнения ЭМС в группе средств.

- устанавливает связь между источником поля и магнитной составляющей ЭМП;
- устанавливает связь между источником поля и электрической составляющей ЭМП;
- это задачи проверки выполнения условий ЭМС на различных этапах жизненного цикла РЭС
- устанавливает связь между источником поля и магнитными зарядами;
- устанавливает связь между электрической и магнитной составляющими в ЭМП.

5. Бегущий режим работы линии передачи :

- устанавливает связь между источником поля и магнитной составляющей ЭМП;
- устанавливает связь между источником поля и электрической составляющей ЭМП;
- режим, при котором напряжение и ток вдоль линии передачи неизменен;
- устанавливает связь между источником поля и магнитными зарядами;
- устанавливает связь между электрической и магнитной составляющими в ЭМП.

6. Волновое сопротивление антенны:

- устанавливает закон распределения энергии ЭМП на излучение, на потери и ее колебательную части;
- есть коэффициент пропорциональности между током и напряжением в линии;
- описывает взаимосвязь между источником поля и ЭМП;
- описывает закон изменения энергии поля при распространении в свободном пространстве;
- описывает закон изменения энергии поля при распространении в средах.

7. Волновое сопротивление линии передачи :

- устанавливает закон распределения энергии ЭМП на излучение, на потери и ее колебательную части;
- есть коэффициент пропорциональности между током и напряжением в линии;

- описывает взаимосвязь между источником поля и ЭМП;
- описывает закон изменения энергии поля при распространении в свободном пространстве;
- описывает закон изменения энергии поля при распространении в средах.

К теме 2. ЭМС радиоэлектронного оборудования

1. Электромагнитная совместимость РЭС:

- описывает взаимосвязь между источником поля и ЭМП;
- есть беспомеховая работа РЭС в заданной ЭМО;
- описывают структуру ЭМП;
- описывают волновой характер составляющих ЭМП при распространении в среде.

2. Электромагнитная обстановка:

- описывают волновой характер составляющих ЭМП монохроматической волны при распространении в воздушной среде;
- совокупность всех полей РЭС и электрических устройств;
- описывает закон изменения энергии поля при распространении в свободном пространстве;
- описывают структуру ЭМП;
- описывают волновой характер составляющих ЭМП при распространении в морской среде.

3. Яркостная температура шумового процесса :

- может принимать вид плоской, сферической или цилиндрической волн;
- характеристика соответствующего процесса, как совокупности шумовой помехи;
- может принимать вид только сферической волн;
- может принимать вид только цилиндрической волн;
- волна не имеет фронта.

4. Внеполосные эффекты:

- могут быть электрическим, магнитным и элементом плоской волны;
- могут быть только электрическим воздействием;
- ряд механизмов, вызывающих реакцию радиоприемника на воздействие помех, не совпадающих по частоте с частотами основного или побочных каналов приема;
- есть только элемент плоской волны;
- элементарных излучателей.

5. Основным каналом приема:

- закон изменения амплитуды и фазы векторов поля у границы раздела сред;
- называется полоса частот, находящаяся в полосе пропускания приемника, предназначенная для приема полезных сигналов и соответствующая необходимой полосе частот для передаваемого сообщения;
- определяют глубину проникновения ЭМП в среду падающей волной на границу раздела сред;
- устанавливают закон изменения векторов поля во второй среде;
- устанавливают закон изменения векторов поля в первой среде.

6. Паразитное радиоизлучение:

- закон изменения амплитуды и фазы векторов поля у границы раздела сред;
- вид побочного излучения, возникающего в результате самовозбуждения радиопередатчика из-за паразитных связей в его генераторных или усилительных каскадах;
- определяют глубину проникновения ЭМП в среду падающей волной на границу раздела сред;
- устанавливают закон изменения векторов поля во второй среде;
- устанавливают закон изменения векторов поля в первой среде.

7. Радиоизлучение на субгармониках:

- на основе формул элементарного электрического излучателя;
- на основе формул свободного распространения;
- на основе формул потенциальных полей методом зеркальных отображений;
- на основе формул для земных волн;
- побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз меньших частоты основного радиоизлучения. Несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0/m$, $m = 2, 3$, где f_0 - несущая частота основного радиоизлучения. Радиоизлучения на субгармониках свойственны радиопередатчикам, использующим умножение частоты.

К теме 3. Воздействие помех на РЭС

1. Показатель качества частотной характеристики:

- распространение ЭМВ в намагниченной ионосфере;
- распространение многих волн излучаемых большим количеством радиостанций;
- является *коэффициент прямо-угольности* или отношение полосы пропускания приемника, измеренной на уровне X дБ (наприм., на уровне 60 дБ), к полосе пропускания приемника, измеренной на уровне 3дБ: $k_n = B_x/B_{3\text{дБ}}$;
- наличием неоднородностей;
- нелинейности не существует.

2. Прямое прохождение помех:

- земных, ионосферных, пространственных и тропосферных;
- свободного распространения;
- из-за неидеальной частотной избирательности линейных каскадов приемника (преселектора, фильтров в каскадах УРЧ и, главным образом, каскадов УПЧ) характеристика частотной избирательности приемника всегда отличается от прямоугольной;
- ионосферных и земных;
- волноводного распространения в сферической полости Земля – ионосфера

3. Радиоизлучение на субгармониках:

- на основе формул элементарного электрического излучателя;
- на основе формул свободного распространения;
- на основе формул потенциальных полей методом зеркальных отображений;
- на основе формул для земных волн;
- побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз меньших частоты основного радиоизлучения. Несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0/m$, $m = 2, 3$, где f_0 - несущая частота основного радиоизлучения. Радиоизлучения на субгармониках свойственны радиопередатчикам, использующим умножение частоты.

4. Радиоизлучение на гармониках:

- на основе формул элементарного электрического излучателя;
- на основе формул свободного распространения;
- на основе формул потенциальных полей методом зеркальных отображений;
- побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз больших частоты основного радиоизлучения, несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0 m$, $m = 2, 3$, где f_0 — несущая частота основного радиоизлучения;
- на основе превышения уровня помехи в точки приема.

5. Распространение непреднамеренных помех:

- земных, ионосферных, пространственных и тропосферных;
- свободного распространения;
- несмотря на значительное разнообразие возможных путей распространения НЭМП следует выделить два их вида: распространение НЭМП при излучении и приеме антеннами радиотехнических устройств и любые другие механизмы;
- ионосферных и земных;
- волноводного распространения в сферической полости Земля – ионосфера.

6. Шумовая температура помехи – связана с нестабильностью работы элементов электронных устройств

- связана с нестабильностью работы элементов электронных устройств;
- связана с переменной составляющей тока в антенне;
- связана с постоянной составляющей тока в антенне;
- существует всегда;
- не существует.

7. Пути воздействия помех на РЭС:

- через тока в антенне, корпус РЭС и цепи электроснабжения;
- только через антенну;
- через корпус РЭС;
- через заземление;
- РЭС защищено от всех помех.

К теме 4. Характеристика РЭС вне основных полос частот излучения и приема

1. . Характеристика частотной избирательности приемника:

- определяется односигнальным методом, причем характеристика описывает ослабление приема сигнала при частотной расстройке;
- не может состояться из-за малой электронной концентрации;

- не может состояться так как коэффициент преломления для ионосферы всегда равен единице;
- будет неоднородность;
- создать искусственную отражающую поверхность.

2. Характеристика полосы частот излучения передатчика описывается:

- основным излучение;
- всей полосой частот: основного и внеполосного;
- гармониками;
- субгармониками;
- интермодуляционными частотами.

3. Радиочастотный ресурс описывается:

- временным, пространственным и частотными свойствами;
- внеполосным излучением;
- уровнем напряженности ЭМП;
- только пространственными свойствами;
- интермодуляцией.

4. Радиопередающее устройство излучает:

- рабочую полосу частот и нежелательное излучение;
- рабочую полосу частот;
- сплошной спектр частот;
- нежелательное излучение;
- излучает сигнал.

5. Нежелательное излучение получает затухание:

- на трассе распространение;
- в передающем устройстве;
- в диаграмме направленности антенны;
- в корпусе передатчика;
- в земле.

6. Ширина полосы излучения РПДУ:

- состоит из рабочей полосы частот и нежелательного излучения;
- состоит из рабочей полосы частот;
- состоит из основной несущей частоты и ее гармоник;

- состоит из основной несущей частоты и ее субгармоник;
- состоит только из субгармоник.

7. Уровень внеполосного излучения РПДУ:

- контрольная полоса частот полезного сигнала на уровне не ниже $V_k = - 30$ дБ;
- контрольная полоса частот полезного сигнала на уровне ниже $V_k = - 60$ дБ;
- контрольная полоса частот полезного сигнала на уровне от $V_k = - 30$ дБ до $V_k = - 60$ дБ;
- установить не возможно.

8. Относительный уровень внеполосного излучения РПДУ:

- есть отношение спектральной плотности $P_{внеп}$ излучения к максимальному значению спектральной плотности $P_{основ}$ излучения, дБ;
- есть отношение полезного сигнала к мощности помехи;
- есть помеховая обстановка в районе размещения передатчика РЭС;
- есть помеховая обстановка в районе размещения приемника РЭС;
- есть помеховая обстановка в любом районе.

К теме 5. Внеполосное радиоизлучения.

1. Чем определяется внеполосное излучение РЭС:

- помеховой обстановкой в районе РЭС;
- излучением характерным для РЭС по ширине занимаемой полосы частот и относительным уровнем этого излучения;
- уровнем тока в антенне;
- уровнем чувствительности приемника;
- экранированием РЭС.

2. ШУМОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ РЭС:

- уровнем чувствительности приемника;
- уровнем тока в антенне;
- обусловлено собственными шумами и паразитной модуляцией генерируемого колебания и шумовыми процессами РПДУ;
- плохим заземлением цепей питания РЭС;
- атмосферными явлениями.

3. Излучение на гармониках:

- на основе формул элементарного электрического излучателя;
- на основе формул свободного распространения;
- на основе формул потенциальных полей методом зеркальных отображений;

- побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз больших частоты основного радиоизлучения, несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0 m$, $m = 2, 3$, где f_0 — несущая частота основного радиоизлучения;
- на основе превышения уровня помехи в точки приема.

4. Радиоизлучение на субгармониках:

- на основе формул элементарного электрического излучателя;
- на основе формул свободного распространения;
- на основе формул потенциальных полей методом зеркальных отображений;
- на основе формул для земных волн;
- побочное радиоизлучение на частотах, в целое число раз меньших частоты основного радиоизлучения. Несущие частоты их равны: $f_{\text{субг}} = f_0/m$, $m = 2, 3$, где f_0 - несущая частота основного радиоизлучения. Радиоизлучения на субгармониках свойственны радиопередатчикам, использующим умножение частоты.

5. Нестабильность частоты генератора обусловлена:

- на основе распространения ЭМВ в земных условиях;
- собственная нестабильность генератора;
- нестабильность за счет несовершенства схем модуляции;
- нестабильность за счет помех в атмосфере;
- нестабильность за счет тока в антенне.

6. Допустимое отклонение частоты генератора:

- допустимым уровнем помех на приеме;
- допустимой величиной тока в антенне;
- максимальным значение, на которое допускается отклонение средней частоты частотной полосы, занимаемой излучением, от присвоенного ей значения;
- допустимым уровнем помех за счет несовершенства схем модуляции;
- отклонением от допустимого значения питающей сети.

К теме 6. Антенные устройства и среда распространения.

1. Энергетические характеристики антенных устройств и среды распространения:

- зависят от частоты модуляции;
- зависят от частоты и нестабильности генератора;
- зависят от затухания в антенных устройствах и среде распространения;
- ослабление только в антенных устройствах;
- ослабление только в среде.

2. Степень воздействия источника помех на радиоприем зависит:

- от ослабления через модуляцию;
- от ослабления нестабильности генератора;
- от ослабления в антенных устройствах и среде распространения;
- от ослабления только в антенных устройствах;
- от ослабления только в среде.

3. Коэффициент ослабления помех на частоте помехи зависит:

- от дифракции L_d , рассеяния в свободном пространстве L_R , затенения антенн L_{zt} , влияние метеорологических условий $L_{метео}$, ионосферное рассеяние $L_{ион}$, и тропосферное распространение $L_{троп}$;
- от ослабления нестабильности генератора;
- от ослабления в антенных устройствах;
- от ослабления только в фильтрах;
- от ослабления только за счет нестабильности питания РЭС.

4. Фидерные линии на частотах, значительно отстоящих от основной полосы, имеют не достаточное ослабление помех на приеме из-за:

- фидерные линии, как фильтры на сосредоточенных элементах вне основной полосы частот имеют широкую экстремально частотную характеристику из-за влияния паразитных емкостей и индуктивностей;
- фидерная линия подавляют все частоты;
- фидерная линия не соответствует параметрам;
- фидерная линия имеет резонанс на частоте приема;
- фидерная линия вносит затухание на всех частотах.

5. Излучение (прием) вне требуемого сектора углов и вне необходимой полосы частот антенн должно иметь:

- ненулевые значения за пределами любого конечного интервала, то есть боковые и задние лепестки должны отсутствовать;
- фидерная линия подавляют все частоты;
- фидерная линия не соответствует параметрам;
- фидерная линия имеет резонанс на частоте приема;
- фидерная линия вносит затухание на всех частотах.

6. Влияние поляриционной структуры антенны:

- наведенные в элементах конструкции объекта токи искажают поляризацию сигнала;
- фидерная линия подавляют все виды поляризации;
- фидерная линия не соответствует параметрам;
- фидерная линия имеет резонанс на частоте приема;
- фидерная линия вносит затухание на всех частотах.

7. Почему построить антенну, в которой отсутствует излучение вне необходимой полосы частот:

- из-за конечной добротности антенны;
- из-за очень высокой добротности антенны;
- антенна и фидерная линия не соответствует параметрам;
- антенна и фидерная линия имеет различный резонанс на частоте приема;
- антенна и фидерная линия имеют разные волновые сопротивления.

К теме 7. Характеристики среды распространения, влияющих на ЭМС.

1. Пути распространения сигналов и непреднамеренных помех:

- одинаковы;
- очень разные;
- антенна и фидерная линия принимают по разному;
- сигнал лучше распространяется;
- сигнал и помеха не распространяются в средах.

2. Оценка затухания (ослабления) помех на пути распространения:

- в фидере передающей антенны, в антенне передающей, в среде, в приемной антенне и в фидере приемной антенны;
- очень разные;
- антенна и фидерная линия принимают по разному;
- сигнал лучше распространяется;
- сигнал и помеха не распространяются в средах.

3. Коэффициент связи $L_{св.}$ антенн зависит:

- не зависит от расстояния;
- $L_{св.}$ в значительной мере зависит от электрических размеров антенн $R_{ант}/\lambda$ и расстояния между ними $R_{св.}$;
- чем больше размеры антенн, тем больше коэффициент;
- зависит от сигнала;
- зависит от помехи.

4. Зависимость зоны связи от электрических размеров антенн $R_{ант}/\lambda$:

- $R \geq R_{оз} = R_{ант}^2/\lambda$ - дальняя зона, $R \leq 1/2\pi$ - ближняя зона и $1/2\pi \leq R \leq R_{оз}$ - зона Френеля.
- зоны не связаны с размерами антенны;
- слабо зависят от зон:
- сигнал лучше распространяется;
- сигнал и помеха не распространяются в средах.

5. Коэффициент связи $L_{св.}$ антенн зависит:

- не зависит от расстояния;
- $L_{св.}$ в значительной мере зависит от электрических размеров антенн $R_{ант}/\lambda$ и расстояния между ними $R_{св.}$;
- чем больше размеры антенн, тем больше коэффициент;
- зависит от сигнала;
- зависит от помехи.

6. Коэффициент распространение ЭМВ в тропосфере:

- не менее 10;
- от 1000;
- 1,2;
- 1,5;
- 0,9.

7. Коэффициент распространение ЭМВ в стратосфере:

- не менее 10;
- от 1000 до 10000;
- 1,0;
- 1,5;
- 5.

К теме 8. Излучающие свойства элементов РЭС.

1. Защитное действие экрана от электростатического электрического поля:

- в электростатическом поле из-за концентрации зарядов на внешней стороне проводника поле внутри экрана отсутствует;
- экран не экранирует;
- слабо экранирует;
- сигнал лучше распространяется;
- сигнал и помеха не распространяются в средах.

2. Коэффициент направленного действия зеркальных антенн:

- не менее 10;
- от 1000 до 10000;
- 1,2;
- 1,5;
- 5.

3. Коэффициент направленного действия симметричных антенн:

- не менее 10;
- от 1000 до 10000;
- 1,2;
- 1,5;
- 5.

4. Защитное действие экрана от переменного электрического поля :

- не оказывает воздействие на экранирование;
- зависит от магнитных свойств;
- в переменном электрическом поле по мере повышения частоты в стенках экрана увеличивается ток, и защитное действие экрана уменьшается;
- зависит только от проводимости экрана;
- зависит от проводников по которым течет переменный ток и не зависит от проводимости экрана.

5. Защитное действие экрана от магнитного поля:

- не оказывает воздействие на экранирование;
- зависит от магнитных свойств;
- в переменном электрическом поле по мере повышения частоты в стенках экрана увеличивается ток, и защитное действие экрана уменьшается;
- зависит только от проводимости экрана;
- зависит от проводников по которым течет переменный ток и не зависит от проводимости экрана.

6. Защитное действие экрана, который имеет зазоры, вентиляционные отверстия, люки:

- не оказывает воздействие на экранирование;
- зависит от магнитных свойств;
- в переменном электрическом поле по мере повышения частоты в стенках экрана увеличивается ток, и защитное действие экрана уменьшается;
- зависит только от соотношения экранированной части и неэкранированной;
- зависит от проводников по которым течет переменный ток и не зависит от проводимости экрана.

7. Защитное действие экрана, который имеет зазоры, вентиляционные отверстия, люки:

- не оказывает воздействие на экранирование;
- зависит от магнитных свойств;
- в переменном электрическом поле по мере повышения частоты в стенках экрана увеличивается ток, и защитное действие экрана уменьшается;
- зависит только от соотношения экранированной части и неэкранированной;
- зависит от проводников по которым течет переменный ток и не зависит от проводимости экрана.
-

К теме 9. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция.

1. Каналы приема:

- в узкой полосе частот;
- идеальный РПУ должен принимать полезные сигналы только в пределах необходимой полосы частот, причем только через антенный вход;
- в широкой полосе частот;

- канал приема определяется уровнем помех;
- канал приема перестраиваемый.

2. Канал приема характеризуется восприимчивостью:

- это свойство РПУ работы в узкой полосе частот;
- это свойство РПУ принимать полезные сигналы;
- это свойство РПУ реагировать на электромагнитные помехи, воздействующие через антенну или помимо ее, в том числе через корпус, экран, по цепям питания и управления;
- это свойство РПУ работы определяется уровнем помех;
- это свойство РПУ работы приема с перестройкой по частоте.

3. Канал приема характеризуется прямым прохождением помех:

- имеется прием помех за пределами необходимой полосы частот;
- это свойство РПУ принимать все сигналы;
- это свойство РПУ реагировать на электромагнитные помехи;
- это свойство РПУ работы определяется уровнем помех;
- это свойство РПУ работы приема с перестройкой по частоте.

4. Побочные каналы приема:

- имеется прием помех в пределах необходимой полосы частот;
- это полоса частот находящаяся за пределами основного канала приема, в которой сигнал проходит на выход РПРМ;
- это свойство РПУ реагировать на электромагнитные помехи;
- это свойство РПУ работы определяется уровнем помех;
- это свойство РПУ работы приема с перестройкой по частоте.

5. Побочные каналы приема:

- имеется прием помех в пределах необходимой полосы частот;
- это полоса частот находящаяся за пределами основного канала приема, в которой сигнал проходит на выход РПРМ;
- это свойство РПУ реагировать на электромагнитные помехи;
- это свойство РПУ работы на промежуточной частоте, зеркальный канал, комбинационные каналы приема и на субгармониках частоты настройки;
- это свойство РПУ работы приема с перестройкой по частоте.

6. Блокирование каналов приема:

- имеется собственные помехи в пределах необходимой полосы частот;
- это полоса частот находящаяся за пределами основного канала приема, в которой сигнал проходит на выход РПРМ;
- это воздействие помехи, значительно превышающей по уровню полезный сигнал, возможно помимо основного и побочного каналов приема;
- это свойство РПУ работы на промежуточной частоте;
- это свойство РПУ работы приема с питающих цепей.

7. Перекрестные искажения в каналах приема:

- имеются собственные помехи в пределах необходимой полосы частот;
- это изменение структуры спектра сигнала на выходе ПРМ при одновременном действии сигнала и модулированной радиопомехи, частота которой не совпадает с частотами основного и побочных каналов приема;
- это воздействие помехи, значительно превышающей по уровню полезный сигнал, возможно помимо основного и побочного каналов приема;
- это свойство РПУ работы на промежуточной частоте;
- это свойство РПУ работы приема с питающих цепей.

8. Динамический диапазон по блокированию:

- имеются собственные помехи в пределах необходимой полосы частот;
- это отношение значения характеристики частотной избирательности по блокированию при заданной частотной расстройке относительно основного канала приема к чувствительности ПРМ;
- это воздействие помехи, значительно превышающей по уровню полезный сигнал, возможно помимо основного и побочного каналов приема;
- это свойство РПУ работы на промежуточной частоте;
- это свойство РПУ работы приема с питающих цепей.

9. Интермодуляция:

- имеются собственные помехи в пределах необходимой полосы частот;
- это возникновение помех на выходе ПРМ при действии на его входе двух и более радиопомех, частоты которых не совпадают с частотами основного и побочных каналов приема ПРМ;
- это воздействие помехи, значительно превышающей по уровню полезный сигнал, возможно помимо основного и побочного каналов приема;
- это свойство РПУ работы на промежуточной частоте;
- это свойство РПУ работы приема с питающих цепей.

10. Односигнальная избирательность:

- имеются собственные помехи в пределах необходимой полосы частот;
- это частотная избирательность, определяемая отношением уровня сигнала на заданной частоте к его заданному уровню на частоте настройки при неизменном уровне сигнала на выходе радиоприемника и измеряемая посредством одного входного сигнала с уровнем, не вызывающим нелинейных эффектов в тракте приема;
- это воздействие помехи на канал приема;
- это свойство РПУ работы в режиме прямого усиления;
- это свойство РПУ работы приема на промежуточной частоте цепей.

10. Многосигнальная избирательность:

- имеются внутренние помехи;
- частотная избирательность, определяемая отношением уровней одновременно поступающих на вход радиоприемника сигналов на одной или нескольких заданных частотах и частоте настройки радиоприемника при заданном отношении на его выходе суммарной мощности составляющих помехи к мощности полезного сигнала или при заданном изменении уровня полезного сигнала;
- это воздействие помехи на канал приема;
- это свойство РПУ работы в режиме прямого усиления;
- это свойство РПУ работы приема на промежуточной частоте цепей.

К теме 10. Индустриальные помехи.

1. Источником индустриальных помех являются:

- в широкой и узкой полосе частот;
- электротехническое или электронное устройство, причем не только в силу специфики выполняемых им функций, но и в вследствие технической неисправности силовых цепей, устройств коммутации и т.д;
- гроза;
- автомобиль;
- трамвай.

2. Виды индустриальных помех:

- в любой полосе частот;
- узкополосные и широкополосные помехи, кратковременные и контактные помехи, и помехи, связанные с преобразованием механической энергии в электрическую;
- на промежуточной частоте;

- на частоте низкочастотной;
- световой луч.

3. Источники непрерывных промышленных помех:

- в любой полосе частот;
- узкополосные и широкополосные помехи;
- многочастотные;
- на частоте низкочастотной;
- промышленные нагревательные установки, высокочастотные индукционные электрические печи, медицинское оборудование, в котором используются высокочастотные генераторы, и т.д.

4. Источники широкополосных промышленных помех:

- в любой полосе частот;
- совместные узкополосные и широкополосные помехи;
- от систем зажигания;
- на частоте низкочастотной;
- оборудование генераторов.

5. Источники импульсных промышленных помех:

- в любой полосе частот;
- совместные узкополосные и широкополосные помехи;
- от систем зажигания;
- на частоте низкочастотной;
- высоковольтная аппаратура и линии передачи электроэнергии (ЛЭП).

6. Источники промышленных помех:

- в любой полосе частот;
- совместные узкополосные и широкополосные помехи;
- от систем зажигания;
- на частоте низкочастотной;
- высоковольтная аппаратура и линии передачи электроэнергии (ЛЭП).

К теме 11. Методы анализа ЭМС

1. Измерения ЭМП в интересах ЭМС РЭС:

- при определении совместной работы аппаратуры, подсистем, систем, средств и ЭМО;
- при определении только ЭМО;
- при определении работы только аппаратуры;
- при определении собственной работы аппаратуры, подсистем, систем, средств;
- при определении работы только систем.

2. Измерения ЭМП на низшем уровне в интересах ЭМС РЭС:

- для обоснования допустимости уровня ЭМП излученной и аппаратурой;
- для обоснования пределов ЭМП аппаратурных;
- для оценки работоспособности РЭС;
- при определении качества канала;
- при определении работы только систем.

3. Измерения ЭМП на среднем уровне в интересах ЭМС РЭС:

- для обоснования допустимости уровня ЭМП РЭС при работе в системе РЭС без учета ЭМО на окружающие среды;
- для обоснования пределов ЭМП аппаратурных;
- для обоснования пределов ЭМП излученных;
- при определении качества канала;
- при определении работы только систем.

4. Измерения ЭМП на высшем уровне в интересах ЭМС РЭС:

- для обоснования допустимости уровня ЭМП РЭС при работе в системе РЭС с учетом ЭМО на окружающие среды;
- для обоснования пределов ЭМП аппаратурных;
- для обоснования пределов ЭМП излученных;
- для оценки работоспособности РЭС;
- при определении работы только систем.

5. Измерения ЭМП на уровне компонентов и аппаратуры в интересах ЭМС РЭС:

- измерения на ранней стадии разработки, определение соответствия ЭМП требованиям нормативно-технической документации в условиях экранированных помещениях;
- для обоснования пределов ЭМП аппаратурных и фильтров;
- для обоснования пределов ЭМП излученных через корпус;
- при определении качества канала по спектру;
- при определении работы только систем взаимосвязанных.

6. Измерения на соответствие требованиям нормативно-технической документации в интересах ЭМС РЭС:

- измерения высокочастотные на антенном разъеме, излучение антенны и восприимчивость приемника имеющих частоты отличные от излучаемых;
- для оценки частоты;
- для оценки уровня поля;
- влияния фильтра;
- при определении дальности.

7. Испытания фильтров и экранированных помещений:

- для оценки чистоты измерений в экранированных помещениях;
- для оценки работы генератора;
- для оценки работы приемного устройства;

- для установления связи в сети;
- при определении дальности радиосвязи.

8. Испытание систем на ЭМС:

- проверка системы на сбой при работе систем;
- проверка системы на излучение;
- проверка системы радиоприем;
- проверка системы на электроснабжение;
- проверка работы генератора.

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

К теме 3. Воздействие помех на РЭС

Лабораторная работа: «Методы исследования электромагнитных помех»

Цель работы: Научиться основам работы с модулем источника электромагнитных помех (ЭМП) ME1400. Выполнить исследования на цифровых выходах модуля источника ЭМП ME1400, научиться правильным методам исследования высокочастотных сигналов.

№ п/п	Отрабатываемый вопрос:	Расчетное время мин	Примечание:
1.	Вводная часть. Цели работы.	10	
2.	Изучение методических указаний, лабораторного стенда, требований безопасности при работе с лабораторным оборудованием.	20	
3.	Выполнение студентами лабораторной работы, согласно методических указаний.	140	
4.	Заключительная часть. Сдача отчетов на проверку.	10	

Методические указания по выполнению лабораторной работы:

1. Этот эксперимент ознакомит с работой модуля источника ЭМП ME1400. В рамках эксперимента подается питание к модулю источника ЭМП ME1400 и исследуется

выходной сигнал встроенных цифровых генераторов импульсов во временной области с помощью цифрового осциллографа с запоминающим устройством (ОСЗУ). Периодические сигналы таких цифровых генераторов могут представлять собой тактовые сигналы в типовой цифровой или комбинированной цепи. Необходимо научиться правильно выбирать щупы осциллографа и подключать их к исследуемой цепи таким образом, чтобы свести к минимуму искажения сигналов напряжения, связанные с нагрузкой щупа.

2. Настройка модуля источника ЭМП ME1400

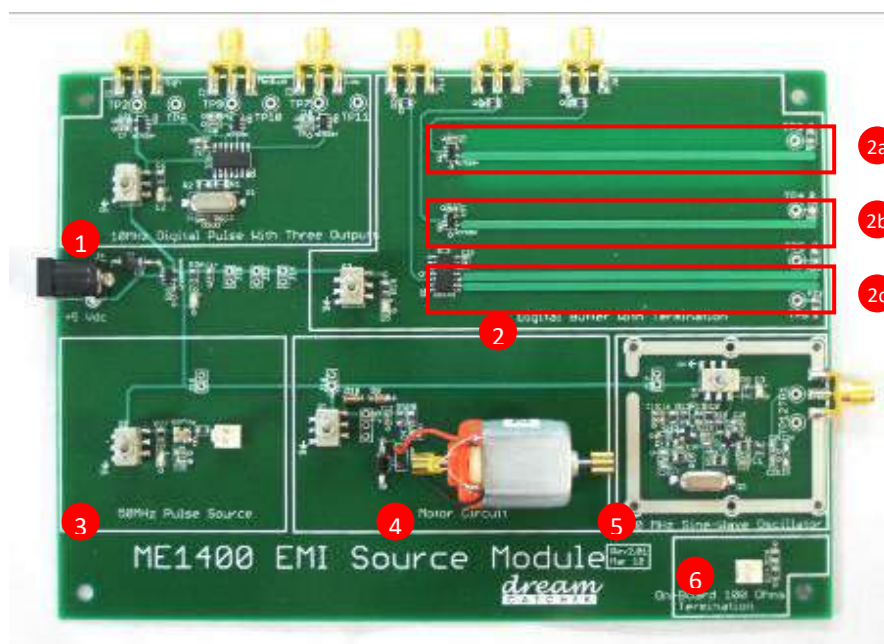


Рисунок 1. Модуль источника ЭМП ME1400

- На рисунке 1 показан вид сверху модуля источника ЭМП ME1400. В состав модуля входят шесть подмодулей: - цифровой источник импульсов на 10 МГц с тремя выходами;

 - цифровой буфер с оконечным резистором:
 - 2a – дорожка цифрового буфера без непосредственной земляной шины;
 - 2b – дорожка цифрового буфера с непосредственной земляной шиной;
 - 2c – дифференциальный цифровой буфер.
 - источник импульсов на 50 МГц;
 - цепь электродвигателя;
 - генератор синусоидальных сигналов на 10 МГц;
 - встроенный оконечный резистор на 100 Ом.
- Подайте входное напряжение 5 В к модулю. При включении модуля загорится зеленый светодиодный индикатор.
- Каждый подмодуль имеет свой выключатель, с помощью которого его можно включать. При включении подмодуля загорается индикатор питания (красный светодиод).
- Настройте цифровой осциллограф с запоминающим устройством со щупом 10:1 на канале 1 (CH1).

5. Переведите источник сигнала запуска на канал СН1. Используйте связь по переменному току.
6. Добейтесь устойчивого и четкого изображения на дисплее осциллографа за счет настройки временной развертки, масштаба по вертикали, смещения и порогового уровня.
7. В качестве эксперимента включите цифровой источник импульсов на 10 МГц. Выполните исследования на высокоскоростном (ТР1), среднескоростном (ТР3) и низкоскоростном (ТР5) выходах с помощью цифрового осциллографа с запоминающим устройством со щупом 10:1.
8. Затем включите генератор синусоидальных сигналов на 10 МГц. После этого выполните исследования на выходе генератора (ТР11) с помощью цифрового осциллографа с запоминающим устройством.
9. **ОСТОРОЖНО!** Всегда отключайте неиспользуемые подмодули!

Очень важно грамотно выбирать осциллограф и щуп по полосе частот для каждого исследования. Если спектр частот исследуемого сигнала окажется шире полосы частот осциллографа, то возникнет нагрузка на цепь и, как следствие, исказится форма сигнала на дисплее. Кроме того, для исследования высокочастотных сигналов применяют щуп с коротким проводником, соединяющим корпус щупа с общим проводом исследуемой цепи. Зависимость фактического полного сопротивления щупа от частоты зависит от площади контура «земли», например, от площади, образованной щупом, общим выводом и исследуемой цепью. Площадь контура «земли» можно

уменьшить за счет применения пружинного контакта с «землей» (смотрите рисунок 3). Это обеспечивает более точное представление фактического сигнала без дополнительных помех и ухудшений.



Рисунок 2. Датчик с общим проводом/выводом



Рисунок 3. Щуп с общим проводом/выводом и пружинный контакт с «землей»

ПОРЯДОК ИЗМЕРЕНИЙ

1. Подайте питание 5 В к модулю источника ЭМП ME1400.

2. Подайте питание к цифровому источнику импульсов на 10 МГц с помощью выключателя **S1**.
3. Присоедините оконечный резистор на 50 Ом с соединителем SMA к соединителю SMA высокоскоростного выхода (**J1**).



Рисунок 4. Оконечный резистор на 50 Ом с соединителем SMA

4. Настройте цифровой осциллограф с запоминающим устройством на полосу частот 200 МГц или шире.
5. Присоедините щуп 10:1 с полосой частот не уже 200 МГц к каналу 1 (CH1) осциллографа.
6. Выполните исследование на высокоскоростном выходе (**TP1**) с помощью общего вывода. Для этого присоедините зажим типа «крокодил» к корпусу соединителя SMA (смотрите рисунок 5).



Рисунок 5. Щуп без пружинного контакта с «землей»

7. Переведите источник сигнала запуска на канал CH1. Используйте связь по переменному току.
8. Добейтесь устойчивого и четкого изображения на дисплее за счет настройки временной развертки, масштаба по вертикали, смещения и порогового уровня.
9. Нажмите кнопку **Quick Meas (Быстрое измерение)** осциллографа и выберите режимы **Rise time (Время нарастания)** и **Fall time (Время спада)** для измерения времени нарастания и спада сигнала соответственно. Запишите форму сигнала и результат.
10. Повторите шаги 4–10, используя щуп с пружинным контактом с «землей» (смотрите рисунок 6).



Рисунок 6. Щуп с пружинным контактом с «землей»

11. Повторите описанные выше операции на измерительной точке среднескоростного выхода (TP3), а затем – на измерительной точке низкоскоростного выхода (TP5) цифрового источника импульсов на 10 МГц.
12. Запишите форму сигнала и сравните шесть форм сигнала.
13. Высокоскоростной выход цифрового источника импульсов на 10 МГц

Щуп без пружинного контакта с «землей»

Щуп с пружинным контактом с «землей»

14. Среднескоростной выход цифрового источника импульсов на 10 МГц

Щуп без пружинного контакта с «землей»

Щуп с пружинным контактом с «землей»

15. Низкоскоростной выход цифрового источника импульсов на 10 МГц

Щуп без пружинного контакта с «землей»

Щуп с пружинным контактом с «землей»

Отчет.

1. Найдите информацию о понятии «звон» в контексте формы цифрового сигнала. Наблюдается ли «звон» в полученной форме сигнала? Какие сочетания условий исследования и скорости дают формы сигнала с максимальным уровнем «звона»?
2. Обсудите влияние общего вывода на форму цифрового импульса. Какой метод исследования позволит получить формы сигнала, максимально приближенные к реальным (например, к формам сигнала, которые образуются в отсутствие щупа)?
3. Перечислите меры, которые позволят получить точную форму сигнала исследуемой

К теме 4. Характеристика РЭС вне основных помех излучения и приема радиосигналов

Лабораторная работа: «Измерение спектра и времени нарастания цифрового импульса»

- i) **Цель работы:** Изучить взаимосвязь времени нарастания/спада цифрового сигнала и его частотного спектра.

№ п/п	Отрабатываемый вопрос:	Расчетное время мин	Примечание:
1.	Вводная часть. Цели работы.	10	
2.	Изучение методических указаний, лабораторного стенда, требований безопасности при работе с лабораторным оборудованием.	20	
3.	Выполнение студентами лабораторной работы, согласно методических указаний.	140	
4.	Заключительная часть. Сдача отчетов на проверку.	10	

Методические указания по выполнению лабораторной работы:

1. При исследовании осциллографом активной печатной платы (в частности, описываемого комплекта аппаратного обеспечения) может возникать чрезмерное излучение, так как щуп и кабели играют роль антенн. Данный эксперимент следует выполнять только в лабораторной среде в отсутствие каких бы то ни было чувствительных приборов. Если используемый комплект аппаратного обеспечения создает помехи радио- или телевизионному приему (что можно определить путем отключения и включения аппаратного обеспечения), то для устранения помех можно попробовать одно или несколько из следующих действий:

- изменить ориентацию или местоположение приемника;
- увеличить расстояние между комплектом аппаратного обеспечения и приемником;
- подключить комплект аппаратного обеспечения и приемник к разным розеткам.

Если ни одно из перечисленных действий не работает, отключите комплект аппаратного обеспечения и обратитесь за помощью к дилеру и/или опытному технику по радио/ТВ-оборудованию. В этом эксперименте измерим время нарастания, время спада и частотный спектр периодических цифровых импульсов (смотрите рисунок 1). Такие периодические цифровые импульсы могут представлять собой тактовые сигналы в типовой цифровой или комбинированной цепи. Цель этого эксперимента – выявить взаимосвязь времени нарастания/спада цифрового импульса и его частотного спектра. Кроме того, в рамках эксперимента изучим основные методы работы с анализатором спектра.

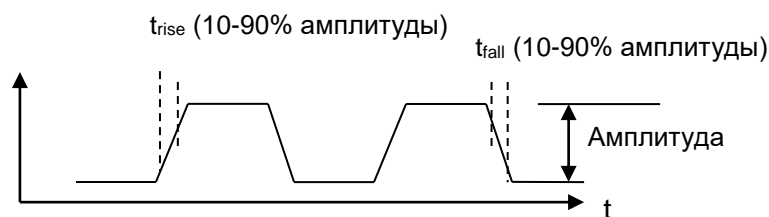


Рис. 7. Стандартное определение времени нарастания и времени спада цифрового импульса

2. Изучение цифровых выходных импульсов (10 МГц) во временной области

Оконечный резистор на 50 Ом с соединителем SMA

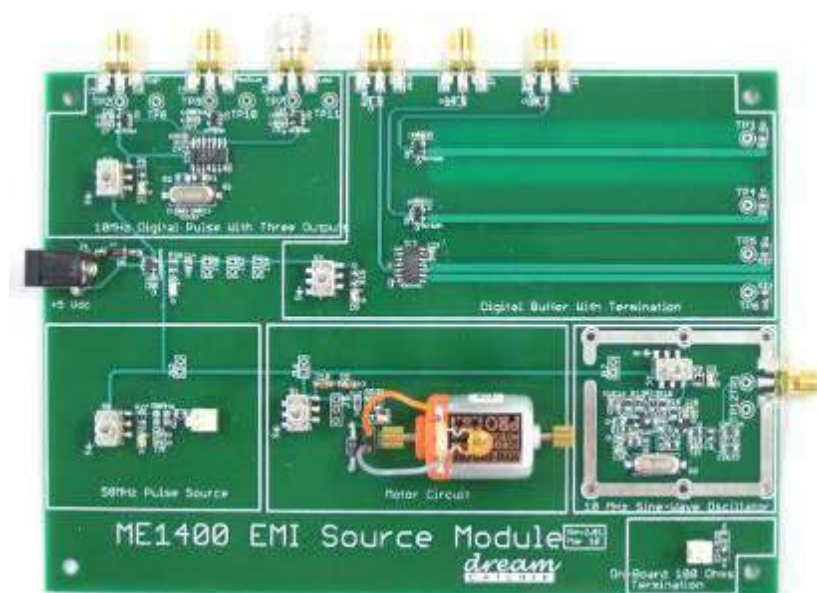


Рис. 2. Подключение оконечной нагрузки на 50 Ом к цифровому выходу на 10 МГц

1. Подключите к низкоскоростному выходу источника цифровых импульсов на 10 МГц резистор на 50 Ом, как показано на рисунке 2.
2. Включите питание источника цифровых импульсов на 10 МГц.
3. Включите цифровой осциллограф с запоминающим устройством. Используйте щуп осциллографа (с пружинным контактом заземления) для исследования низкоскоростного выхода в контрольной точке **TP5** и подключите пружинный контакт заземления к **TP6** (смотрите рисунок 3).



Рисунок 3. Метод исследования

4. Нажмите кнопку **Single (Одиночный)** на осциллографе, чтобы удержать сигнал. Представьте результаты в графическом виде в соответствующем месте на следующей странице.

5. Нажмите кнопку **Quick Meas (Быстрое измерение)** и выберите режимы **Rise Time (Время нарастания)** и **Fall Time (Время спада)** для измерения времени нарастания и спада сигнала соответственно. Запишите результаты в свободном месте, предусмотренном ниже.

6. Повторите шаги 1–5 на среднескоростном (TP3 относительно TP4) и высокоскоростном выходе (TP1 относительно TP2) источника цифровых импульсов на 10 МГц.

Примечание. Результаты можно сохранить на флеш-накопителе USB. Нажмите кнопку **Save/Recall (Сохранить/вызвать)** на осциллографе и сохраните результаты в соответствии с инструкциями на экране.

Низкоскоростной выход цифрового источника импульсов на 10 МГц

Щуп с пружинным контактом с «землей»

Время нарастания = _____ нс

Время спада = _____ нс

Среднескоростной выход цифрового источника импульсов на 10 МГц

Щуп с пружинным контактом с «землей»

Время нарастания = _____ нс

Время спада = _____ нс

Высокоскоростной выход цифрового источника импульсов на 10 МГц

Щуп с пружинным контактом с «землей»

Время нарастания = _____ нс

Время спада = _____ нс

1. Изучение цифровых выходных импульсов (10 МГц) в частотной области

Щуп с пружинным контактом с «землей»

Время нарастания = _____ нс

Время спада = _____ нс



2. Изучение цифровых выходных импульсов (10 МГц) в частотной области

Рис. 4. Измерение спектра цифрового импульса на 10 МГц с помощью анализатора

спектра

1. Включите анализатор спектра и настройте его на диапазон частот от 10 МГц до 400 МГц.
Начальная частота : 10 МГц и **Конечная частота** : 400 МГц

Пример. Настройки анализатора спектра N9320B: “[]”: аппаратная клавиша;
“{ }”: экранная клавиша
Задание начальной частоты 10 МГц: [Frequency] > {Start} > [10] > {MHz}
([Частота] > {Начальная} > [10] > {МГц})
Задание конечной частоты 400 МГц: [Frequency] > {Stop} > [400] > {MHz}
([Частота] > {Конечная} > [400] > {МГц})

2. Присоедините низкоскоростной выход (J3) источника цифровых импульсов на 10 МГц к аттенюатору на 7 дБ.
3. Затем присоедините второй конец аттенюатора на 7 дБ к клемме **RF In** анализатора спектра радиочастотным коаксиальным кабелем длиной 1 м, как показано на рисунке
4. Включите питание источника цифровых импульсов на 10 МГц.
5. Захватите сигнал для сравнения. Для этого используют осциллограмму 1.

Осциллограмма: Осциллограмма 1

Состояние: Просмотр

Пример. Настройки анализатора спектра N9320B: “[]”: аппаратная клавиша;
“{ }”: экранная клавиша
Получение осциллограммы: [Trace] > {Trace 1} > {State} > {View}
([Осциллограмма] > {Осциллограмма 1} > {Состояние} > {Просмотр})

6. Повторите шаги 1–5 со среднескоростным выходом и высокоскоростным выходом источника цифровых импульсов 10 МГц.
7. Для среднескоростного выхода (J2) используют осциллограмму **Trace 2**, а для высокоскоростного выхода (J1) – осциллограмму **Trace 3**.
8. Изучите и сравните результаты.

Примечание. Результаты можно сохранить на флеш-накопителе USB. Нажмите кнопку **Save/Recall (Сохранить/вызвать)** на осциллографе и сохраните результаты в соответствии с инструкциями на экране.

ВАЖНО! Чрезмерная входная мощность может привести к повреждению анализатора спектра. Предельная мощность зависит от модели. Смотрите технические характеристики анализатора спектра.

***Примечание.** V – усредненная по времени мощность, $P = \frac{|V|^2}{2R}$, где $R = 50$ Ом.

3. Отчет

1. Составить отчет и сделать вывод о зависимости спектра частоты и времени нарастания/спада цифрового импульса.
2. Пользуясь учебниками по обработке сигналов, напишите точное разложение цифрового импульса в ряд Фурье. Сравните его со своими результатами из раздела 3.

К теме 6. Антенные устройства и среда распространения

Лабораторная работа №1.

«Исследование характеристик направленности симметричных вибраторов».

Цель исследований:

-исследование диаграмм направленности симметричного четвертьволнового вибратора, симметричного четвертьволнового вибратора с плоским металлическим экраном (контррефлектором), симметричного вибратора с длиной плеча вибратора, равного трем четвертям длины волны;

-исследование способов согласования антенн с питающей коаксиальной линией;

-исследование диапазонных свойств симметричных вибраторов;

-исследование поляризационных свойств симметричных вибраторов.

Основные теоретические положения.

Симметричные вибраторы относятся к простейшим антеннам. Они широко используются не только самостоятельно в составе различных линий связи, но и как элементы более сложных антенных систем. Частотный диапазон их использования простирается от инфранизкого до сверхвысокочастотного.

На данном лабораторном стенде исследуются их общие свойства:

-формирование диаграммы направленности и ее связь с геометрическими размерами антенны и длиной волны излучения;

-поляризация излучения и ее зависимость от ориентации антенны;

-частотные (диапазонные) свойства антенны – способность сохранять свои характеристики в диапазоне частот.

Эскиз симметричного вибратора приведен на рис. 1.

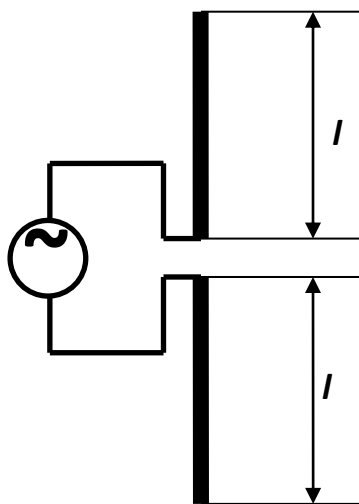


Рис. 1

Здесь отмечена длина его плеча l и место включения генератора (при работе на передачу).

Для понимания процессов, происходящих при излучении или приеме антенной электромагнитной волны, необходимо проанализировать простейшую физическую модель, поясняющую процессы, происходящие в антенне. Прежде всего, следует помнить, что свойства любой антенны (но не ее конструкция) сохраняются как при ее работе в качестве приемной, так и передающей. Этот факт позволяет анализировать работу симметричного вибратора, рассматривая поле его излучения. С методической точки

зрения это оказывается проще. При анализе антенны для описания поля ее излучения используется сферическая система координат. Положение точки в ней определяется тремя числами (рис.2):

-радиус-вектором r ;

-углами θ и ϕ .

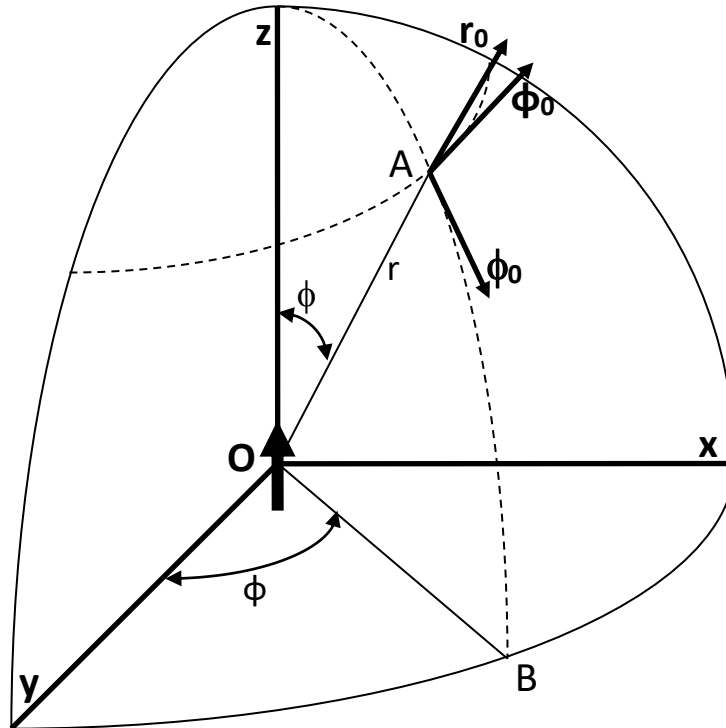


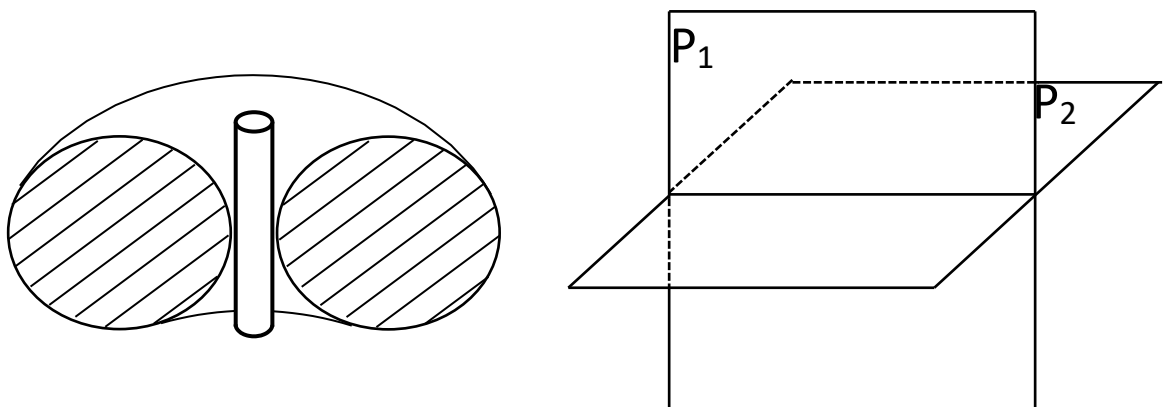
Рис.2

Рис.2 иллюстрирует определение координаты произвольной точки A. Для удобства показана привязка сферической системы координат к декартовой. Обе системы имеют общий центр – точка O. Радиус-вектор r соединяет точки A и O, а θ определяется углом между осью z и r . На рис.2 показана проекция радиус вектора r на плоскость XOY – прямая OB. Величина ϕ определяется углом между осью y и этой проекцией. Вектора напряженности электрического E и магнитного поля H в сферической системе координат задаются тремя проекциями на единичные орты r_0 , θ_0 и ϕ_0 . Направление единичных ортов показано на рис.2. Вектор E , например, записывается следующим образом:

$$E = r_0 E_r + \theta_0 E_\theta + \phi_0 E_\phi \quad (1).$$

При анализе симметричного вибратора принято ориентировать его вдоль оси z (рис.2). Тогда поле излучения на расстоянии $r \gg l$ всего лишь двумя проекциями: $E = \theta_0 E_\theta$; $E = \phi_0 H_\phi$ (2).

Область пространства, для которой выполнены условия $r \gg l$, получила название волновой зоны. Диаграмма направленности антенны характеризует зависимость составляющих поля (E_θ или H_ϕ) от углов θ и ϕ при фиксированной координате r . В общем случае она представляет собой сложную пространственную фигуру. В частности, для симметричного вибратора с длиной плеча $l = \lambda/2$ она имеет форму, качественно показанную на рис.3.



На практике принято характеризовать направленные свойства антенн не полной пространственной диаграммой, а лишь ее сечениями. Обычно вводятся две плоскости, взаимно перпендикулярные друг другу (рис.3) – плоскость P_1 , в которой лежит вибратор и вектор напряженности электрического поля \mathbf{E} и плоскость P_2 , перпендикулярная его оси, в которой лежит вектор \mathbf{H} . Первая получила название плоскости E, а вторая – плоскости H. На практике под диаграммой направленности часто понимают зависимость составляющих поля от пространственных координат в одной из этих плоскостей. Для случая симметричного вибратора такие одномерные диаграммы направленности определяют зависимость составляющих поля от координаты ϕ (плоскость E) и от координаты φ (плоскость H).

Диаграмма направленности в плоскости E теоретически может быть рассчитана по формуле:

$$f_E(\phi) = |\cos((2\pi l/\lambda)\cos(\phi)) - \cos(2\pi l/\lambda)| / \sin(\phi) \quad (3).$$

В плоскости H (плоскость перпендикулярная оси вибратора): $f_H(\varphi) = 1$ (4).

Расчеты по формуле (3) требуют последующей нормировки на максимальное значение. На рис. 4 в качестве примера приведены диаграммы направленности симметричных вибраторов с длинами плеч $l \leq \lambda/4$ и $l \leq 3\lambda/4$.

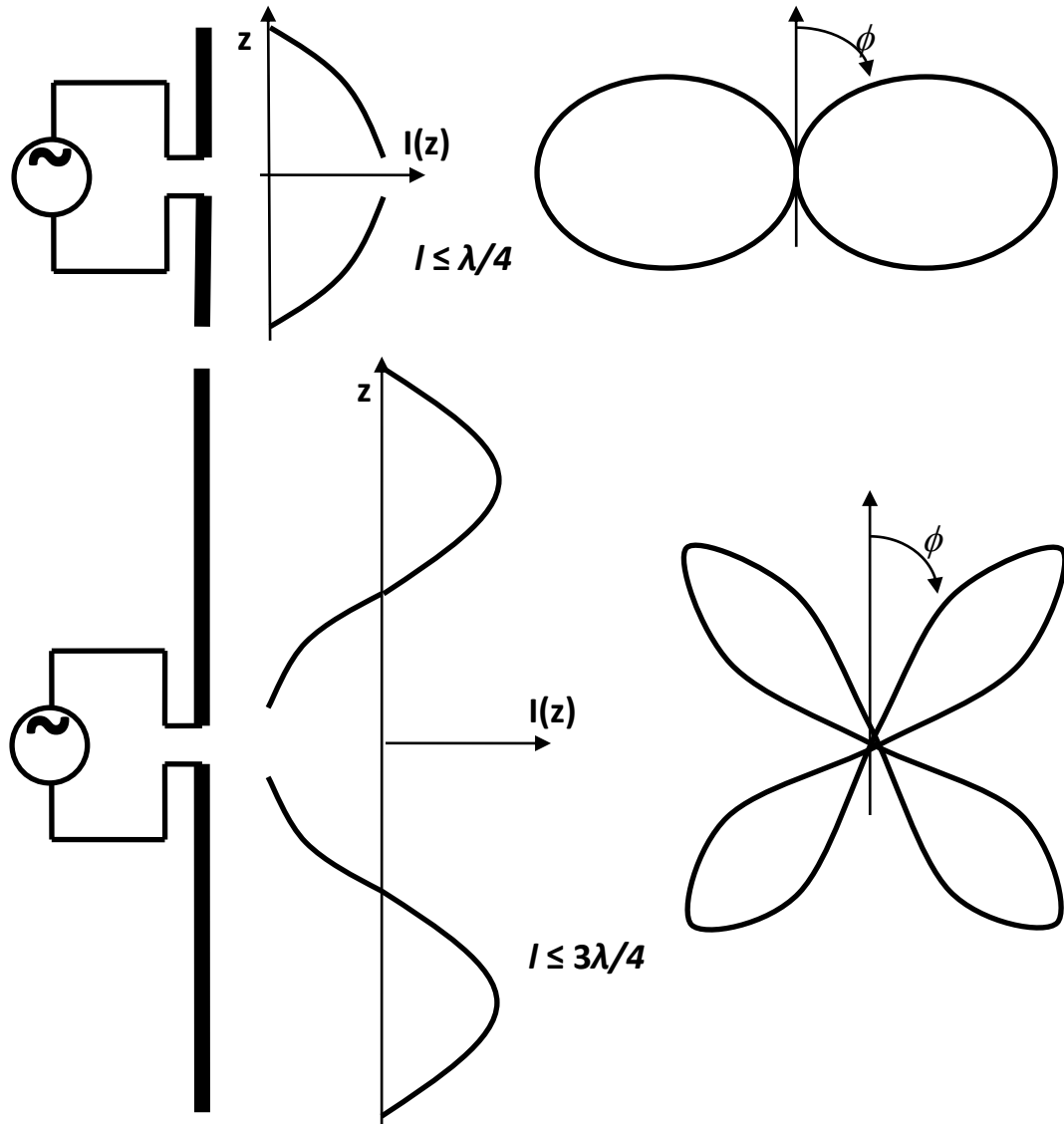


Рис. 4

Формирование поля вибратора в дальней зоне можно пояснить с позиций принципа суперпозиции. Вибратор представляется в виде набора отдельных малых отрезков проводника с током проводимости неизменным вдоль него. Каждый такой элемент является диполем Герца. Поле в дальней зоне представляется как суперпозиция полей этих элементарных вибраторов. В случае $l \leq \lambda/4$ токи во всех элементах направлены одинаково. Их поля в дальней зоне складываются арифметически, что приводит к диаграмме направленности, соответствующей рис. 4. В случае $l \leq 3\lambda/4$ в распределении тока проводимости вдоль плеч вибраторов появляются участки, где его значение меняет знак. Им соответствуют элементарные вибраторы со встречным по отношению к остальным направлением токов. Суперпозиция полей от всех вибраторов в дальней зоне уже не соответствует арифметическому сложению. При их суммировании необходимо учитывать фазовые соотношения, что и приводит к проявлению многолучевости в диаграмме направленности (рис.4). При подготовке к выполнению лабораторной работы следует также обратить внимание на то, что на основании принципа взаимности характеристики антенны, работающей на прием и передачу, одинаковы. Как следствие - экспериментально исследовать характеристики направленности можно как для приемного, так и для передающего вибратора. При проведении экспериментальных исследований необходимо учитывать, что входное комплексное сопротивление симметричного вибратора

$$Z_{BX} = R_{BX} + iX_{BX} \quad (5)$$

зависит от соотношения l/λ , а, следовательно, при неизменной длине вибратора - от частоты. Качественный вид зависимостей R_{vx} (l/λ) и X_{vx} (l/λ) приведен на рис.5. В зависимости от диаметра проводника d , из которого выполнен вибратор, меняется форма зависимости R_{vx} (l/λ) и X_{vx} (l/λ). Легко понять, что "толстые" вибраторы более широкополосны, поскольку R_{vx} и X_{vx} менее резко меняются при изменении l/λ . Из рис. 5 видно, что при $l/\lambda \cong 0,25; 0,75$ $X_{vx}=0$. При этом согласование вибратора с линией осуществляется наиболее просто. Именно такие вибраторы и исследуются в данной лабораторной работе. Длины их плеч выбраны так, что в окрестности частоты $f=0,7$ ГГц реактивное сопротивление $X_{vx}=0$.

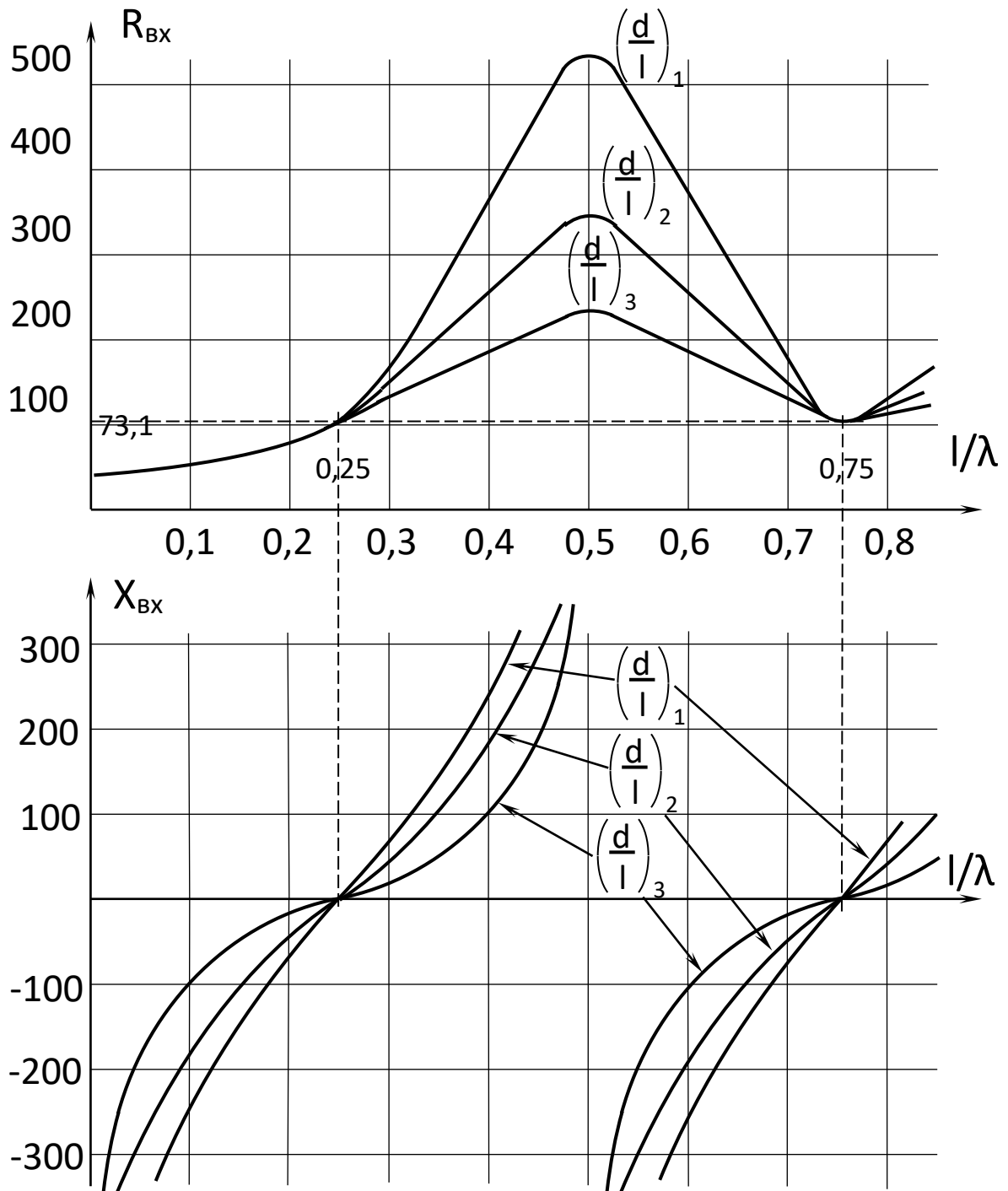


Рис. 5.
Описание лабораторной установки.

Функциональная схема лабораторной установки показана на рис. 8. Она включает в себя две антенны – передающую и приемную, которые образуют радиолинию. Антенны обеспечивают работу в диапазоне 500 -1000 мГц.

Передающая антенна представляет собой симметричный четвертьволновый вибратор (1) с плоским контррефлектором (2) и устройством симметрирования и согласования (3).

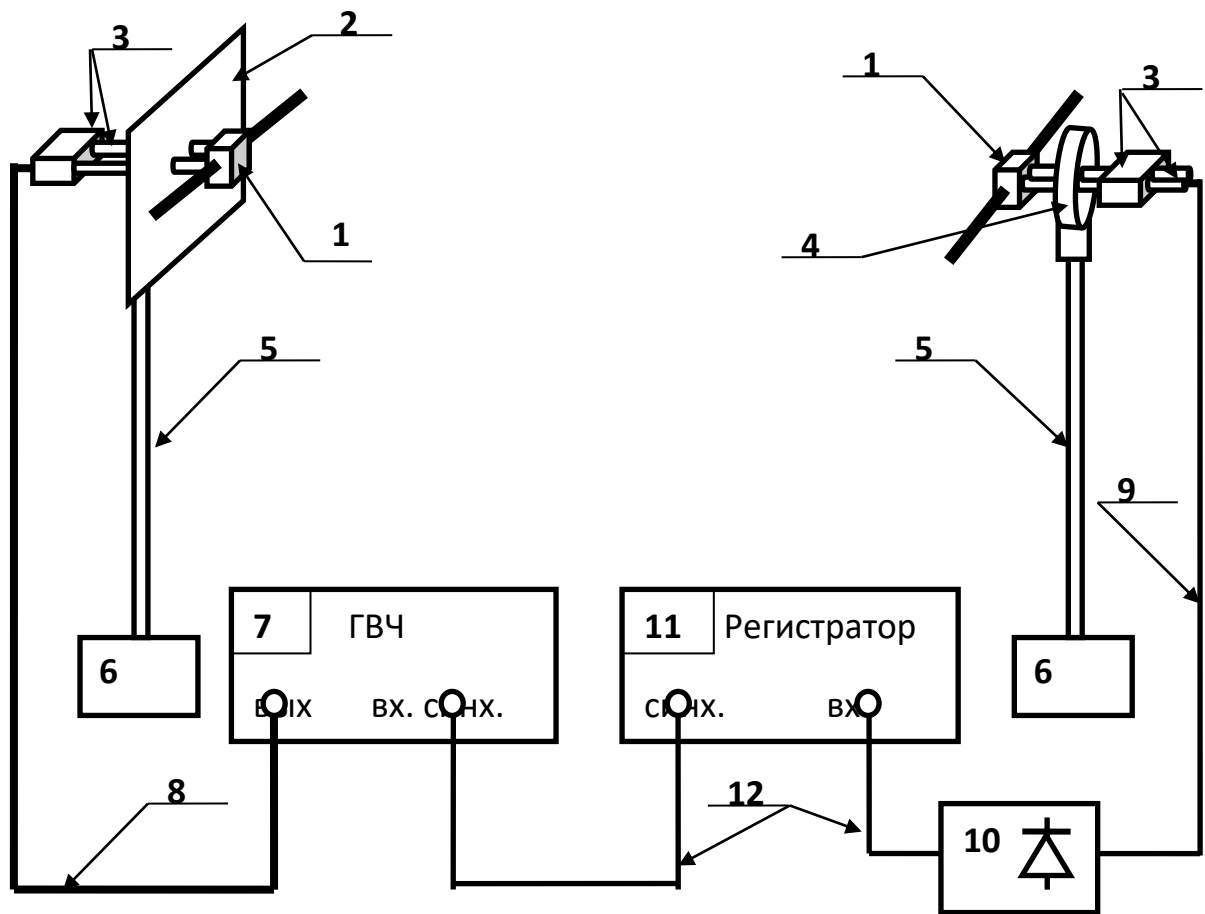


Рис.8

Приемная антенна отличается от передающей отсутствием контррефлектора. Обе антенны крепятся к диэлектрическим штангам (5). На рис. 8 показан узел (4) крепления приемной антенны. Передающая антенна закреплена на штанге с помощью устройства, позволяющего менять ее наклон в вертикальной плоскости. На рис. 8 оно не показано. Более подробно конструкция перечисленных элементов макета будет рассмотрена ниже. Нижний конец штанг (5) фиксируется в поворотных устройствах (6). Питание передающей антенны осуществляется от генератора высокой частоты (7) типа Г4-144, Г4-76. Антенна соединяется с выходом генератора ВЧ кабелем (8). Приемная антенна с помощью ВЧ кабеля (9) соединяется с детекторной секцией (10). Продетектированный секцией сигнал поступает на вход регистратора (11). Выход синхронизирующего сигнала регистратора соединяется со входом синхронизации генератора (7).

Порядок выполнения лабораторных работ по исследованию антенн.

Порядок предварительной юстировки исследуемых антенн.

После установки антенн на штативы следует произвести их юстировку. Результатом ее является ориентация максимумов диаграмм направленности приемной и передающей антенн друг на друга, установка отсчета "0,0°" на шкалах поворотного устройства и совмещение фазового центра исследуемой антенны с вертикальной осью вращения.

1. Ослабить фиксирующие винты (16) опоры (12) (рис. 11) и перемещая приемную и передающую антенны на штанге (5) по горизонтальным направляющим (14), совместить ее фазовый центр с вертикальной осью вращения. После этого завернуть фиксирующие винты.

2. Ослабить фиксирующие винты (17) крепления узла опоры (12) со штангой и антенной. Ослабить фиксирующие винты (6) колец (5). После этого: -удерживая узел опоры, повернуть фланец (3) в положение, соответствующее отсчету угла 0^0 ; -установить микрометрические винты (8) в положение, соответствующее $0,0^0$; -затянуть фиксирующие винты (6) колец (5); -установить вручную, вращая фланцы (3), связанные с приемной и передающей антеннами, в положение, соответствующее их ориентации главными максимумами друг на друга (приближенно).

3. Проверить наличие соединений между элементами схемы макета в соответствии с рис. 8: -кабельный разъем передающей логопериодической антенны с выходом генератора; -кабельный разъем приемной антенны «Волновой канал» с детекторной секцией; -выход детекторной секции со входом блока «Регистратор»; -выход синхросигнала блока «Регистратор» со входом синхронизации генератора.

4. Установить кнопочный переключатель пределов чувствительности блока «Регистратор» в положение 200 мВ включить тумблер «СЕТЬ» на его лицевой панели. 5. Включить генератор. Для этого выполнить следующие операции: -установить по шкале генератора частоту, заданную преподавателем; -установить грубый (Δ) и точный ($\Delta\Delta$) регуляторы уровня выходной мощности в крайнее положение против часовой стрелки (регуляторы расположены в правом верхнем углу лицевой панели); -отжать кнопку «ВЫХОД» в нижнем правом углу лицевой панели генератора; -включить тумблер «СЕТЬ»; -нажать кнопку «ВЫХОД» в нижнем правом углу лицевой панели генератора. 6. Увеличивая выходную мощность генератора, вращая ручки регулировки выходной мощности по часовой стрелке, и при необходимости изменяя чувствительность усилителя, добиться появления заметных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор». 7. Ослабить фиксирующий винт короткозамыкателя (12) детекторной секции (рис. 14) и перемещая его в продольном направлении добиться максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор». 8. Вращая в небольших пределах фланец (3), связанный с передающей антенной, добиться максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор». 9. Вращая в небольших пределах фланец (3), связанный с приемной антенной, добиться максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор». 10. Добиться методом последовательных приближений максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор», повторяя при необходимости действия, предусмотренные пунктами 7 и 8. После этого затянуть фиксирующие винты (17) крепления узла опоры (12) со штангами и антеннами. 11. Ослабить фиксирующие винты (6) колец (5) передающей антенны. После этого ее поворот осуществляется совместно с фланцем (3). 12. Повернуть передающую антенну вручную в положение, соответствующее первому минимуму диаграммы направленности. Значение принимаемой мощности должно при этом надежно измеряться при максимальной чувствительности усилителя. При необходимости изменить уровень выходной мощности генератора. Этим устанавливается мощность, излучаемая передающей антенной. В последующих измерениях параметров данной антенны изменять ее нельзя. При регулировке следует стремиться к установлению минимального уровня излучаемой мощности, при котором обеспечивается удобство измерений.

Исследование диаграмм направленности, поляризационных и диапазонных свойств антенн типа «Симметричный вибратор». 1. По средней частоте диапазона, заданной преподавателем, вычислить геометрические размеры четвертьволнового вибратора L : $L = \lambda/4$; $\lambda = c/F$; $c = 3 \cdot 10^8$ м/сек.

2. По определенным в результате расчета геометрическим размерам установить длины вибраторов приемной и передающей антенны. В качестве передающей антенны всегда используется симметричный четвертьволновый вибратор с металлическим экраном - контррефлектором. Изменение длин вибраторов осуществляется путем вворачивания или выворачивания трубок на оси (6) (рис.9).

3. Измерить диаграммы направленности исследуемой антенны в плоскости Е и Н. Для измерения диаграммы направленности в плоскости Е выполнить следующие операции.

3.1. Сориентировать передающую и приемную антенну так, чтобы их плоскость Е совпала бы с вертикальной. Для этого повернуть приемную и передающую антенны вокруг своей продольной оси в обойме (1) (рис.9). Произвести предварительную юстировку антенн.

3.2. Поворачивая приемную антенну вокруг вертикальной оси с помощью поворотного устройства, снять зависимость показаний измерительного прибора усилителя q от угла поворота α . Угол менять от 0 до 180 градусов, вращая антенну по и против часовой стрелки. Вращению по часовой стрелке соответствует положительное, а против часовой стрелки - отрицательное значение угла поворота. Данные измерений занести в таблицу 1. При выбранной ориентации антенны ее вращение вокруг вертикальной оси не должно приводить к изменению показаний прибора. Поэтому шаг изменения угла может быть выбран порядка 10 градусов.

Таблица 1. Диаграмма направленности симметричного четвертьволнового вибратора. $F=$, $L=$

α (град.)	0	α_1		0	$-\alpha_1$	
------------------	---	------------	--	---	-------------	--

q (от. ед.)						
q _n (от.ед.)						

3.3. В результате конструктивных особенностей реальной антенны, влияния отражений от окружающих предметов и многих других факторов, диаграмма направленности симметричного вибратора отлична от круговой. Поэтому показания прибора q не остаются неизменными при вращении антенны. Из всех значений q следует выбрать максимальное q_{max} и произвести нормировку диаграммы направленности. Для этого определить нормированное значение мощности на выходе приемной антенны q_n по формуле: $q_n = q / q_{max}$. Для антенны с плоским контррефлектором диаграмма направленности имеет один выраженный максимум q_{max} , совпадающий с углом поворота $\alpha = 0$.

4. Измерить диаграмму направленности вибраторной антенны в плоскости Н. Для этого выполнить следующие операции.

4.1. Сориентировать передающую и приемную антенну так, чтобы их плоскость Н совпала бы с вертикальной. Для этого повернуть приемную и передающую антенны вокруг своей продольной оси в обойме (1) (рис.9). Произвести предварительную юстировку антенн.

4.2. Отметить показания измерительного прибора усилителя q_{max} , соответствующие нулевому значению угла поворота антенны. В результате проведенной предварительной юстировки оно соответствует главному максимуму диаграммы направленности исследуемой антенны. Показания прибора прямо пропорциональны мощности, которая поступает с выхода приемной антенны.

4.2. Поворачивать приемную антенну с помощью поворотного устройства по часовой стрелке до тех пор, пока показания измерительного прибора не уменьшатся в два раза.

4.3. Отметить значение угла поворота антенны. Этот угол определяет ширину диаграммы направленности исследуемой антенны $\alpha_{0.5}$.

4.4. Повернуть антенну в положение, соответствующее нулевому отсчету угла (максимальные показания измерительного прибора усилителя).

4.5. Измерить ненормированную диаграмму направленности исследуемой антенны. Для этого снять зависимость показаний измерительного прибора q от угла поворота антенны α . Угол изменять с постоянным шагом, выбрав его так, чтобы в пределах ширины диаграммы направленности уложилось не менее 5 отсчетных точек. Измерения проводить меняя угол от 0 до 180 градусов и вращая антенну по часовой стрелке. Результаты измерений занести в таблицу 2.

4.6. Отметить показания прибора q_{min} , соответствующие повороту антенны на 180 градусов. Вычислить коэффициент защитного действия КЗД по формуле: $КЗД = q_{max} / q_{min}$.

4.7. Повторить измерения ненормированной диаграммы направленности антенны в соответствии с пунктом 4.5., вращая ее против часовой стрелки. Такому повороту соответствует отрицательное значение угла поворота.

Таблица 2.

α (град.)	0	α_1		0	$-\alpha_1$	
q (от. ед.)	q_{max}					
q _n (от.ед.)						

4.8. Произвести нормировку диаграммы направленности. Для этого определить нормированное значение мощности на выходе приемной антенны q_n по формуле: $q_n = q / q_{max}$.

5. Произвести измерение диаграммы направленности симметричного вибратора с плоским контррефлектором. Она используется в качестве передающей в данном лабораторном макете. Повторить операции, предусмотренные пунктами 3 – 4, вращая с помощью поворотного устройства не приемную, а передающую антенну.

6. Произвести измерение диаграммы направленности симметричного вибратора с длиной плеча $\frac{3}{4}$ длины волны. Для этого по средней частоте диапазона, заданной преподавателем, вычислить геометрические размеры вибратора L: $L = 3\lambda/4$; $\lambda = c/F$; $c = 3 \cdot 10^8$ м/сек. Повторить операции, предусмотренные пунктами 2 – 4.

7. Произвести исследования поляризационных свойств симметричного четвертьволнового вибратора. Для этого выполнить следующие операции.

7.1. Сориентировать передающую и приемную антенну так, чтобы их плоскость Н совпала бы с горизонтальной. Произвести предварительную юстировку антенн. При этом приемная и передающая антенны

ориентированы максимумами диаграммы направленности друг на друга, а отсчет по шкале поворотного устройства соответствует 0 градусов. Отметить показания измерительного прибора усилителя q_0 и занести их в таблицу 2.

7.2. Повернуть приемную антенну вокруг горизонтальной оси на угол 90 градусов, удерживая ее от продольного перемещения. При этом с горизонтальной плоскостью уже совпадает плоскость E приемной антенны.

7.3. Отметить показания измерительного прибора усилителя q_{90} и занести его в таблицу 2.

7.4. Вычислить коэффициент поляризации p по формуле: $p = q_0 / q_{90}$.

7.5. Изменяя угол поворота приемной антенны α с шагом, заданным преподавателем, измерить зависимость коэффициента поляризации от α . Угол менять в пределах от 0 до 180 градусов, вращая антенну по и против часовой стрелки. Измерения коэффициента поляризации проводить согласно методике, описанной выше. Данные измерений занести в таблицу 2.

Таблица 2 Поляризационные свойства симметричного вибратора. L=

α (град.)	0	180
q_0 (от.ед.)			
q_{90} (от.ед.)			
p			

8. Произвести измерения диапазонных свойств исследуемой антенны. Для этого выполнить следующие операции.

8.1. Изменяя в небольших пределах частоту генератора, добиться максимальных показаний измерительного прибора усилителя. Поскольку определение геометрических размеров антенны производилось по приближенным формулам, а также вследствие неточности сборки антенны, она оказывается не настроенной точно в резонанс. В этом пункте производится ее точная настройка и определение резонансной частоты $F_{рез}$, которой соответствует максимальные показания прибора Q_{max} . Как и ранее, показания прибора прямо пропорциональны принимаемой мощности. При изменении частоты генератора может в небольших пределах изменяться мощность на его выходе. Она индексируется с помощью стрелочного индикатора на лицевой панели генератора. Перед началом исследований диапазонных свойств антенны отметить показания этого индикатора и при изменениях частоты производить подстройку выходной мощности генератора с помощью грубого (Δ) и точного ($\Delta\Delta$) регуляторов уровня выходной мощности.

8.2. Снять зависимость принимаемой мощности (показания измерительного прибора q) от частоты генератора F . Данные измерений занести в таблицу 3. Частоту генератора изменять до тех пор, пока показания прибора не уменьшатся а 2,5 раза. Изменение частоты производить сначала в сторону уменьшения, а затем - в сторону увеличения относительно $F_{рез}$. Для качественного исследования диапазонных свойств антенны, необходимо получить не менее 10 отсчетных точек.

Таблица 3. Диапазонные свойства симметричного вибратора. L=

F (МГц)	$F_{рез}$	
q (от. ед.)	Q_{max}	
q_n (от.ед.)	1	

Определять нормированное значение мощности на выходе приемной антенны q_n следует по формуле: $q_n = q / Q_{max}$.

8.3. Построить зависимость нормированной мощности q_n от частоты F . По этой зависимости определить полосу пропускания антенны по уровню половинной мощности. Для определения полосы пропускания ΔF на построенной зависимости отметить два значения частоты F_1 и F_2 , соответственно большее и меньшее $F_{рез}$. Величина ΔF определится по формуле: $\Delta F = F_1 - F_2$.

К теме 6. Антенные устройства и среда распространения

Лабораторная работа

"Исследование диаграммы направленности спиральной антенны".

Цель работы.

1. Экспериментальное исследование диаграмм направленности спиральных антенн.
2. Определение частотных границ осевого и конического излучения.

Методические указания по самоподготовке.

Спиральная антенна относится к классу широкодиапазонных. С ее помощью может быть обеспечено более чем двукратное перекрытие частотного диапазона.

Спиральная антенна обеспечивает ширину диаграммы направленности порядка $(40 - 70)^\circ$. При этом ее входное сопротивление в широком диапазоне частот остается практически неизменным и обладающим малой реактивной составляющей (порядка 10 Ом).

Основные элементы спиральной антенны показаны на рис.1. Она состоит из металлической спирали, навитой на опорный цилиндр, металлического экрана и коаксиального кабеля. Центральный проводник коаксиала является продолжением спирали. Оплетка кабеля соединена с экраном.

Опорный цилиндр не является обязательным элементом антенны. При достаточной механической жесткости спирали он не используется. Для его изготовления используются диэлектрические материалы, которые обладают малыми потерями в частотном диапазоне антенны.

С электродинамической точки зрения диэлектрический цилиндр может приводить к заметному изменению параметров антенны потому, что

наличие диэлектрика меняет структуру электромагнитного поля в окрестности спирали.

Спиральная антенна характеризуется следующими геометрическими параметрами (рис.1): -диаметр спирали D ; -шаг спирали S ; -число витков спирали N ; -диаметр экрана $D_э$.

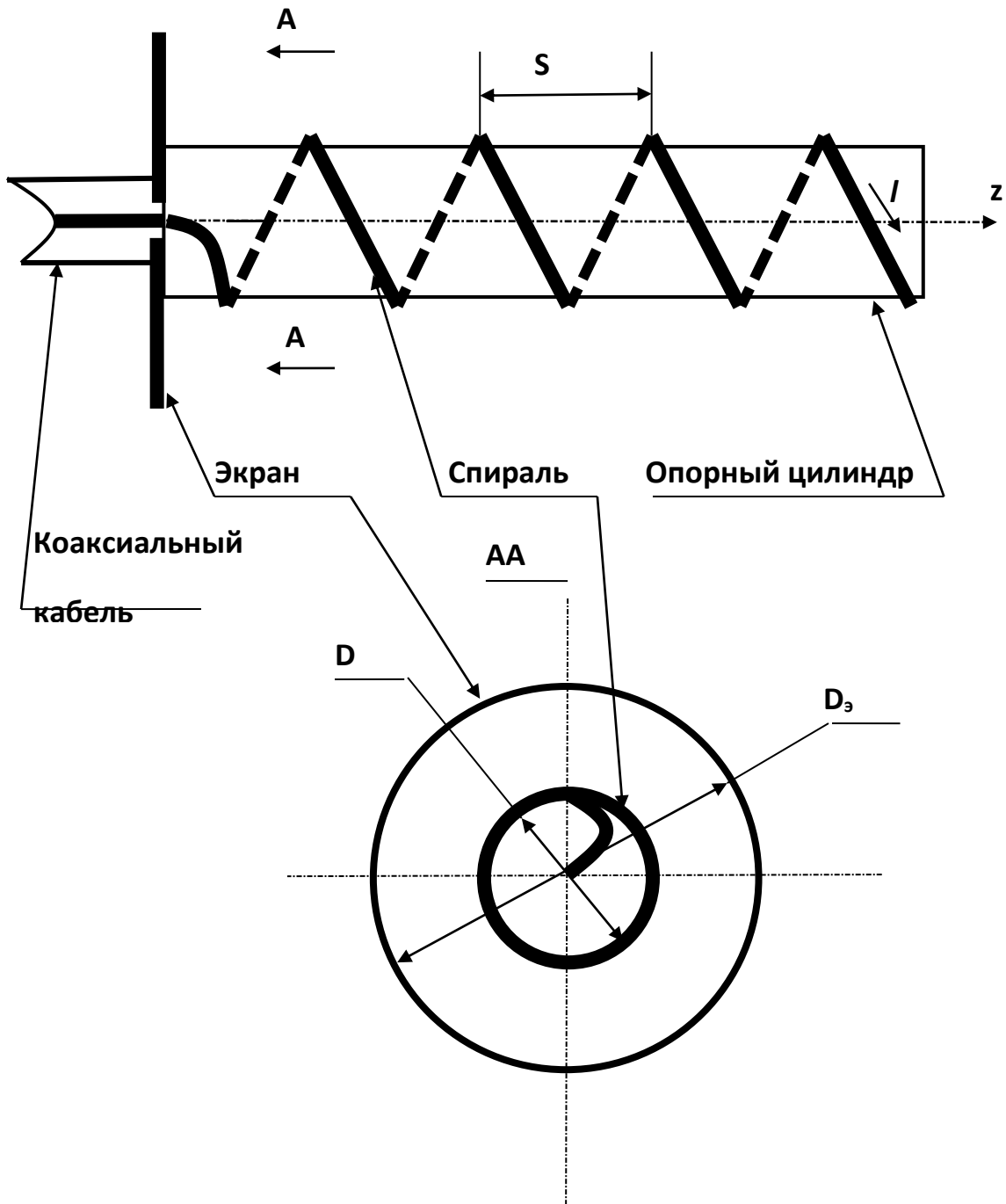


Рис.1.

Общая длина спирали h определяется простым соотношением:

$$h = NS \quad (1).$$

При анализе спиральной антенны используются дополнительные ее геометрические характеристики. К ним относятся:

- длина витка спирали $L = \pi D$;
- угол подъема витка спирали α .

Геометрические характеристики поясняются рис.2, на котором показана развертка одного витка спирали на плоскость.

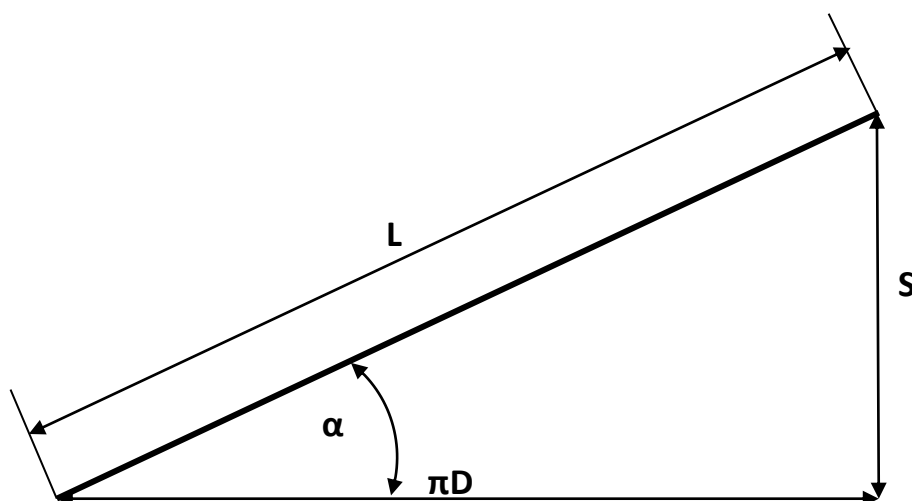


Рис. 2

При анализе спиральной антенны можно считать, что каждый ее виток представляет собой отдельный элементарный излучатель. Суперпозиция излученных ими их полей и определяет свойства антенны в целом. С этой точки зрения она представляет собой разновидность антенны бегущей волны. Для определения поля излучения спиральной антенны необходим строгий электродинамический анализ. В этом случае спираль рассматривается как замедляющая система. Вдоль нее распространяется волна тока, которая возникает под действием приложенного между экраном и проводом спирали напряжения. Скорость этой волны вдоль провода спирали (v_0) определяется диэлектрической (ϵ) и магнитной (μ) проницаемостями среды, в которую помещена спираль. Поэтому наличие опорного диэлектрического цилиндра (рис.1) уменьшает значение скорости v , по сравнению с воздушным заполнением. Вектор плотности этого тока можно определить следующим образом: $\mathbf{J} = \mathbf{J}_0 e^{-ikl}$ (2). Здесь: k – волновое число, l – координата вдоль спирали. Скорость v_0 определяется известным соотношением: $v_0 = \omega/k$ (3), ω – частота волны тока, определяемая источником возбуждения. Бегущая по виткам спирали волна тока является источником электромагнитного поля. Определять это поле необходимо, учитывая периодическую пространственную структуру антенны (пространственный период равен шагу спирали S на рис.1). Электродинамический анализ процессов, происходящих в спирали, предполагает введение цилиндрической системы координат (рис.3). Спираль заменяется цилиндром, в который она вписывается. Боковая поверхность

цилиндра предполагается анизотропно проводящей – проводимость в месте прохождения витка равна бесконечности и нулю между ними. На поверхности цилиндра протекает ток, вектор плотности \mathbf{J} которого в цилиндрической системе задается двумя проекциями на единичные орты цилиндрической системы: J_φ , J_z и определяется следующим образом:
$$\mathbf{J}_p = J_{0p} e^{-i\beta z} F(\varphi, z) \quad (4).$$

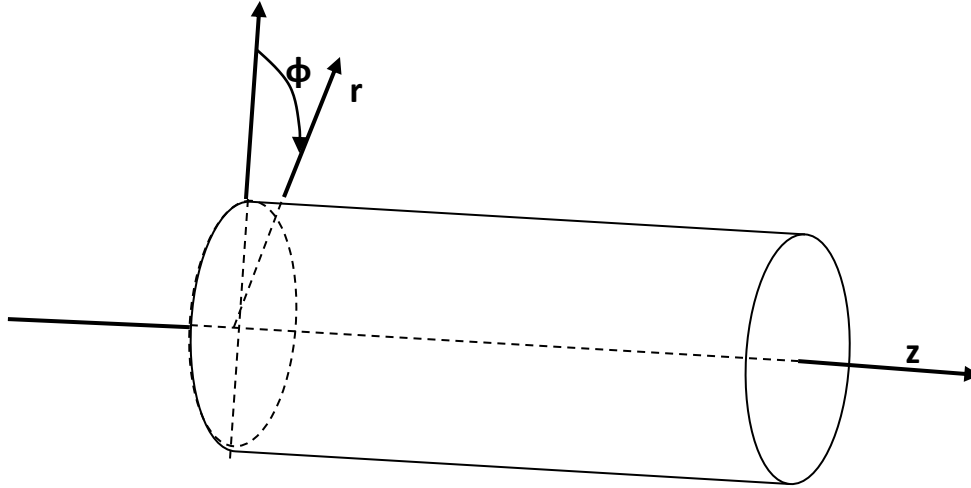


Рис. 3

Здесь: - J_p – одна из двух проекций (p соответствует либо φ , либо z); - J_{0p} – амплитудное значение проекции;

- β - волновое число, определяющее волновой процесс вдоль оси z выбранной цилиндрической системы координат; - $F(\varphi, z)$ – функция, учитывающая зависимость составляющих \mathbf{J} от пространственных координат φ, z цилиндрической системы. Координата r на поверхности цилиндра неизменна (рис.3).

Фактически проведенная замена необходима только для более удобного описания источника поля в выбранной системе координат. Следует учитывать, что скорость волны v , определяемая волновым числом β : $v = \omega / \beta$ (5)

вдоль координаты z , меньше, чем v_0 . Это обусловлено различием геометрических путей, определяемых вдоль спирали (координата l) и оси z (рис.1). Для дальнейшего анализа необходимо учесть пространственную периодичность спирали. Аналитически эту периодичность можно определить следующим образом. Точка на спирали «переходит сама в себя» при одновременном смещении вдоль оси z и соответствующем повороте на угол φ . При этом между φ и z должно выполняться простое соотношение: $\varphi + (2\pi z)/S = \text{const}$ (6). Легко проверить, что при выполнении этого соотношения исходная точка с координатами $\varphi_0 = 0, z_0 = 0$, например, останется на спиральной линии при их изменении в соответствии с условием (6). Функция $F(\varphi, z)$ должна учитывать это свойство. В цилиндрической системе координат она обладает свойством периодичности как по координате φ (период 2π), так и по координате z (период S). Условие (6) определяет ее зависимость от комбинации $(\varphi + (2\pi z)/S)$, а не от координаты z и φ в отдельности. Таким образом, учитывая свойство периодичности, функцию $F(\varphi, z)$ можно разложить в ряд Фурье:

$$F(\varphi, z) = F(\varphi + (2\pi z)/S) = \sum F_n e^{in(\varphi + (2\pi z)/S)} \quad (7).$$

Здесь F_n – амплитудный коэффициент. Подставляя (7) в выражение (4) определяем проекции вектора плотности тока $J_p(r, \varphi, z)$ в витках спирали следующим образом: $n = -\infty$

$$J_p(r, \varphi, z) = J_{p0} \sum_{n=-\infty} F_n e^{i(n\varphi - (\beta - (2\pi n)/S)z)} \quad (8).$$

Отдельные слагаемые суммы (8) носят название пространственных гармоник. Они имеют зависимость от координат φ и z . Каждая из них может рассматриваться как бегущая вдоль оси z волна: $(J_p(r, \varphi, z))_n = J_{p0} F_n e^{in\varphi} e^{-i(\beta - (2\pi n)/S)z}$ (9).

Волновое число β_n , соответствующее пространственной гармонике с номером n , определяется, как это следует из выражения (9), следующим образом: $\beta_n = \beta - (2\pi n)/s$ (10).

Поскольку индекс n принимает значения из бесконечного интервала $-\infty > n > \infty$, волновые числа β_n пространственных гармоник могут принимать как положительные так и отрицательные значения. Это означает, что волны, соответствующие пространственным гармоникам, могут распространяться как в положительном, так и в отрицательном направлении оси z . Амплитуды и фазы волн, соответствующих пространственным гармоникам ($J_{p0} F_n$), зависят от геометрических параметров спирали D, S и длины волны λ ($\lambda = c/f$; $f = \omega/2\pi$). Решение задачи об определении поля излучения спирали методами электродинамики показывает, что каждая пространственная гармоника в отдельности не удовлетворяет граничным условиям на поверхности, определенной границами антенны (рис.3). Это означает, что отдельная пространственная гармоника не может описывать поле излучения. Оно определяется всей бесконечной суперпозицией пространственных гармоник. На практике наблюдается явление, называемое пространственным резонансом. При определенных условиях одна из пространственных гармоник в бесконечной сумме оказывается преобладающей и практически полностью определяет структуру поля излучения спиральной антенны. Говорят, что для этой гармоники выполнены условия резонанса. Условия резонанса той или иной гармоники определяются геометрическими размерами спирали и длиной волны. С физической точки зрения условия резонанса можно пояснить следующим образом. Обычно угол подъема витка спирали α не превышает 20 градусов. Поэтому приближенно можно считать, что каждый виток спирали мало отличается от окружности. При выполнении приближенного равенства:

$$L = m\lambda \quad (11)$$

вдоль витка укладывается целое количество длин волн тока. Распределение тока вдоль витка при этом практически совпадает с распределением тока пространственной гармоники с номером m . Именно она и резонирует в этом случае. Легко понять, что условие (11) соответствует тому, что распределение тока во всех витках спирали одинаково и меняется во времени синфазно. За счет излучения все витки оказываются связанными между собой и для волны тока, вследствие этого, наблюдается сильная дисперсия. Скорость ее распространения оказывается зависящей от частоты ω . Волновое число резонирующей гармоники, α , следовательно, и длина волны, определяющая ее пространственный период, сложным образом зависят от частоты. Это приводит к тому, что условие резонанса (11) сохраняется в широком диапазоне частот. При возникновении пространственного резонанса поле излучения антенны практически полностью определено распределением тока соответствующей гармоники. Следовательно, при изменении частоты волны тока происходит качественное изменение диаграммы направленности спиральной антенны. Строгий электродинамический анализ показывает, что каждая из пространственных гармоник может резонировать в определенном частотном интервале. Так, простейшая волна, которой соответствует индекс $n = 0$ сумме (8), существует тогда, когда длина витка L меньше λ и исчезает, когда нарушается неравенство: $\pi D/\lambda > \cos\alpha / (1 - \sin\alpha)$ (12).

Физическая картина формирования излучения, соответствующую волне T_0 поясняется рис. 4. На нем показана развертка витка спирали с распределением тока вдоль него (рис 4.а,б). В силу выполнения неравенства (12), распределение тока вдоль витка близко к равномерному – в каждый фиксированный момент времени t ток I во всех точках витка (z) одинаков. Рис.4.а,б соответствуют двум разным моментам времени t_1 и t_2 , которые разнесены на величину $T/2$ (T – временной период $T=c/f$). Рядом показана проекция витка на плоскость, на которой выделены два элементарных участка с током $\Delta I_1(t_{1,2})$ и $\Delta I_2(t_{1,2})$, расположенные в его противоположных точках. Элементы 1 и 2 представляют собой два противофазных облучателя, поля излучения которых складываются в направлении, перпендикулярном к оси спирали и компенсируются в продольном (вдоль спирали). В результате реализуется режим "бокового" излучения. Качественная диаграмма направленности приведена на рис.4.в. На практике такой режим обычно не используется.

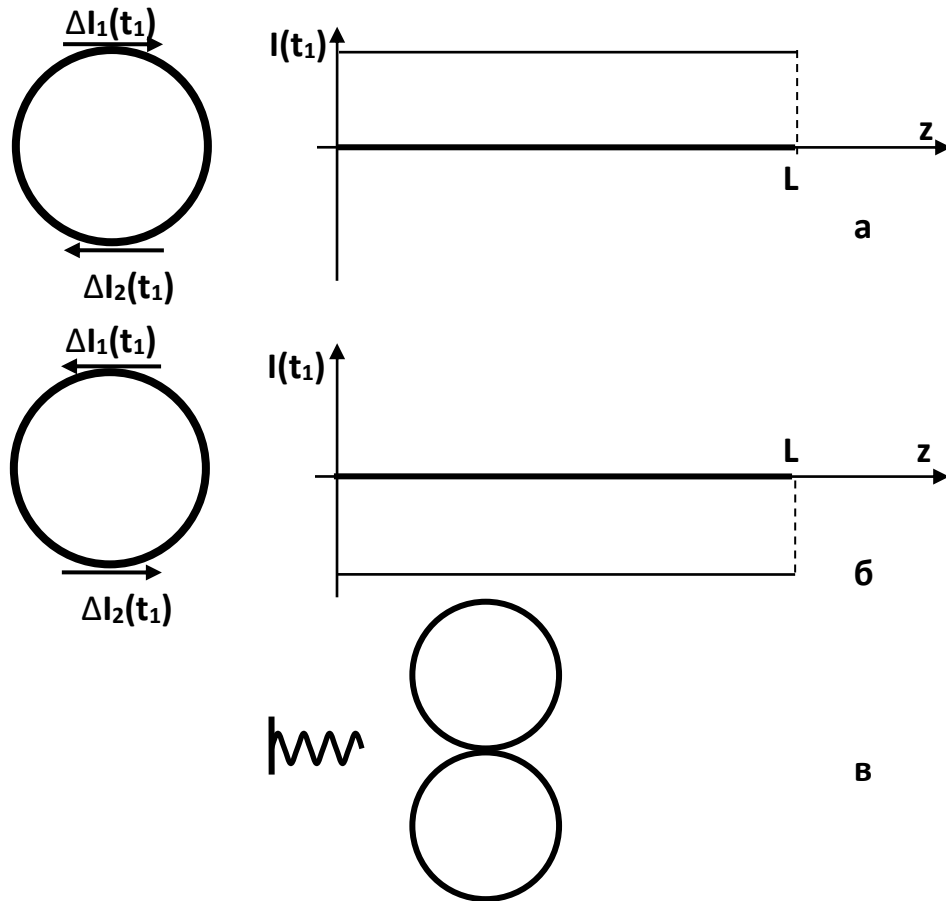


Рис. 4

Волна тока, для которой индекс $n = 1$ сумме (8), соответствует условию, когда вдоль витка укладывается один пространственный период λ . На рис.5а,б показаны развертки одного витка спирали с распределением тока вдоль него и соответствующие проекции этого витка на плоскость (без учета шага S). Как правило, в спирали реализуются режим бегущей волны для тока в спирали. Распределения на рис.5.а,б соответствуют двум различным моментам времени, отличающимся на четверть временного периода ($T/4$). На проекциях витка выделены два элементарных участка с током $\Delta I_1(t_{1,2})$ и $\Delta I_2(t_{1,2})$, расположенные в его противоположных точках. В отличие от предыдущего случая (рис.4) токи на этих участках направлены одинаково. Соответствующие им поля в этом случае уже складываются в направлении оси спирали и компенсируются в направлении, перпендикулярном оси. Соответствующая диаграмма направленности изображена на рис. 5.в. Такой режим работы спиральной антенны получил название «осевой». Условия существования данного режима определяются неравенством: $\cos\alpha / (1 + \sin\alpha) < \pi D / \lambda < \cos\alpha / (1 - \sin\alpha)$ (13). С течением времени,

за счет существования бегущей волны тока в спирали, происходит перемещение выделенных элементов тока. За промежуток времени, равный $T/4$, происходит их поворот вокруг оси спирали на угол 90 градусов (рис. 5.а,б). На этот же угол поворачивается и вектор напряженности электрического поля, показанный на рисунках. В общем случае спиральная антенна в этом режиме формирует электромагнитное поле с эллиптической поляризацией. При выполнении определенных ниже условий, поляризация излученной волны, становится круговой. На рис. 6.а показаны развертки одного витка спирали с распределением тока вдоль него и соответствующие проекции этого витка на плоскость (без учета шага S) для случая пространственного резонанса гармоники с индексом $n = 2$ в сумме (8). На рис.6.б качественно показана диаграмма направленности, соответствующая этому режиму работы антенны. Видно, что максимумы диаграммы направленности смещены относительно оси антенны. Следует помнить, что диаграмма направленности антенны представляет собой трехмерную фигуру. На рис. 6.б приведена проекция ее на плоскость. Пространственная диаграмма образуется вращением этой проекции вокруг оси. Легко понять, что образующаяся при этом фигура напоминает конус. В связи с этим рассматриваемый режим работы антенны получил название «осевого излучения». Как и режим бокового излучения, он редко используется на практике. Условия существования данного режима определяются неравенством:

$$2 / (\sqrt{4/3 + \operatorname{tg}^2\alpha}) - \operatorname{tg}\alpha < \pi D / \lambda < 3 \cos\alpha / (1 + \sin\alpha) \quad (14).$$

При анализе процесса формирования поля излучения спиральной антенны использовалась цилиндрическая система координат. В теории антенн для описания диаграмм направленности антенн используется сферическая система. Ориентация осей сферической системы координат выбирается с учетом особенностей анализируемой антенны.

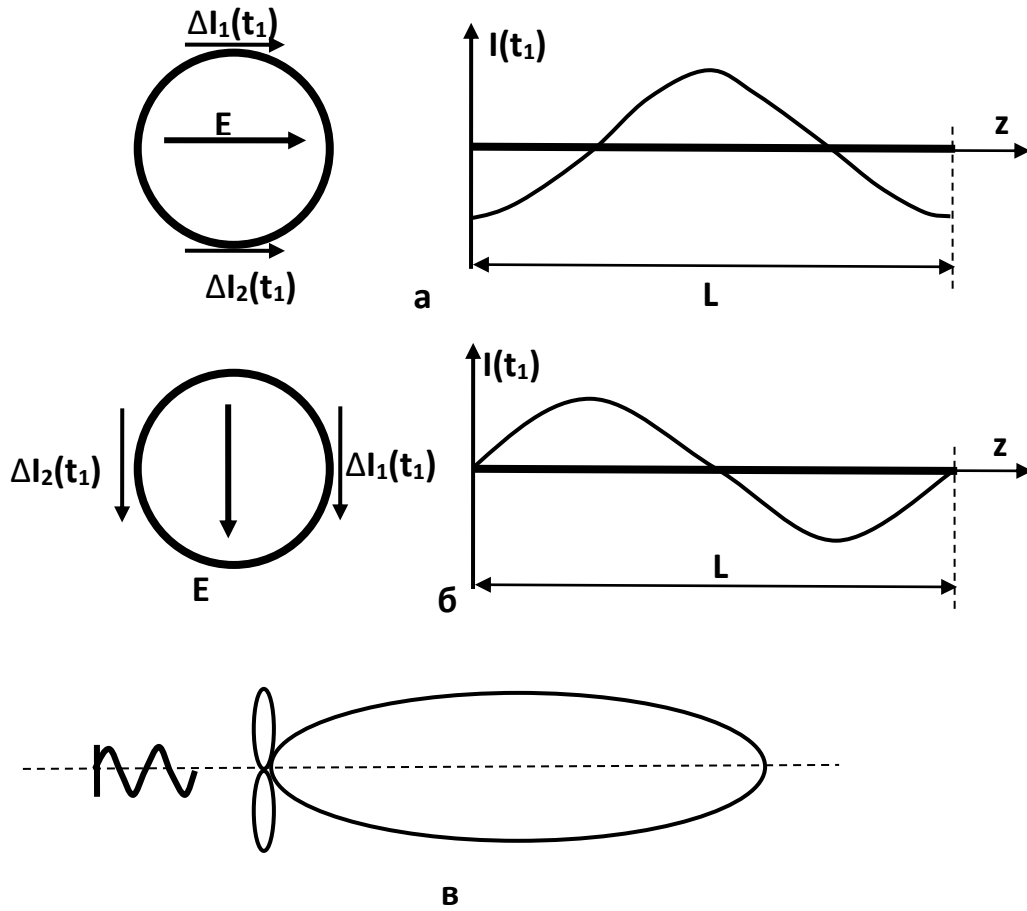


Рис. 5.

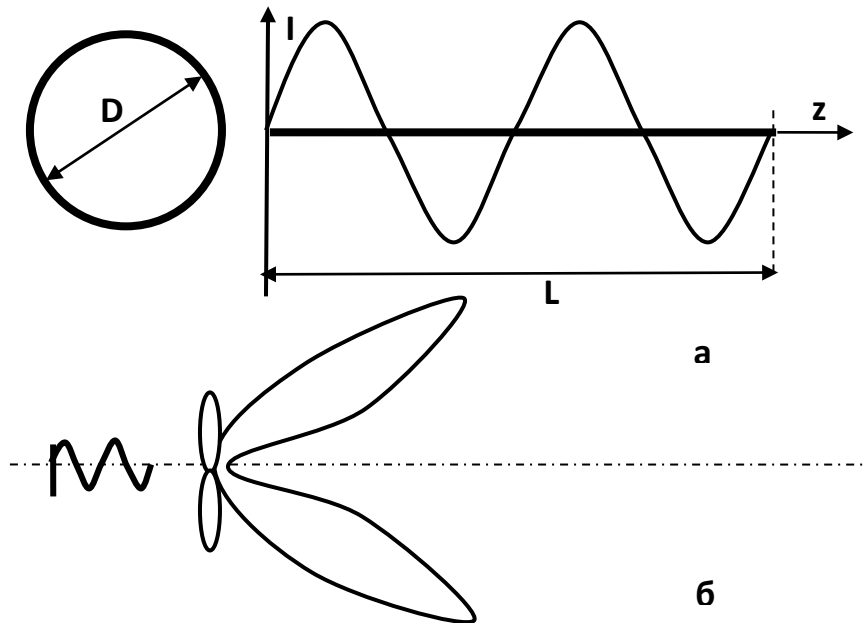


Рис.6

На рис. 7 показана сферическая система, используемая для описания поля излучения спиральной антенны. Для определения направлений отсчета угловых координат φ , θ на рис.7 приведена декартова система (x, y, z) , ось z которой совпадает по направлению с осью спиральной антенны и осью z цилиндрической системы, приведенной на рис. 3. Рис. 7 поясняет определение сферических координат (φ, θ, r) точки P . На рисунке так же показаны единичные орты \mathbf{e}_φ , \mathbf{e}_θ , \mathbf{e}_r , на которые проектируются вектора электромагнитного поля волны, излученной спиральной антенной. В выбранной сферической системе координат поле излучения в дальней (волновой) зоне имеет в общем случае четыре составляющих поля:

$$\mathbf{E} = \mathbf{e}_\varphi E_\varphi + \mathbf{e}_\theta E_\theta \quad \mathbf{H} = \mathbf{e}_\varphi H_\varphi + \mathbf{e}_\theta H_\theta \quad (15).$$

Можно показать, что все составляющие в дальней зоне находятся в фазе. Кроме того, пары составляющих E_φ , H_θ и E_θ , H_φ зависят от угловых координат φ , θ , одинаковым образом. Эта зависимость может быть определена следующим образом: $E_\varphi(\varphi, \theta, r) = \Phi_1(\varphi)Q_1(\theta) e^{-ikr/r}$; $H_\varphi = E_\theta/Z_0$ (16).

$$E_\theta(\varphi, \theta, r) = \Phi_2(\varphi)Q_2(\theta) e^{-ikr/r}; \quad H_\theta = E_\varphi/Z_0 \quad (17).$$

При экспериментальном измерении диаграммы направленности сигнал, получаемый на приемной стороне, определяется длиной и ориентацией векторов напряженности электрического и магнитного поля относительно приемной антенны. Как правило, для исследования характеристик направленности на приемном и передающем конце радиолинии используются однотипные антенны. В этом случае сигнал на приемном конце линии будет зависеть от модуля вектора напряженности электрического или магнитного поля. Эти величины, как следует из выражений (16), (17), зависят от угловых координат одинаково. Легко понять, что в этом случае ненормированная диаграмма направленности будет определяться следующим образом: $F(\varphi, \theta, r) = \sqrt{(\Phi_1(\varphi)Q_1(\theta))^2 + (\Phi_2(\varphi)Q_2(\theta))^2}$ (18).

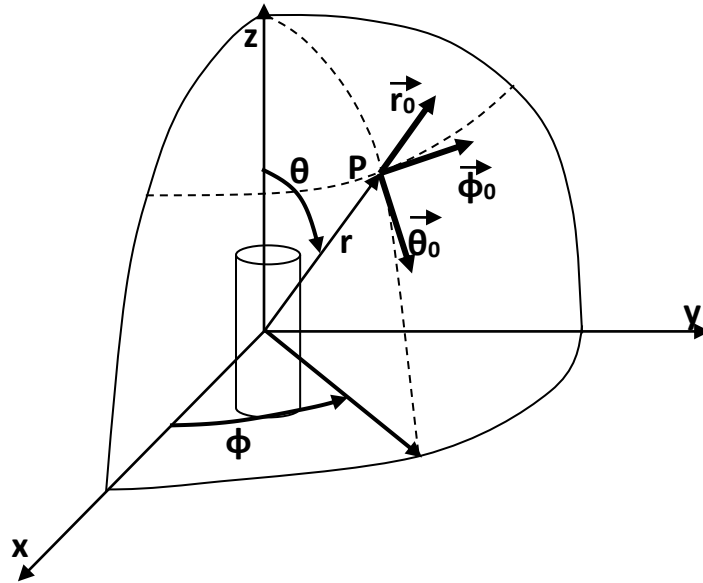


Рис. 7.

Все преимущества спиральной антенны реализуются в режиме осевого излучения. Строгий анализ показывает, что ширина диапазона частот, в котором сохраняется этот режим, зависит от геометрических размеров спирали. Оптимальное значение угла подъема витка спирали α (рис.2) составляет значение $\alpha = 16^\circ$. Из неравенства (13) можно определить либо значение D по заданным значениям максимальной и минимальной длин волн диапазона работы антенны, либо границы этого диапазона по известному значению диаметра спирали. Характеристики спиральной антенны могут быть оптимизированы по различным критериям. Так, если ставится требование обеспечения круговой поляризации излучения антенны, то это приводит к следующему соотношению между ее геометрическими размерами: $L = k(S + \lambda)$ (19). Теория антенн бегущей волны определяет условия, при которых реализуется максимальный коэффициент направленного действия антенны. Для этого необходимо, чтобы сдвиг фаз между первым и последним элементами антенны составлял π радиан. В рассматриваемом случае роль элементов антенны бегущей волны выполняют витки спирали. Для получения максимального значения коэффициента направленного действия необходимо подобрать размеры антенны в соответствии с условием: $L = k(S + \lambda + \lambda/2N)$ (20). Коэффициент k , входящий в формулы (19), (20) зависит от частоты. Эта зависимость обусловлена сильной дисперсией, проявляющейся в области пространственного резонанса гармоники с $n = 1$. Именно она и формирует поле излучения антенны в данном случае. Благодаря наличию дисперсии соотношения (19), (20) выполняются для широкого диапазона частот. В расчетах принимают значение $k = (0,7 - 1)$. При этом обеспечивается выполнение условий (19), (20) в диапазоне: $0,7\lambda_0 < \lambda < 1,7\lambda_0$ (21). Здесь λ_0 - средняя длина волны диапазона. Это обстоятельство делает спиральную антенну широкополосной, что и определяет широкий диапазон её практического использования. Число витков спирали влияет на ширину диаграммы направленности. С увеличением N диаграмма становится более узкой. Следует отметить, что число витков N обычно не выбирается менее 4, так как в противном случае не вся энергия излучается и от конца спирали отражается волна тока, что и нарушает режим бегущей волны. Как следствие - нарушается симметрия диаграммы направленности. Симметрия диаграммы направленности обеспечивается также экраном (рис.1), диаметр которого выбирается порядка $D_3 = \lambda_0$. На характеристики спиральной антенны оказывает заметное влияние и материал, из которого выполнена сама спираль. Для нее обычно выбирается материал с высокой проводимостью, поперечное сечение которого представляет собой окружность или прямоугольник. Характерный размер поперечного сечения проводника спирали составляет $0,1D$. Используются и более сложные конструкции спиральной антенны. Для сокращения ее габаритов используют в качестве проводника спирали гребенчатую или спиральную же линию. Она сама представляет собой замедляющую систему. Этим можно заметно уменьшить диаметр спиральной антенны. Применяются и многозаходные спиральные антенны, состоящие из нескольких спиралей, вложенных друг в друга. Это дает возможность увеличения коэффициента направленного действия антенны и позволяет управлять поляризацией излученной волны. Благодаря наличию сильной дисперсии резонирующей пространственной гармоники, она хорошо согласуется с питающей линией. Ее входное сопротивление мало изменяется в рабочем диапазоне частот. Активная составляющая входного сопротивления спиральной антенны в режиме осевого излучения имеет величину порядка 100 Ом, а реактивность по абсолютной величине не превышает 50 Ом.

Описание лабораторной установки. Функциональная схема лабораторной установки показана на рис. 10. Она включает в себя две антенны – передающую и приемную, которые образуют радиолинию. Антенны обеспечивают работу в диапазоне 2,5 – 4 ГГц. Передающая (1) и приемная (2) антенны идентичны по конструкции и представляют собой спирали, отличающиеся числом витков. Передающая антенна имеет 10 витков, приемная – 5. Подробно конструкция антенн рассмотрена ниже.

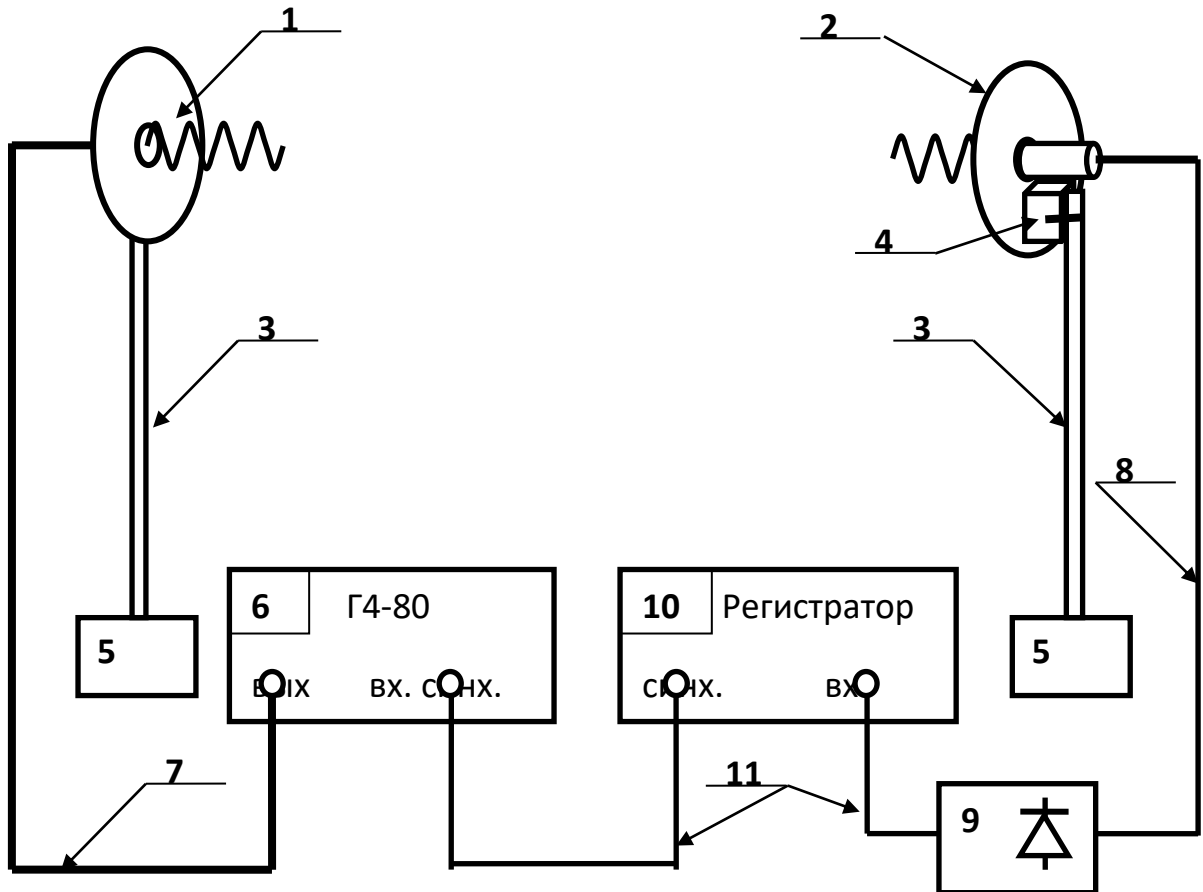


Рис.10

Обе антенны крепятся к диэлектрическим штангам (3). На рис. 10 показан узел (4) крепления приемной антенны, позволяющий менять ее наклон в вертикальной плоскости. Подробно конструкция узла крепления рассмотрена ниже. Нижний конец штанг (3) фиксируется в поворотных устройствах (5).

Питание передающей антенны осуществляется от генератора (6) типа Г4-80. Антенна соединяется с выходом генератора ВЧ кабелем (7). Приемная антенна с помощью ВЧ кабеля (8) соединяется с детекторной секцией (9). Протектированный секцией сигнал поступает на вход регистратора (10). Выход синхронизирующего сигнала регистратора соединяется со входом синхронизации генератора (6). Последние два соединения выполняются с помощью соединительных шнуров (11) с разъемами СР-50. На рис. 11 приведен эскиз спиральной антенны. Спираль (1) выполнена из медного проводника круглого сечения (диаметр 4 мм), навитого на полый диэлектрический опорный цилиндр (2). В него вставлена диэлектрическая фторопластовая втулка (3).

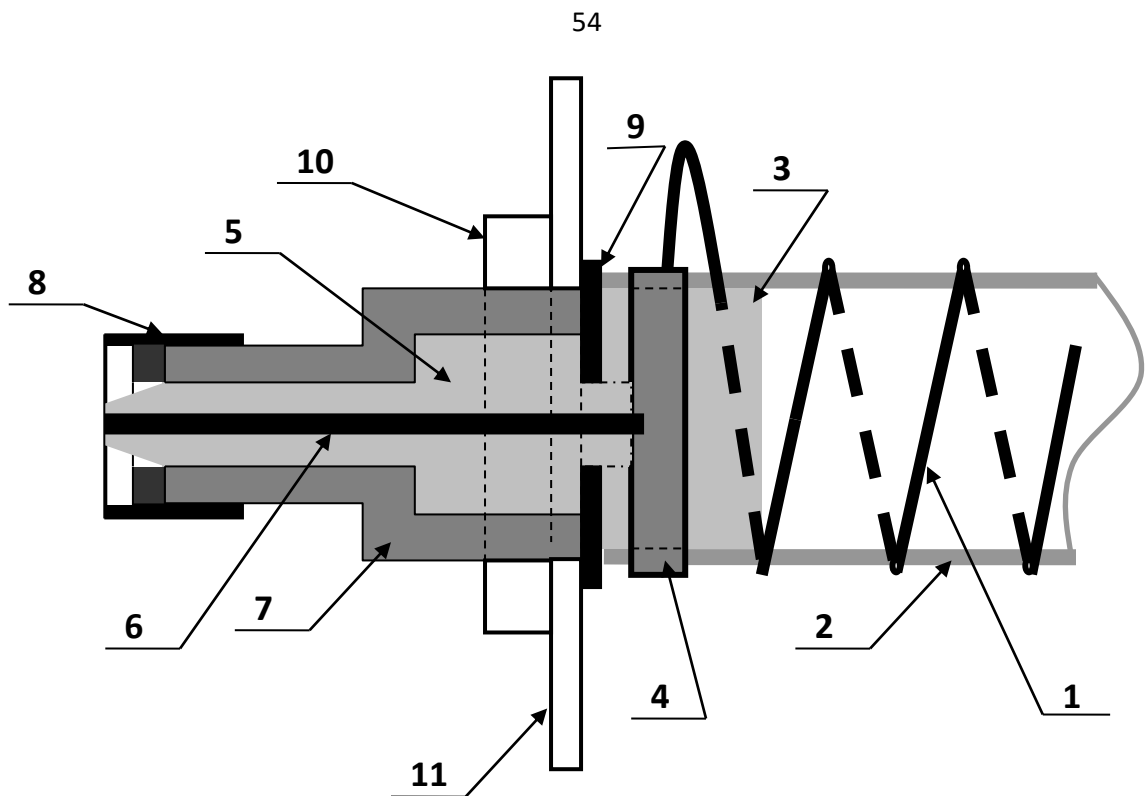


Рис. 11

Через отверстие в боковой поверхности этой втулки проходит металлический цилиндр (4), верхнее основание которого имеет омический контакт со спиралью (1).

В основании втулки (3) имеется отверстие с резьбой, по которой в нее вернуто заполнение коаксиальной линии (5). Вдоль оси заполнения проходит центральный проводник (6) коаксиальной линии. Он вернут по резьбе в металлический цилиндр (4).

Заполнение (5) помещено в основание (7), внутренняя поверхность которого образует оболочку коаксиальной линии. На основание по резьбе вернут переходник (8), с помощью которого осуществляется соединение с разъемом ВЧ кабеля.

На противоположном конце основания закреплена фигурная шайба (9), которая фиксирует положение заполнения в основании.

Внутренние диаметры основания и внешние – заполнения подобраны таким образом, чтобы соответствующие им отрезки коаксиальной линии имели волновые сопротивления 50 Ом и 82 Ом. Отрезок коаксиала с большим диаметром и, соответственно, с большим значением волнового сопротивления, выполняет роль четвертьволнового трансформатора сопротивлений. Он служит для согласования входного сопротивления спиральной антенны с волновым сопротивлением кабеля питания. На внешней поверхности основания (7) имеется резьба, по которой на него наворачивается гайка (10). С ее помощью спиральная антенна крепится к экрану (11), который располагается между гайкой (10) и шайбой (9). Крепление передающей антенны к штанге производится с помощью кронштейна, эскиз которого приведен на рис. 12.

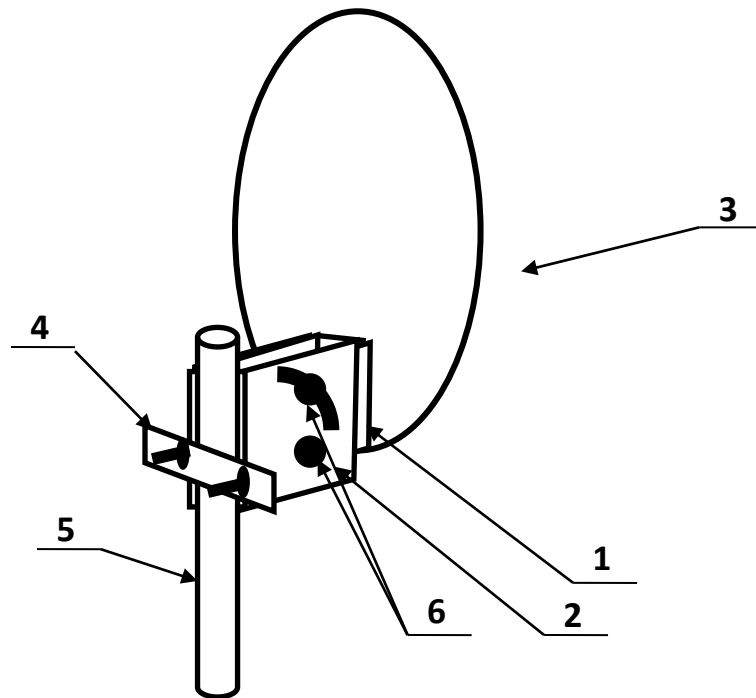


Рис. 12

Он состоит из двух П-образных скоб (1,2), вложенных друг в друга. Внутренняя скоба жестко укреплена на контррефлекторе (3), а внешняя с помощью фигурной планки (4) – с диэлектрической штангой (5). Симметричный вибратор крепится к контррефлектору в его центральной области. На рис. 12 он не показан. Скобы связаны между собой фигурными болтами (6) через отверстия в их боковых стенках. Верхнее отверстие во внешней скобе выполнено в виде дуги окружности. Это позволяет изменять угол наклона передающей антенны в вертикальной плоскости. Для этого следует ослабить фигурные болты (6) и повернуть антенну на требуемый угол. Затем болты следует зафиксировать.

На рис.13 приведен эскиз поворотного устройства для вращения антенн (поворотные устройства (5) на рис. 10). К основанию 1 крепятся стойки 2. Стойки располагаются на двух противоположных сторонах основания и имеют различную высоту. К основанию крепится внешняя обойма подшипника (4), в которой вращается ось фланца (3). На нее одеты два кольца (5), положение которых на оси фиксируется винтами (6).

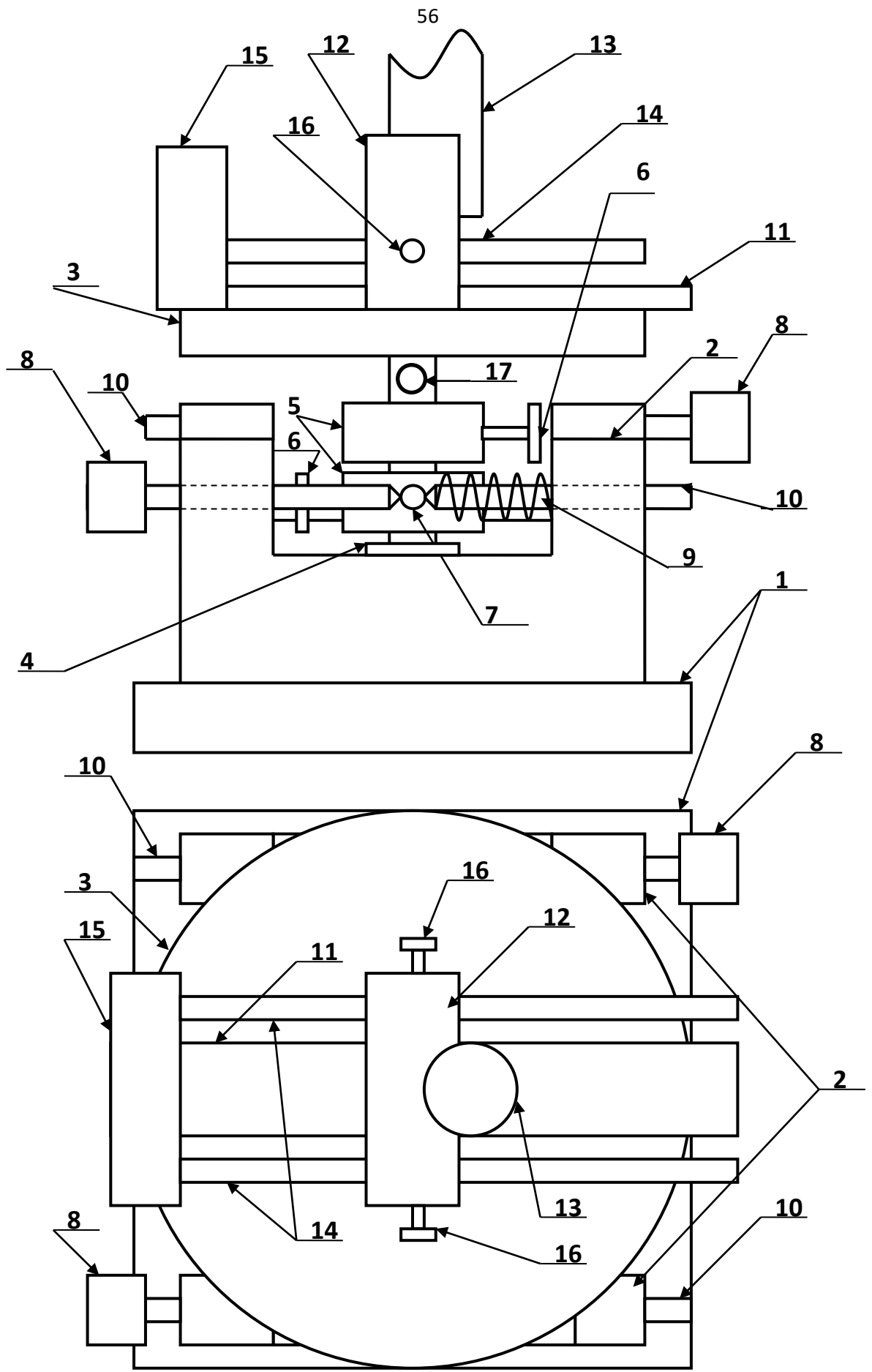


Рис. 13

В эти кольца вворачиваются две штанги (7) (на рис. 13 показана только одна из них). Микрометрические винты (8) перемещаются по резьбе в стойках (2) и перемещают штангу с кольцом. Если соответствующее кольцо (5) зафиксировано на оси фланца (3) с помощью винта (6), то перемещение микрометрического винта приводит к повороту фланца вокруг оси. Размеры элементов подобраны таким образом, что полный оборот микрометрического винта приводит к повороту фланца на 1° . С противоположной (относительно микрометрического винта) стороны штанги (7) расположена пружина (9) с направляющей (10), которые обеспечивают возвращение кольца со штангой в исходное положение при выворачивании микрометрического винта.

Поворот фланца может осуществляться вручную, без применения микрометрических винтов. При этом оба фиксирующих винта (6) должны быть ослаблены. Отсчет угла производится по шкале на боковой поверхности фланца.

При использовании для поворота фланца микрометрических винтов, фиксируется только одно кольцо. Второе должно быть ослаблено. Поворот фланца с помощью одного микрометрического винта не должен превышать 7° . При достижении предельного значения угла поворота необходимо:

- максимально вывернуть второй микрометрический винт;
- зафиксировать второе кольцо на оси фланца;
- ослабить первое кольцо;
- продолжить вращение фланца с помощью второго микрометрического винта.

Отсчет угла при этом производится по угловой шкале на боковой поверхности фланца (единицы градусов) и шкале на боковой поверхности микрометрического винта (десятичные доли градуса).

На рис. 13 показан только один узел, обеспечивающий поворот фланца с помощью микрометрического винта.

На верхней поверхности фланца закреплена планка (11), вдоль которой может перемещаться опора (12). К ней крепится диэлектрическая штанга (13), на которой размещается исследуемая антенна.

Опора может перемещаться вдоль планки по направляющим (14), роль которых выполняют алюминиевые трубки. В опоре имеются отверстия, через которые они пропускаются. Трубки крепятся к стойке (15), которая соединяется с планкой (11). Положение опоры на направляющих фиксируется винтами (16).

Перемещение всего узла вдоль направляющих позволяет при необходимости совместить фазовый центр исследуемой антенны с осью вращения фланца. Кроме того, весь узел может поворачиваться вокруг оси фланца независимо от него, что позволяет устанавливать исследуемую антенну в исходное положение при исследовании характеристик направленности не меняя отсчета угла. Для фиксации углового положения узла используется фиксирующий винт (17).

На рис. 14 приведен эскиз детекторной секции, которая служит для регистрации принимаемого антенной сигнала. Ее основой является латунный корпус (1), внутренность которого образует оболочку коаксиальной линии. Центральный проводник (2) фиксируется фторопластовым заполнением (3).

В корпус (1) ввернут цилиндр (4), являющийся основанием детекторной секции. Внутри цилиндра (4) помещен изолирующий диэлектрический стакан (5), который фиксирует положение держателя детекторного диода (6). Диод (7) помещен в держатель (6), который представляет собой полый металлический цилиндр. Диаметр нижнего отверстия в основании цилиндра держателя (6) соответствует диаметру керамической части детекторного диода и меньше, чем диаметр положительного вывода. Детекторный диод (7) фиксируется в держателе винтом (8), который ввернут в него по резьбе на внутренней поверхности.

На верхнюю часть внешней поверхности основания (4) по резьбе накручен металлический держатель (9) блочной части разъема CP-50 (10). Корпус его соединен с держателем, а контакт для центрального проводника коаксиала с помощью металлического штыря (11) – с винтом (8). Таким образом фиксируется положение детекторного диода и обеспечивается омический контакт между его положительным выводом и центральным проводником разъема (10).

Отрицательный вывод детекторного диода вставлен в отверстие в боковой поверхности центрального проводника (2), чем обеспечивается омический контакт между этими элементами. В боковой поверхности фторопластового заполнения (3) имеется отверстие, совпадающее по размеру с диаметром керамической части детекторного диода.

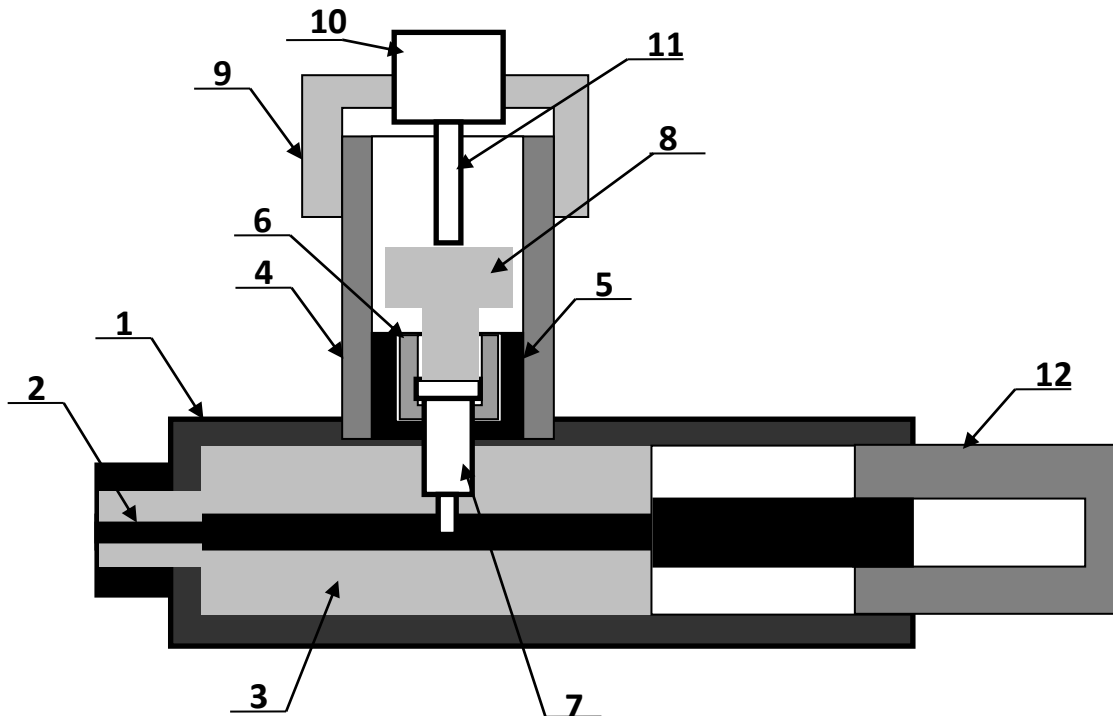


Рис. 14

При соединении с помощью соединительного кабеля 11 (рис.10) блочной части разъема СР-50 со входом регистратора, через его входное сопротивление протекает выпрямленный детектором ток. Воздушный зазор между основанием детекторной секции (4) и винтом (8) образует конструктивную емкость, через которую замыкается СВЧ составляющая тока детектора. Для исключения короткого замыкания между положительным выводом диода и корпусом основания проложена фторопластовая пленка толщиной 0,1 мм. На рис.14 она не показана. Для настройки детекторной секции на заданную частоту служит короткозамыкатель (12). Он обеспечивает режим стоячей волны в коаксиальной линии. При его продольном смещении происходит перемещение узлов и пучностей относительно детекторного диода. Детекторная секция считается настроенной тогда, когда диод помещен в пучность электрического поля. Для измерения уровня мощности электромагнитной волны, поступающей на приемную антенну, служит регистратор (10) на рис. 10. Входным сигналом для него является ток детекторного диода, который расположен в детекторной секции. Значение этого тока пропорционально мощности электромагнитной волны, поступающей на приемную антенну. На рис. 15 изображена лицевая панель регистратора. Индикация принимаемого уровня мощности производится цифровым четырехразрядным индикатором. Его показания соответствуют напряжению на выходе усилителя тока детекторного диода. Поскольку детекторный диод работает без смещения, его вольт-амперная характеристика квадратична. Как следствие, показания индикатора пропорциональны уровню принимаемой мощности.



Рис. 15

На лицевой панели расположен кнопочный переключатель переключения пределов измерения. Включение соответствующего предела производится простым нажатием соответствующей кнопки.

Ток детекторного диода поступает на регистратор по соединительному кабелю, который подключается к блочному разъему СР-50 с надписью «вход». Второй блочный разъем СР-50 с надписью «синх» служит для подключения модулирующего сигнала к генератору СВЧ. В качестве такого сигнала используется прямоугольный меандр с частотой 7кГц.

Включение регистратора производится тумблером «сеть» на лицевой панели. При включении загорается подсветка тумблера.

Порядок проведения работы.

1. Предварительные расчеты.

1. Определить угол подъема витка спирали. Как следует из рис.2. $\alpha = \arctg S / (\pi D)$.
2. Вычислить значение частоты f_0 , которая соответствует началу режима осевого излучения:

$$\lambda_0 = (\pi D(1 - \sin\alpha)) / \cos\alpha; \quad f_0 = c / \lambda_0$$

3. Вычислить значение частоты f_1 , которая соответствует началу режима конического излучения:

$$\lambda_1 = 2 / (\sqrt{4/3 + \operatorname{tg}^2\alpha}) - \operatorname{tg}\alpha; \quad f_1 = c / \lambda_0$$

4. Полагая, что $k=0,8$ из формул (20),(21) определить значение λ и f , для которых выполняются условия получения максимального КНД и круговой поляризации.

2. Экспериментальное исследование характеристик направленности спиральной антенны.

Порядок предварительной юстировки исследуемых антенн.

После установки антенн на штативы следует произвести их юстировку. Результатом ее является ориентация максимумов диаграмм направленности приемной и передающей антенн друг на друга, установка отсчета "0,0°" на шкалам поворотного устройства и совмещение фазового центра исследуемой антенны с вертикальной осью вращения.

1. Установить органы управления на лицевой панели генератора СВЧ Г4-80 в исходное состояние:

-кнопочные переключатели выбора режима работы, расположенные в левом нижнем угле лицевой панели отжаты (при этом на выход генератора не поступает СВЧ мощность);

-ручка аттенюатора «Регулировка мощности» находится в крайнем левом положении против часовой стрелки;

-ручка «Регулировка частоты» - в произвольном положении;

-тумблер «СЕТЬ» включен.

2. Ослабить фиксирующие винты (16) опоры (12) (рис. 14) и перемещая приемную и передающую антенны на штанге (5) по горизонтальным направляющим (14), совместить ее фазовый центр с вертикальной осью вращения. После этого завернуть фиксирующие винты.

3. Ослабить фиксирующие винты (17) крепления узла опоры (12) со штангой и антенной. Ослабить фиксирующие винты (6) колец (5). После этого:

-удерживая узел опоры, повернуть фланец (3) в положение, соответствующее отсчету угла 0°;

-установить микрометрические винты (8) в положение, соответствующее 0,0°;

-затянуть фиксирующие винты (6) колец (5);

-установить вручную, вращая фланцы (3), связанные с приемной и передающей антеннами, в положение, соответствующее их ориентации главными максимумами друг на друга (приблизленно).

4. Проверить наличие соединений между элементами схемы макета в соответствии с рис. 11:

-кабельный разъем передающей спиральной антенны с выходом генератора;

-кабельный разъем приемной спиральной антенны с детекторной секцией;

-выход детекторной секции со входом блока «Регистратор»;

-выход синхросигнала блока «Регистратор» со входом синхронизации генератора.

5. Установить кнопочный переключатель пределов чувствительности блока «Регистратор» в положение 200 мВ включить тумблер «СЕТЬ» на его лицевой панели.

6. Включить генератор. Для этого нажать кнопку «П, внешняя модуляция» кнопочного переключателя выбора режима работы, расположенного в левом нижнем угле лицевой панели генератора. При этом на выход генератора поступает СВЧ мощность, уровень которой регулируется ручкой аттенюатора «Регулировка мощности».

7. Увеличивая выходную мощность генератора, вращая ручки регулировки выходной мощности по часовой стрелке, и при необходимости изменяя чувствительность усилителя, добиться появления заметных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор».

8. Ослабить фиксирующий винт короткозамыкателя (12) детекторной секции (рис. 14) и перемещая его в продольном направлении добиться максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор».

9. Вращая в небольших пределах фланец (3) (на рис. 13), связанный с передающей антенной, добиться максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор».

10. Вращая в небольших пределах фланец (3) (на рис. 13), связанный с приемной антенной, добиться максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор».

11. Добиться методом последовательных приближений максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор», повторяя при необходимости действия, предусмотренные пунктами 7 и 8. После этого затянуть фиксирующие винты (17) крепления узла опоры (12) со штангами и антеннами (рис. 13).

12. Ослабить фиксирующие винты (6) колец (5) (на рис. 13) передающей антенны. После этого ее поворот осуществляется совместно с фланцем (3).

13. Повернуть передающую антенну вручную в положение, соответствующее первому минимуму диаграммы направленности. Значение принимаемой мощности должно при этом надежно измеряться при максимальной чувствительности усилителя. При необходимости изменить уровень выходной мощности генератора. Этим устанавливается мощность, излучаемая передающей антенной. В последующих измерениях параметров данной антенны изменять ее нельзя. При регулировке следует стремиться к установлению минимального уровня излучаемой мощности, при котором обеспечивается удобство измерений.

Измерение диаграмм направленности спиральных антенн.

1. Провести предварительную юстировку спиральных антенн.

2. Снять характеристики направленности спиральных антенн с числом витков $N = 5$ (приемная) и $N = 10$ (передающая) от угла φ (рис. 4). Для этого выполнить следующие операции.

2.1. Зафиксировать винты (6) поворотного устройства (рис. 11) приемной и передающей антенн. При этом исключается возможность их поворота в вертикальной плоскости.

2.1. Вращая приемную антенну вокруг продольной оси, снять зависимость показаний q цифрового индикатора блока «Регистратор» от угла поворота антенны. Вращение антенны производить против часовой стрелки. Значение угла φ отмечать по шкале, нанесенной на кольцо в основании спирали. Данные измерений занести в таблицу 1. Угол изменять в пределах $(0 - 360)^\circ$. Шаг изменения угла задается преподавателем.

2.2. Повторить измерения для передающей антенны с числом витков $N = 10$.

Таблица 1. Диаграмма направленности спиральной антенны в азимутальной плоскости. Зависимость от угла φ сферической системы координат. $N =$

φ (град.)	
q	
$q_n = q/q_{\max}$	

3. Повернуть вокруг продольной оси (в азимутальной плоскости) приемную и передающую антенны в положение соответствующее максимальным показаниям q цифрового индикатора блока «Регистратор».

4. Снять диаграмму направленности приемной и передающей спиральной антенны в горизонтальной плоскости (от угла θ на рис. 4). Для этого выполнит следующие операции.

4.1. Отметить показания измерительного прибора регистратора q_{\max} , соответствующие нулевому значению угла поворота антенны. В результате проведенной предварительной юстировки оно соответствует главному максимуму диаграммы направленности исследуемой антенны. Показания прибора прямо пропорциональны мощности, которая поступает с выхода приемной антенны.

4.2. Ослабить фиксирующие винты (6) колец (5) исследуемой антенны. Поворачивать вручную антенну с помощью поворотного устройства по часовой стрелке до тех пор, пока измерительного прибора не уменьшаться в два раза.

4.3. Отметить значение угла поворота антенны. Этот угол определяет ширину диаграммы направленности исследуемой антенны $\theta_{0.5}$.

4.4. Повернуть антенну в положение, соответствующее нулевому отсчету угла (максимальные показания измерительного прибора регистратора).

4.5. Измерить ненормированную диаграмму направленности исследуемой антенны. Для этого снять зависимость показаний измерительного прибора q от угла поворота антенны θ . Угол изменять с постоянным шагом, выбрав его так, чтобы в пределах ширины диаграммы направленности уложилось не менее 5 отсчетных точек. Измерения проводить меняя угол от 0 до 180 градусов и вращая антенну по часовой стрелке. Результаты измерений занести в таблицу 2.

4.6. Отметить показания прибора q_{\min} , соответствующие повороту антенны на 180 градусов. Вычислить коэффициент защитного действия КЗД по формуле:

$$\text{КЗД} = q_{\max} / q_{\min}.$$

4.7. Повторить измерения ненормированной диаграммы направленности антенны в соответствии с пунктом 4.5., вращая ее против часовой стрелки. Такому повороту соответствует отрицательное значение угла поворота.

Таблица 2. Диаграмма направленности спиральной антенны в горизонтальной плоскости. Зависимость от угла θ сферической системы координат. $N=$

θ (град.)	0	θ_1		0	$-\theta_1$	
q	q_{\max}					
$q_n = q / q_{\max}$						

4.9. Вернуть исследуемую антенну в положение, соответствующее нулевому отсчету угла поворота антенны в горизонтальной плоскости. При этом наблюдаются максимальные показания измерительного прибора q .

4.10. Затянуть фиксирующие винты (6) колец (5) поворотного устройства исследуемой антенны.

4.11. Повторить измерения для второй антенны.

5. Снять серию диаграмм направленности спиральных антенн на частотах диапазона осевого излучения и одну диаграмму направленности для диапазона конического излучения. При определении частот пользоваться результатами предварительного расчета и указаниями преподавателя. После изменения частоты генератора необходимо производить настройку детекторной секции. Для этого выполнить пункт 8 разделе предварительной юстировки антенн.

6. После проведения всех измерений произвести нормировку диаграмм направленности. Для этого определить нормированное значение мощности на выходе исследуемой антенны q_n по формуле: $q_n = q / q_{\max}$.

7. Построить нормированные диаграммы направленности

К теме 6. Антенные устройства и среда распространения

Лабораторная работа

"Исследование характеристик направленности зеркальной параболической антенны".

Цель работы.

1. Исследование конструкции зеркальной параболической антенны.
2. Исследование характеристик направленности и влияния на них конструктивных параметров.

Методические указания по самоподготовке.

При подготовке к выполнению лабораторной работы следует изучить следующие вопросы:

- конструкция и принцип действия зеркальной параболической антенны;
- типы облучателей зеркальных параболических антенн;
- характеристики направленности антенны;
- теневой эффект и методы его устранения;
- технологические допуски на основные элементы конструкции антенны.

Исследуемая в данной работе антенна состоит из параболического зеркала 1 и облучателя 2, помещенного в фокус параболоида (рис.1). В качестве облучателя используется слабонаправленные антенны, а в качестве зеркала - поверхность, образованная вращением параболы вокруг своей оси Z (параболоид вращения). Антенна характеризуется следующими геометрическими размерами (рис.1): ---- радиусом раскрытия R ; -фокусным расстоянием F ; -углом раскрытия φ_0 . Следует отметить два свойства рассматриваемой поверхности зеркала, которые формулируются следующим образом.

1. Расстояние от точки F называемой фокусом параболоида, лежащего на его оси (ось z), до любой точки M_i , лежащей на прямой MN , перпендикулярной оси, по ломаным путям FP_iM_i (P_i - точка на зеркале) одинаковы ($FP_1M_1 = FP_2M_2 = \dots$);

2. Нормаль \mathbf{n} к поверхности зеркала в любой точке лежит в плоскости чертежа рис.2 и составляет угол $\theta/2$ с прямой, соединяющей эту точку на зеркале с точкой F и с прямой параллельной оси.

Эти геометрические свойства поверхности определяют принцип действия антенны. Рассмотрим ее работу в режиме передачи. Волна, формируемая излучателем 1 (рис.1), близка по своим свойствам к неоднородной сферической. С позиций геометрической оптики ее можно представить лучами FP_i (рис.2), которые падают на поверхность параболоида. Вследствие второго свойства параболического зеркала, после отражения от него лучи будут распространяться по траекториям, параллельным оси антенны. Таким образом ломанные линии FP_iM_i представляют собой части траекторий этих лучей.

Благодаря первому свойству параболического зеркала фазовый набег на различных частях траекторий FP_iM_i оказывается одинаковым. Легко понять, что поверхность, на которой фазы лучей, отраженных от зеркала, будут одинаковы (фазовый фронт волны), представляет собой плоскость, перпендикулярную к оси z (рис.1,2). Это означает, что созданная облучателем волна, близкая по свойствам к сферической, преобразуется в плоскую. Таким образом параболическое зеркало трансформирует относительно широкую диаграмму направленности излучателя ($40^\circ - 70^\circ$) в узкую, шириной в доли градуса.

Работа антенны в режиме приема рассматривается аналогичным образом. Плоская волна, падающая на зеркало, фокусируется им (преобразуется в сходящуюся сферическую) на облучатель.

В качестве облучателей параболических антенн могут быть использованы:

-вибраторные облучатели, представляющие собой систему "активный - пассивный вибратор", "активный вибратор - плоский контррефлектор";

-рупорные облучатели (пирамидальные рупоры, конические рупоры);

-щелевые облучатели.

При строгом анализе зеркальной параболической антенны используется волновой подход для определения поля в ее дальней зоне. Например, при анализе ее работы в качестве передающей, определяются вторичные токи, распределенные по поверхности параболического зеркала. Появление этих токов обусловлено падающей на зеркало электромагнитной волной от облучателя. Вторичные токи и формируют излучение антенны в дальней зоне.

Каждый тип облучателя обеспечивает отличное от других распределение вторичных токов по поверхности параболического зеркала. Следовательно, тип облучателя влияет на характеристики направленности антенны в целом.

В данном макете в качестве облучателя используется конический рупор, питающей линией для которого является отрезок волновода круглого сечения. В нем выполнены условия для возбуждения основной волны H_{11} . Подробное описание особенностей работы рупорных антенн приведено в методических указаниях к предыдущей лабораторной работе. Здесь следует отметить, что излучение, формируемое облучателем, можно считать поляризованным. Важным моментом при разработке конструкции зеркальной параболической антенны является согласование характеристик направленности облучателя и геометрических размеров зеркала. На рис.3 изображено сечение параболоида плоскостью, проходящей через ось Z (рис.1) и отмечены точка фокуса F , в которой расположен облучатель и угол раскрытия ϕ .

Описание лабораторной установки.

Функциональная схема лабораторной установки показана на рис. 7. Она предусматривает выполнение лабораторных работ по исследованию зеркальной параболической антенны и по исследованию рупорных антенн. Установка включает в себя передающую (1) и приемную (2) антенну, которые образуют радиолинию.

В качестве передающей антенны в лабораторной установке используется одна из четырех рупорных антенн, которые подлежат исследованию в лабораторной работе по их исследованию.

Одна из антенн представляет собой пирамидальный рупор, а три остальные – E-секториальные рупоры с различными углами раскрытия и шириной в плоскости E. Длины секториальных рупоров одинаковы.

Рупорные антенны крепятся в специальном штативе (3), который позволяет вращать рупор вокруг продольной оси и изменять угол его наклона рупора в вертикальной плоскости в пределах $\pm 10^\circ$. Этим обеспечивается настройка радиолинии по максимуму принимаемого сигнала в процессе проведения измерений.

В конструкции крепления зеркально-параболической антенны также предусмотрен штатив, который позволяет менять:

-положение облучателя относительно параболического зеркала в продольном и поперечном направлении, чем обеспечивается возможность проведения исследований влияния его положения относительно зеркала на диаграмму направленности в целом;

-угол наклона антенны в вертикальной плоскости;

-вертикальное положение облучателя относительно зеркала;

-угол поворота облучателя относительно зеркала. Последние три функции штатива используются при настройке макета. Кроме того штатив обеспечивает необходимую жесткость конструкции зеркально-параболической антенны в целом. Конструкция штатива рассмотрена ниже

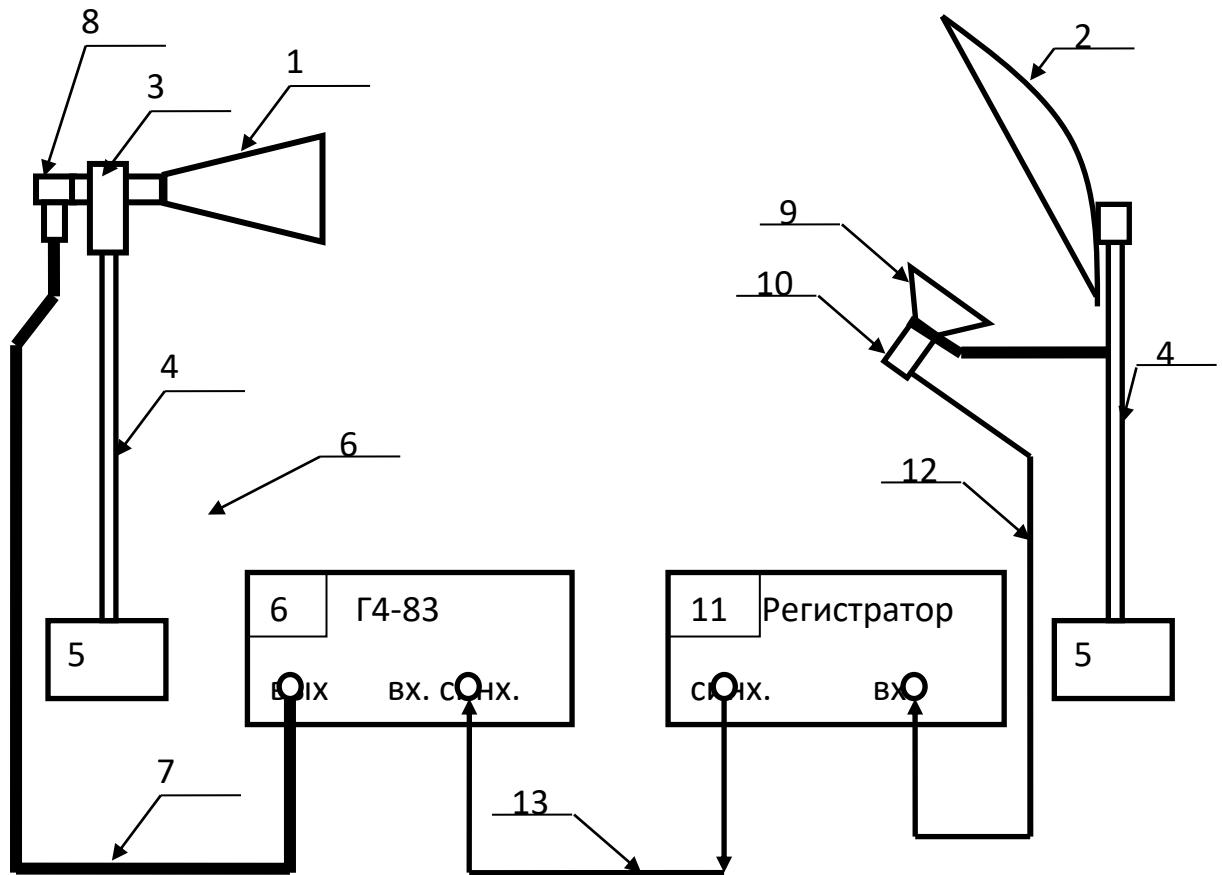


Рис.7

Функциональная схема лабораторной установки

Рупорная и зеркально-параболическая антенны размещаются на вертикальных диэлектрических штангах (4). Штанги установлены на однотипные поворотные устройства (5). С их помощью обеспечивается вращение антенн вокруг вертикальной оси, проходящей через их фазовый центр.

Поворотные устройства снабжены шкалами, по которым производится отсчет угла поворота антенны.

Питание передающего рупора осуществляется от генератора Г4-83 (6), обеспечивающего перестройку частоты в диапазоне (8-10) ГГц. Сигнал к передающей антенне поступает по коаксиальному кабелю (7), который соединяет выход генератора (6) с коаксиально-волноводным переходом (8).

Излученная рупором (1) электромагнитная волна попадает на параболическое зеркало приемной антенны (2). Зеркало фокусирует принимаемое излучение на вход конического рупора (9). Этот рупор соединен с детекторной секцией (10), с помощью которой принятое излучение детектируется. Ток, величина которого пропорциональна уровню принятой мощности, измеряется электронным блоком «Регистратор» (11) и индексируется на его цифровом табло. Детекторная секция соединяется с регистратором с помощью кабеля (12).

Для удобства проведения измерений и защиты радиолинии от наводок и помех передаваемый рупором (1) сигнал модулируется прямоугольным меандром с частотой следования импульсов 7 кГц. Для этого генератор Г4-83 работает в режиме «Внешняя модуляция». Сигнал внешней модуляции формируется в блоке «Регистратор» и по кабелю (13) поступает на гнездо «Внешняя синхронизация» генератора.

Лабораторная работа №4.**"Исследование характеристик направленности
фазированной линейки спиральных облучателей".*****Цель работы.***

1. Исследование характеристик направленности фазированной линейки спиральных облучателей
2. Исследование влияния на характеристики направленности фазированной линейки расстояний между элементами;
3. Исследование влияния на характеристики направленности фазированной линейки разности фазировки элементов.

Методические указания по самоподготовке.

Фазированные антенные решетки могут обеспечивать достаточно узкую диаграмму направленности. Ширина главного лепестка зависит от ее конструкции и может составлять доли градуса. Основное преимущество антенны такого типа состоит в том, что ФАР обеспечивает возможность управления направлением главного максимума диаграммы направленности, что делает такие антенны особенно перспективными для применения в радиолокационных и радиорелейных системах.

ФАР состоит из нескольких одинаковых элементов, в качестве которых используются слабонаправленные антенны. Наиболее часто их роль выполняют симметричные четвертьволновые вибраторы, рупоры или спирали. Как правило, элементы ФАР располагаются на плоскости. На рис. 9 показана структура такой антенны. Условно можно считать, что элементы группируются в линейки (группы, расположенные на одной прямой). Расстояние между элементами линейки обычно одинаково. На рис. 1 оно равно d_2 . Линейки также располагаются на одинаковом расстоянии друг от друга – d_1 на рис. 9.

Для описания принципа действия антенны необходимо ввести сферическую систему координат (угловые координаты θ , φ и радиус-вектор r на рис. 1). На основании принципа взаимности анализ характеристик направленности антенны можно проводить, рассматривая ее работу как в качестве передающей, так и приемной. Ниже рассматривается случай, когда ФАР используется для передачи.

Описание лабораторной установки и методики измерений.

Функциональная схема лабораторной установки показана на рис. 6. Она включает в себя передающую и приемную антенны, которые образуют радиолинию, работающую в диапазоне 2 – 4 ГГц. В качестве приемной антенны используется линейка из четырех спиральных антенн (1), расположенных на одной линии и закрепленных на общем прямоугольном металлическом экране (2).

Каждый элемент фазированной линейки с помощью отрезков коаксиального кабеля равной длины подключен к разветвителю (3). Отрезки кабелей имеют волновое сопротивление 50 Ом и снабжены разъемами типа СР 50 – 164 ФВ для подключения к элементам установки. Разветвитель крепится на плате, которая располагается на противоположной относительно спиральных антенн стороне экрана.

Разветвитель представляет собой три коаксиальных тройника СР 50-194ФВ. На входы первого и второго тройника подключены спиральные антенны через отрезки кабелей. Выходы первого и второго тройника непосредственно подключены ко входам третьего коаксиального тройника.

Выход третьего тройника разветвителя соединяется с детекторной секцией (4), которая крепится к плате совместно с ним.

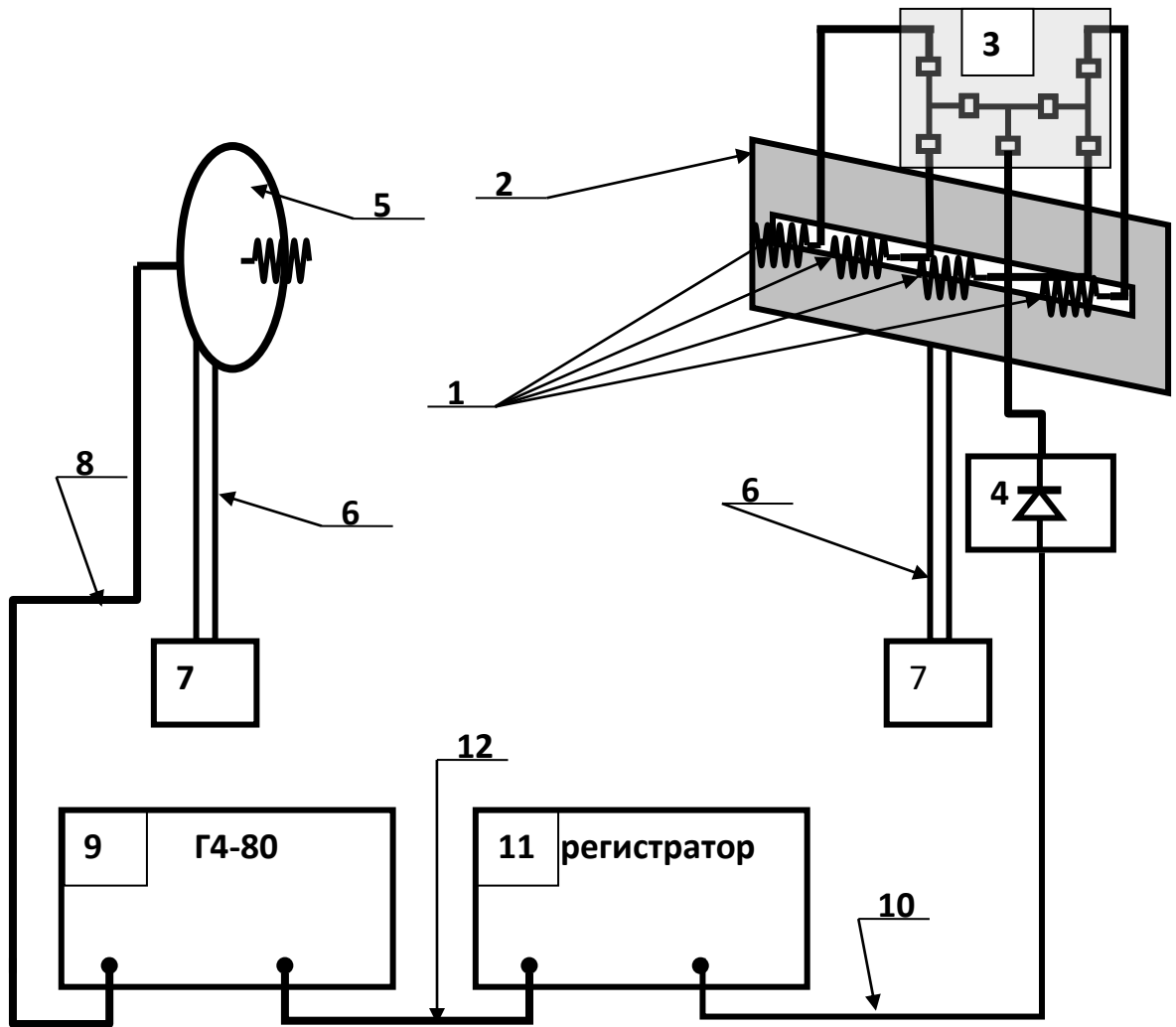


Рис. 6

Передающая антенна (5) представляет собой отдельную спираль. Передающая и приемная антенны установлены на диэлектрических штангах (6), нижний конец которых фиксируется в поворотных устройствах (7). Питание передающей антенны осуществляется с помощью коаксиального ВЧ кабеля (8). Он соединяет входной разъем передающей спиральной антенны (5) с выходом генератора Г4-80 (9). Выход детекторной секции (4) с помощью соединительного кабеля (10) подключен ко входу электронного блока «Регистратор» (11). Выход «синх» электронного блока «Регистратор» с помощью соединительного кабеля (12) подключен ко входу синхронизации генератора (9). На рис. 7 приведен эскиз спиральной антенны. Спираль (1) выполнена из медного проводника круглого сечения (диаметр 4 мм), навитого на полый диэлектрический опорный цилиндр (2). В него вставлена диэлектрическая фторопластовая втулка (3).

Через отверстие в боковой поверхности этой втулки проходит металлический цилиндр (4), верхнее основание которого имеет омический контакт со спиралью (1). В основании втулки (3) имеется отверстие с резьбой, по которой в нее ввернуто заполнение коаксиальной линии (5). Вдоль оси заполнения проходит центральный проводник (6) коаксиальной линии. Он ввернут по резьбе в металлический цилиндр (4). Заполнение (5) помещено в основание (7), внутренняя поверхность которого образует оболочку коаксиальной линии. На основании по резьбе ввернут переходник (8), с помощью которого осуществляется соединение с разъемом ВЧ кабеля. На противоположном конце основания закреплена фигурная шайба (9), которая фиксирует положение заполнения в основании.

Порядок экспериментального исследования антенны. После установки антенн на штативы следует произвести их юстировку. Результатом ее является ориентация максимумов диаграмм направленности приемной и передающей антенн друг на друга, установка отсчета "0,0°" на шкалах поворотного устройства и совмещение фазового центра исследуемой антенны с вертикальной осью вращения.

1. Установить органы управления на лицевой панели генератора СВЧ Г4-80 в исходное состояние:

-кнопочные переключатели выбора режима работы, расположенные в левом нижнем угле лицевой панели отжаты (при этом на выход генератора не поступает СВЧ мощность);

-ручка аттенюатора «Регулировка мощности» находится в крайнем левом положении против часовой стрелки;

-ручка «Регулировка частоты» - в произвольном положении;

-тумблер «СЕТЬ» включен.

2. Ослабить фиксирующие винты (14 на рис.9) крепления опоры (11 на рис.9) со штангой и антенной у обоих поворотных устройств (6) на рис. 6. Ослабить фиксирующие винты (6 на рис.9) колец (5 на рис.9). После этого:

-удерживая узел опоры, повернуть фланец (3) в положение, соответствующее отсчету угла 0^0 ;

-установить микрометрические винты (8) в положение, соответствующее $0,0^0$;

-затянуть фиксирующие винты (6) колец (5);

-установить ручную, вращая фланцы (3), связанные с приемной и передающей антеннами, в положение, соответствующее их ориентации главными максимумами друг на друга (приближенно).

3. Установить углы поворота спиральных облучателей вокруг оси $\alpha_i=0^0$ ($i=1,2,3,4$). Отсчет угла поворота осуществляется по шкале на опорном цилиндре спирали.

Внимание! Поворот спиральных облучателей следует проводить с осторожностью. Поворот спирали вокруг продольной оси по часовой стрелке приводит (рис.7) к вворачиванию по резьбе заполнения (5) во фторопластовую втулку (3). Если заполнение ввернуто до упора, то поворот спирали можно осуществлять только против часовой стрелки.

4. Проверить наличие соединений между элементами схемы макета в соответствии с рис. 11:

-кабельный разъем передающей спиральной антенны с выходом генератора;

-кабельный разъем приемной спиральной антенны с детекторной секцией;

-выход детекторной секции со входом блока «Регистратор»;

-выход синхросигнала блока «Регистратор» со входом синхронизации генератора.

5. Установить кнопочный переключатель пределов чувствительности блока «Регистратор» в положение 200 мВ включить тумблер «СЕТЬ» на его лицевой панели.

6. Включить генератор. Для этого нажать кнопку «П, внешняя модуляция» кнопочного переключателя выбора режима работы, расположенного в левом нижнем угле лицевой панели генератора. При этом на выход генератора поступает СВЧ мощность, уровень которой регулируется ручкой аттенюатора «Регулировка мощности». По шкале генератора установить частоту, заданную преподавателем.

7. Увеличивая выходную мощность генератора, вращая ручки регулировки выходной мощности по часовой стрелке, и при необходимости изменяя чувствительность усилителя, добиться появления заметных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор».

8. Ослабить фиксирующий винт короткозамыкателя (12) детекторной секции (рис. 14) и перемещая его в продольном направлении добиться максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор».

9. Вращая в небольших пределах фланец (3), связанный с передающей антенной, добиться максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор».

10. Вращая в небольших пределах фланец (3), связанный с приемной антенной, добиться максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор».

11. Добиться методом последовательных приближений максимальных показаний на цифровой шкале блока «Регистратор», повторяя при необходимости действия, предусмотренные пунктами 7 и 8. После этого затянуть фиксирующие винты (17) крепления узла опоры (12) со штангами и антеннами

12. Ослабить фиксирующие винты (6) колец (5) передающей антенны. После этого ее поворот осуществляется совместно с фланцем (3).

13. Повернуть передающую антенну вручную в положение, соответствующее первому минимуму диаграммы направленности. Значение принимаемой мощности должно при этом надежно измеряться при максимальной чувствительности усилителя. При необходимости изменить уровень выходной мощности генератора. Этим устанавливается мощность, излучаемая передающей антенной. В последующих измерениях параметров данной антенны изменять ее нельзя. При регулировке следует стремиться к установлению минимального уровня излучаемой мощности, при котором обеспечивается удобство измерений.

К теме 8. Излучающие свойства элементов РЭС

Лабораторная работа: «Контроль связи полного общего сопротивления»

Цель работы: Учебно-воспитательная по формированию знаний, умений и навыков исследования параметров элементов РЭС. Проиллюстрировать влияние шумов в цепи питания на чувствительные цепи. Проиллюстрировать важность развязывающих конденсаторов и грамотной компоновки печатных плат для снижения уровня шумов в цепи питания.

№ п/п	Отрабатываемый вопрос:	Расчетное время мин	Примечание:
1.	Вводная часть. Цели работы.	10	
2.	Изучение методических указаний, лабораторного стенда, требований безопасности при работе с лабораторным оборудованием.	20	
3.	Выполнение студентами лабораторной работы, согласно методических указаний.	140	
4.	Заключительная часть. Сдача отчетов на проверку.	10	

Методические указания по выполнению лабораторной работы:

1. Необходимое оборудование:

1. Радиочастотный анализатор спектра 9 кГц–3 ГГц Keysight Technologies N9320B или аналог.
2. Осциллограф Keysight Technologies DSO1022A / DSO6032A / DSO7032A или аналог.
3. Модуль источника электромагнитных помех ME1400.
4. Освинцованные многослойные керамические и электролитические конденсаторы: 0,1 мкФ, 1 мкФ, - 10 мкФ и 100 мкФ (не входят в состав учебного пособия).
5. Один оконечный резистор на 50 Ом, вилка SMA.
6. Один переходник с вилки N на розетку SMA.
7. Один коаксиальный кабель с вилкой SMA на обоих концах.

2. Указания к работе

Изучите компоновку печатной платы модуля источника ЭМП ME1400. В частности, обратите внимание на источник импульсов на 50 МГц, цепь электродвигателя и генератор синусоидальных колебаний на 10 МГц. Печатная плата модуля источника ЭМП ME1400 имеет два слоя, содержащих медные проводники только на верхней и нижней

сторонах. Посмотрите как проложены проводники питания (V_{CC}) и общий проводник модулей. Вы увидите, что все три модуля имеют общую дорожку питания («шину»). Смотрите рисунок 1. Все три модуля и источник питания имеют единый общий проводник, выполненный в виде земляной шины на обратной стороне печатной платы. Источник импульсов на 50 МГц и цепь электродвигателя при включении потребляют достаточно большой ток (>300 мА), а генератор синусоидальных колебаний на 10 МГц в среднем потребляет всего 8 мА. Следует отметить, что этот ток является переходным, так как нагрузка со стороны источника импульсов и электродвигателя изменяется со временем. Токопроводящая дорожка имеет определенное полное сопротивление, поэтому на ней наблюдается падение напряжения. В результате разница потенциалов между V_{CC} и GND («земля») или эффективное напряжение питания генератора синусоидальных колебаний на 10 МГц колеблется в зависимости от параметров нагружения модулей, расположенных между генератором и источником питания. Колебания эффективного напряжения питания генератора синусоидальных колебаний на 10 МГц вызывает нежелательную модуляцию на выходе. Это одна из форм возмущения или помех. Помехи возникают из-за наличия у модулей общей дорожки V_{CC} (и, в некоторой степени, из-за земляной шины). Такие помехи, как правило, называют связью общего полного сопротивления.

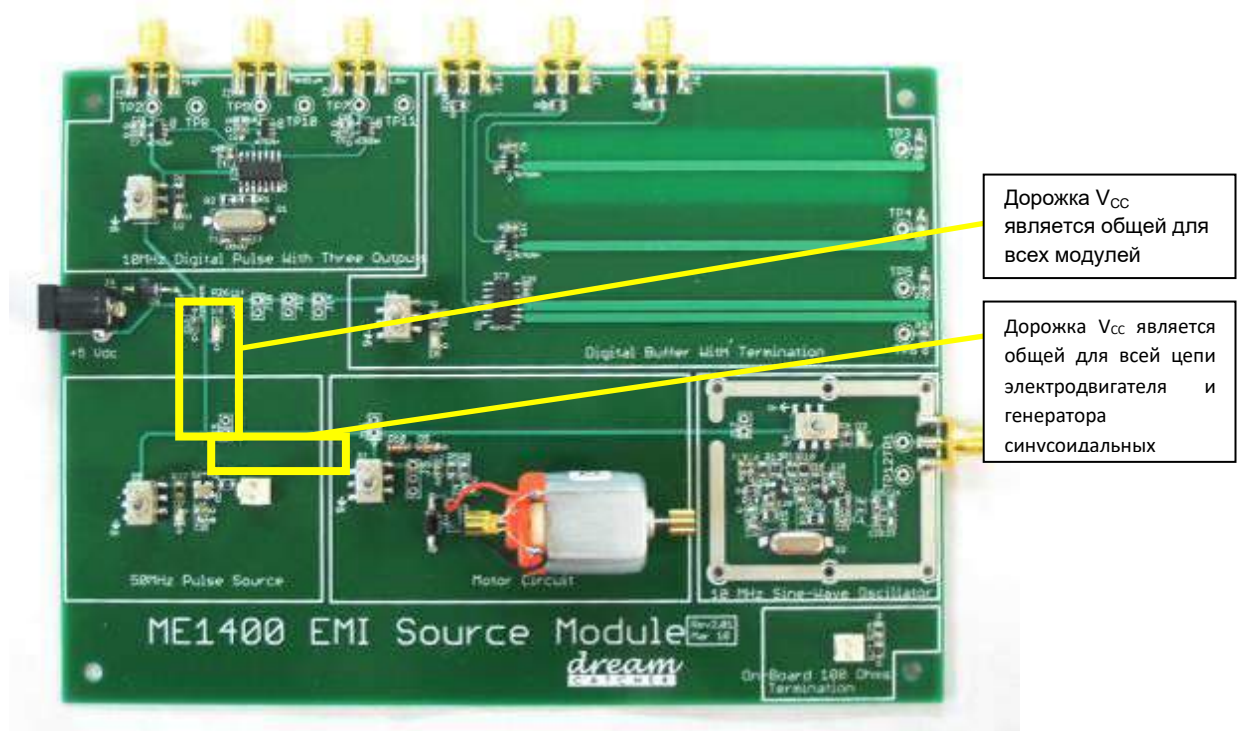


Рисунок 8. Компоновка дорожки V_{CC}

3.Измерение в частотной области: влияние шумов в цепи питания на чувствительные цепи

1. Подайте питание ТОЛЬКО к генератору синусоидальных колебаний на 10 МГц и соедините его выход с **RF In (РЧ-вход)** анализатора спектра коаксиальным кабелем длиной 1 м. Должен появиться стабильный спектр с центром на 10 МГц и очень низким фазовым шумом

2. Теперь включите питание источника импульсов на 50 МГц. Внимательно изучите изменение спектра на дисплее анализатора спектра. Включите и отключите источник импульсов на 50 МГц чтобы увидеть разницу.

3. Теперь подайте питание к цепи электродвигателя. Снова обратите внимание на изменение спектра. Цепь электродвигателя вызовет сильные шумы на дорожке питания, и вызванная ими модуляция на выходе генератора синусоидальных колебаний на 10 МГц будет хорошо видна. Включите и отключите цепь электродвигателя чтобы увидеть разницу. Сохраните изображение спектра или нарисуйте его.

Лабораторная работа: «Борьба с излучением от кабелей и печатных плат»

Цель работы: Учебно-воспитательная по формированию знаний, умений и навыков исследования параметров элементов РЭС. Проиллюстрировать влияние шумов в цепи питания на чувствительные цепи. Изучить частотный спектр электромагнитного излучения ближнего поля от кабелей и дорожек печатных плат с помощью датчика ближнего поля и анализатора спектра. Изучить некоторые простые способы снижения нежелательного излучения с помощью ферритовых фильтров, заземления и дифференциальной передачи сигналов.

№ п/п	Отрабатываемый вопрос:	Расчетное время мин	Примечание:
1.	Вводная часть. Цели работы.	10	
2.	Изучение методических указаний, лабораторного стенда, требований безопасности при работе с лабораторным оборудованием.	20	
3.	Выполнение студентами лабораторной работы, согласно методических указаний.	140	
4.	Заключительная часть. Сдача отчетов на проверку.	10	

Методические указания по выполнению лабораторной работы:

1. Необходимое оборудование

1. Радиочастотный анализатор спектра 9 кГц–3 ГГц Keysight Technologies N9320B или аналог.
2. Модуль источника электромагнитных помех ME1400.
3. Один коаксиальный кабель с вилкой SMA на обоих концах, 1 м.
4. Один соединительный кабель с вилкой SMA на обоих концах, 0,18 м.
5. Один витая пара.
6. Один прямой кабель.
7. Один коаксиальный РЧ-кабель.
8. Один датчик ближнего поля (для магнитных полей).
9. Один переходник с вилки N на розетку SMA.
10. Два ферритовых фильтра.

2. Измерение излучения ближнего поля от кабелей

В рамках этой лабораторной работы измерим уровень электромагнитного излучения кабелей и дорожек печатной платы. В данном случае акцентируем внимание на электромагнитном излучении ближнего поля. Кабели, дорожки, источник импульсов и оконечные резисторы образуют замкнутый контур. Таким образом, электрический ток проходит по петле, которая будет создавать в окружающем пространстве как электрические, так и магнитные поля. *Важно отметить, что мы будем измерять уровень только магнитного поля.* Для этого воспользуемся датчиком ближнего поля из нескольких витков провода. Такие

датчики отличаются низкой стоимостью и большей чувствительностью в диапазоне очень высоких частот (ОВЧ) по сравнению с датчиками электрического поля, выполненными из неизолированного проводника. Поэтому для датчика магнитного поля не нужен никакой предварительный усилитель. Исходим из допущения, что если цепь создает в окружающем пространстве сильное магнитное поле, то она также будет создавать и сильное электрическое поле. В общем случае это допущение является верным, поскольку в соответствии с уравнениями Максвелла магнитные поля переменного тока индуцируют электрическое поле. Если цепь создает ближнее магнитное поле высокого энергетического уровня, то это значит, что проводники в паре находятся на значительном расстоянии друг от друга. В результате эффект компенсации положительного и отрицательного проводников выражен слабее, что влечет за собой более высокий энергетический уровень электрического поля.

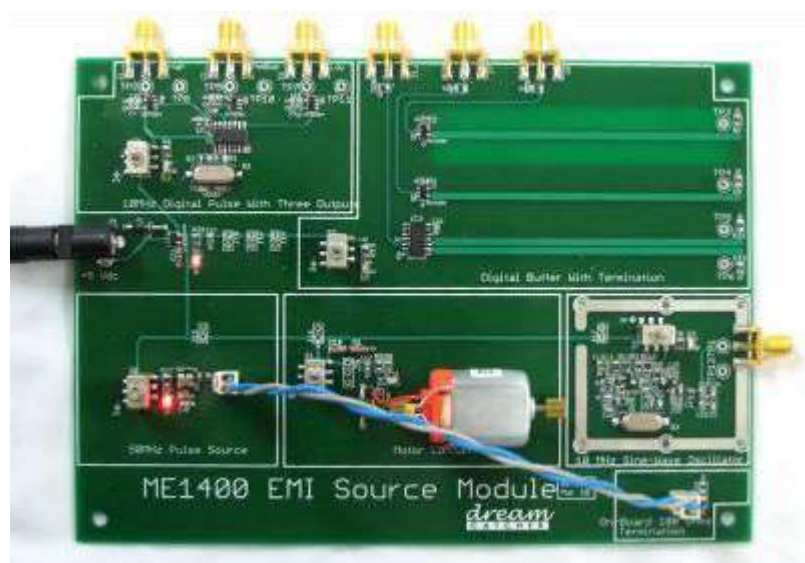


Рисунок 9. Витая пара от источника импульсов на 50 МГц до встроенного оконечного резистора

1.Присоедините генератор прямоугольных импульсов на 50 МГц ко встроенному оконечному резистору на 100 Ом с помощью витой пары (смотрите рисунок 1).

2.Включите анализатор спектра и настройте его на диапазон частот от 10 МГц до 400 МГц.

Настройки анализатора спектра: Начальная частота : 10 МГц

Конечная частота: 400 МГц

Пример.

Настройки анализатора спектра N9320B: “[]”: аппаратная клавиша; “{ }”: экранная клавиша

Задание начальной частоты 10 МГц: [Frequency] > {Start} > [10] > {MHz} ([Частота] > {Начальная} > [10] > {МГц})

Задание конечной частоты 400 МГц: [Frequency] > {Stop} > [400] > {MHz} ([Частота] > {Конечная} > [400] > {МГц})

Задание цены деления 5 дБ/мВт: [Amplitude] > {Scale/Div} > [5] > {dBm} ([Амплитуда] > {Шкала/деление} > [5] > {дБ/мВт})

Задание опорного уровня –30 дБ/мВт: {Ref Level} > [30] > {-dBm} ({Опорный уровень} > [30] > {-дБ/мВт})

3.Присоедините датчик ближнего поля к клемме **RF In** (РЧ-вход) анализатора спектра коаксиальным кабелем длиной 1 м.

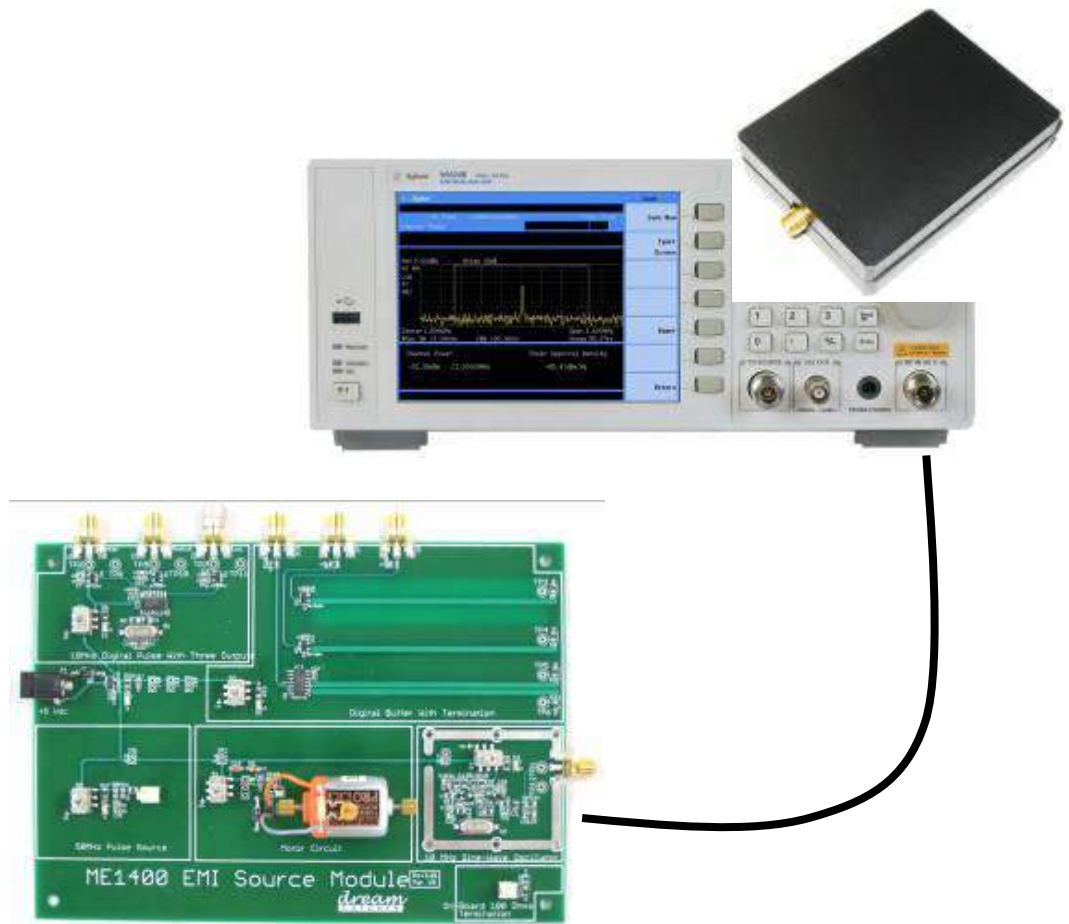


Рисунок 10. Компоновка оборудования

4. Включите анализатор спектра и настройте его на диапазон частот от 5 МГц до 15 МГц.

Настройки анализатора спектра: Начальная частота : 5 МГц

Конечная частота : 15 МГц; Детектор: Обычный

Пример. Настройки анализатора спектра N9320B: “[]”: аппаратная клавиша; “{ }”: экранная клавиша

Задание начальной частоты 5 МГц: [Frequency] > {Start} > [5] > {MHz} ([Частота] > {Начальная} > [5] > {МГц})

Задание конечной частоты 15 МГц: [Frequency] > {Stop} > [15] > {MHz} ([Частота] > {Конечная} > [15] > {МГц})

К теме 9. Блокирование, перекрестные искажения и интермодуляция.

Лабораторная работа: «Борьба с перекрестными помехами, временная область»

Цель работы: Учебно-воспитательная по формированию знаний, умений и навыков исследования параметров элементов РЭС. Измерить перекрестные помехи во временной области. Выявить факторы, влияющие на уровень перекрестных помех.

№ п/п	Отрабатываемый вопрос:	Расчетное время мин	Примечание:
1.	Вводная часть. Цели работы.	10	
2.	Изучение методических указаний, лабораторного стенда, требований безопасности при работе с лабораторным оборудованием.	20	
3.	Выполнение студентами лабораторной работы, согласно методических указаний.	140	
4.	Заключительная часть. Сдача отчетов на проверку.	10	

Методические указания по выполнению лабораторной работы:

1.Необходимое оборудование - Цифровой осциллограф. - Модуль источника электромагнитных помех ME1400. - Модуль линии передачи ME1400. - Соединительная плата. - Два оконечных резистора на 50 Ом, вилка SMA. - Один соединительный кабель с вилкой SMA на обоих концах, 0,18 м.

2. В части экспериментального изучения ЭМП: 2.1.измерим уровень перекрестных помех между параллельными дорожками или линиями передачи на печатной плате;
Примечание. Линию передачи можно рассматривать как пару проводников, которая состоит из дорожки на лицевой стороне печатной платы и земляной шины на обратной стороне платы. 2.2.выявим физические факторы, которые снижают уровень перекрестных помех между дорожками печатной платы.

При анализе во временной области на активную дорожку подают цифровой импульс с известной амплитудой и временем нарастания/спада. Затем определяют индуцированные напряжения на ближнем и дальнем концах соседней дорожки с помощью осциллографа с правильно подобранными щупами и полосой частот. Следует отметить, что для анализа как в частотной, так и во временной областях дорожки должны иметь соответствующие оконечные резисторы с правильным полным сопротивлением. Поскольку дорожки фактически являются линиями передачи с характеристическим полным сопротивлением 50 Ом, на обоих концах как активных, так и пассивных дорожек должны располагаться оконечные резисторы с полным сопротивлением 50 Ом.

Выводы. 1.Обоснуйте формы сигналов перекрестных помех, которые были получены. Покажите как связана продолжительность сигнала напряжения перекрестной помехи со входным импульсом.

2.Какая из связанных линий отличается минимальным уровнем перекрестных помех как на ближнем, так и на дальнем концах?

3.Какая скорость цифрового импульса (высокая, средняя или низкая) дает максимальный уровень перекрестных помех?

4.Перечислите физические характеристики параллельных дорожек, которые позволят свести к минимуму уровень перекрестных помех.

5.Расскажите о влиянии перекрестных помех на работу электронной системы.

К теме 10.Индустриальные помехи.

Лабораторная работа: «Целостность сигналов печатной платы»

Цель работы: Учебно-воспитательная по формированию знаний, умений и навыков исследования параметров элементов РЭС. Изучить механизмы и эффекты прохождения сигналов по проводящей дорожке печатной платы.Изучить явление отражения сигналов на дорожке без оконечного резистора.

№ п/п	Отрабатываемый вопрос:	Расчетное время мин	Примечание:
1.	Вводная часть. Цели работы.	10	
2.	Изучение методических указаний, лабораторного стенда, требований безопасности при работе с лабораторным оборудованием.	20	
3.	Выполнение студентами лабораторной работы, согласно методических указаний.	140	
4.	Заключительная часть. Сдача отчетов на проверку.	10	

Методические указания по выполнению лабораторной работы:

1.Необходимое оборудование

- 1.1.Осциллограф Keysight Technologies DSO1022A / DSO6032A / DSO7032A или аналог.
- 1.2.Векторный анализатор цепей (необязательно*). Векторный анализатор цепей применяют для эксперимента, описанного в разделе 3.
- 1.3.Модуль источника электромагнитных помех ME1400.
- 1.4.Модуль линии передачи ME1400.
- 1.5.Соединительная плата.
- 1.6.Один оконечный резистор на 50 Ом, вилка SMA.
- 1.7.Два переходника с вилки N на розетку SMA.
- 1.8.Два коаксиальных кабеля с вилкой SMA на обоих концах, 1 м.
- 1.9.Один прямой соединитель с вилкой SMA на обоих концах.

2.Методика.

Электронный узел – это набор электронных компонентов, соединенных проводниками в единую систему. Наиболее распространенный электронный узел представляет собой печатную плату. Печатная плата – это кусок тонкого диэлектрического материала, на поверхность которого покрыта слоями проводника (как правило, меди). На проводящих слоях сформированы дорожки, которые обеспечивают соединение определенных выводов компонента друг с другом. Компоненты припаивают к печатной плате, а медные дорожки обеспечивают электрические контакты между ними. На рисунке 1 показан вид сверху на типовую печатную плату.

К примеру, примем, что по проводникам печатной платы протекают синусоидальные и периодические напряжения и токи. Обычно предполагаем, что при низких частотах (ниже 30 МГц) проводящие дорожки между электронными компонентами являются идеальными электрическими соединениями и не влияют на напряжение и ток: т.е., не вызывают потери мощности, задержки

прохождения и искажений. Однако знаем, что такое предположение не совсем верно, так скорость движения свободных электронов по дорожкам печатной платы не является бесконечной. В результате возникает задержка между моментом подачи напряжения (или тока) на один конец дорожки и моментом появления напряжения (или тока) на другом конце. Скорость движения электронов зависит от диэлектрического материала и формы проводящей дорожки. Из-за этой задержки существует мгновенное распределение напряжения и тока по дорожке. Известно, что между значениями мгновенного напряжения и мгновенного тока существует определенное отношение, которое мы называем *характеристическим полным сопротивлением Z_0* дорожки. Кроме того существуют потери (в том числе преобразование энергии в другие формы, например, в тепловую), связанные с проводниками и диэлектриком печатной платы. Кумулятивный эффект от этих процессов приводит к нарушению формы изменяющегося во времени напряжения или тока (*сигнала*) при подаче от одного компонента к другому. Подобное нежелательное нарушение формы сигналов называются *искажением*. Искажение снижает качество электрических сигналов, передаваемых между компонентами по дорожкам печатной платы. Для описания качества электрических сигналов применяют термин «*целостность сигналов*». Одним из аспектов, обеспечивающих высокую целостность сигналов на печатной плате, является минимизация искажений, связанных с дорожками печатной платы.

ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ

- а) Время нарастания импульсов на входе = _____ нс
 б) Время нарастания импульсов на выходе = _____ нс
 в) Измеренная задержка прохождения сигналов между входом и выходом = _____ пс

4. Наблюдения и выводы

- 4.1. Составить отчет
 4.2. Определить величину задержки прохождения сигналов в микрополосковой линии и опишите полученные результаты ниже.

К теме 10. Индустриальные помехи.

Лабораторная работа: «Измерение переходного полного сопротивления»

Цель работы: Учебно-воспитательная по формированию знаний, умений и навыков исследования параметров элементов РЭС. Измерить переходное полное сопротивление коаксиального кабеля как функцию от частоты. Понять значимость переходного полного сопротивления как показателя экранирующей способности кабеля.

№ п/п	Отрабатываемый вопрос:	Расчетное время мин	Примечание:
1.	Вводная часть. Цели работы.	10	
2.	Изучение методических указаний, лабораторного стенда, требований безопасности при работе с лабораторным оборудованием.	20	
3.	Выполнение студентами лабораторной работы, согласно методических указаний.	140	
4.	Заключительная часть. Сдача отчетов на проверку.	10	

Методические указания по выполнению лабораторной работы:

1. Необходимое оборудование

1.1. Радиочастотный анализатор спектра 9 кГц–3 ГГц Keysight Technologies N9320B или аналог.

1.2. Осциллограф Keysight Technologies DSO1022A / DSO6032A / DSO7032A или аналог.

1.3. Модуль источника электромагнитных помех ME1400.

1.4. Генератор сигналов (необязательно).

1.5. Модуль линии передачи ME1400.

1.6. Один переходник с вилки N на розетку SMA.

1.7. Один коаксиальный кабель с вилкой SMA на обоих концах, 1 м.

1.8. Один коаксиальный кабель с вилкой SMA на обоих концах, 0,18 м.

2. Методика.

Как правило, экран кабеля представляет собой проводящий материал, окружающий кабель. Эффективность экрана с точки зрения защиты кабеля от внешних электромагнитных полей зависит от характеристики, называемой «переходным полным сопротивлением» (Z_T). В рамках этой лабораторной работы измерим переходное полное сопротивление коаксиального кабеля. Чем меньше переходное полное сопротивление, тем эффективнее экран. Дополнительную информацию о переходном полном сопротивлении смотрите в приложении к этой лабораторной работе. Переходное полное сопротивление качественного экрана обычно измеряется единицами миллиом. Для измерения переходного полного сопротивления через экран пропускают переменный ток с известной силой тока. Распределение тока по сечению экрана происходит в соответствии с поверхностным эффектом: плотность тока максимальна в поверхностном слое и экспоненциально уменьшается по мере удаления от поверхности. Если толщина экрана недостаточна, то электрический потенциал будет присутствовать в продольном направлении во внутреннем слое. Переходное полное сопротивление определяется как отношение этой разницы потенциалов к силе тока на единицу длины.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

- а) Мощность, измеренная с помощью анализатора спектра, $P_{dBm} = \underline{\hspace{2cm}}$ дБ/мВт
- б) Величина напряжения на входе, $V = \underline{\hspace{2cm}}$ В
- в) Переходное полное сопротивление, $Z_T = \underline{\hspace{2cm}}$ Ом/м

2.8. Если есть генератор сигналов, который способен формировать синусоидальные колебания с частотой до 50 МГц, повторите шаги 4–7 на частотах 15 МГц, 20 МГц, 25 МГц 50 МГц.

2.9. Постройте график зависимости величины переходного полного сопротивления от частоты.

Выводы

1. В чем заключается значение измеренного переходного полного сопротивления Z_T ?
2. Увеличивается или уменьшается переходное полное сопротивление по мере увеличения частоты с точки зрения теории?
3. Чему равно ожидаемое значение Z_T при постоянном токе?
4. Можно ли использовать осциллограф для измерения напряжения на дальнем конце вместо анализатора спектра? Объясните, почему обычно это невозможно.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для промежуточного контроля (экзамена)

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ

1. Параметры РЭС влияющие на их ЭМС.
2. ЭМО и ее параметры.
3. Проблема ЭМС и ее решение.
4. Особенности совместной работы передающей и приемной антенн.
5. Принцип размещения антенн.
6. Причины вызывающие проблему ЭМС РЭС.
7. Параметры РЭС.
8. Характеристика частотной избирательности.
9. Методы моделирования характеристик ЭМС.
10. Естественные помехи.
11. Искусственные помехи.
12. Внутренние помехи
13. Параметры антенн.
14. Параметры антенны, влияющие на проблему ЭМС РЭС.
15. Влияние работа антенны на снижение межсистемных помех.
16. Источник помех РПДУ – основных и нежелательных.
17. Методы решения проблем внутрисистемных помех.
18. Методы решения проблем межсистемных помех.
19. Оценка ЭМС РЭС в заданной ЭМО
20. Каналы приема на промежуточной частоте.
21. Каналы приема на зеркальном канале.
22. Каналы комбинационные радиоприема
23. Помехи комбинационных частот
24. Помехи паразитного излучения
25. Помехи частоты излучения на субгармониках.
27. Помехи частоты излучения на гармониках
28. Помехи частоты интермодуляционного излучения
29. Мощность шумовой помехи
30. Напряжение шумовой помехи
31. Помехи дуговой сварочной аппаратуры
32. Помехи контактной сети.
33. Помехи бытовых электроустройств
34. Пути распространения непреднамеренных помех
35. Коэффициент связи антенн в свободном пространстве
36. Прямое прохождение помех
37. Побочные каналы приема
38. Влияние помехи в виде эффектов блокирования или перекрестной модуляции
39. Интермодуляция в приемнике
40. Внеполосные эффекты радиоприема

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ

1. Направленные свойства антенны «Волновой канал».
2. Направленные свойства антенны ЛПА.
3. Направленные свойства цилиндрической спиральной антенны при $d = \lambda$

4. Направленные свойства цилиндрической спиральной антенны при $d \ll \lambda$.
5. Направленные свойства цилиндрической спиральной антенны при $d \gg \lambda$
6. Направленные свойства системы излучателей из цилиндрических спиральных антенн при $d = \lambda/2$
7. Направленные свойства симметричного вибратора при $\ell = \lambda/4$
8. Направленные свойства симметричного вибратора при $\ell = \lambda/2$
9. Направленные свойства симметричного вибратора при $\ell < \lambda/4$
10. Направленные свойства симметричного вибратора при $\ell = \lambda$.
11. Направленные свойства рупора.
12. Направленные свойства однозеркальной антенны
13. Направленные свойства двухзеркальной антенны.
14. Оценка параметров ФАР базовой станции
15. Исследование параметров взаимного влияния для ФАР базовых станций.
16. Обосновать комбинационные частоты при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц, Определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
17. Обосновать комбинационные частоты многочастотном режиме при $f_1 = 7$ МГц и $f_2 = 9$ МГц. Определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
18. Обосновать частоты паразитного излучения при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
19. Обосновать частоты паразитного излучения при $f_1 = 1800$ МГц, $f_2 = 1850$ МГц, $f_3 = 2100$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
20. Обосновать частоты излучения на субгармониках при $f_1 = 1800$ МГц, $f_2 = 1850$ МГц, $f_3 = 2100$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
21. Обосновать частоты излучения на субгармониках при $f_1 = 146$ МГц, $f_2 = 875$ МГц, $f_3 = 925$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.
22. Обосновать частоты излучения на субгармониках при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи
23. Обосновать частоты излучения на гармониках при $f_1 = 146$ МГц, $f_2 = 875$ МГц, $f_3 = 925$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи
24. Обосновать частоты излучения на гармониках при $f_1 = 1800$ МГц, $f_2 = 1850$ МГц, $f_3 = 2100$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи
25. Обосновать частоты излучения на гармониках при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи
26. Определить мощность шумовой температуры на входе радиоприемника спутниковой связи, если $T_n = 6,0 \cdot 10^2$ град. Венеры на частотах от 1 до 4 ГГц при полосе частот для 100 каналов телефонных (один канал 4 кГц)
27. Определить мощность шумовой температуры на входе радиоприемника спутниковой связи, если $T_n = 10^4$ град. Солнца на частотах от 1 до 6 ГГц при полосе частот для 100 каналов телефонных (один канал 4 кГц)

28. Определить мощность шумовой температуры на входе радиоприемника спутниковой связи, если $T_{\text{я}} = 2.0 \cdot 10^2$ град. Луны на частотах от 1 до 4 ГГц при полосе частот для 100 каналов телефонных (один канал 4 кГц)

29. Обосновать частоты интермодуляционного излучения при $f_1 = 7$ МГц, $f_2 = 9$ МГц, $f_3 = 11$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

30. Обосновать частоты интермодуляционного излучения при $f_1 = 146$ МГц, $f_2 = 875$ МГц, $f_3 = 925$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

28. Обосновать частоты интермодуляционного излучения при $f_1 = 1800$ МГц, $f_2 = 1850$ МГц, $f_3 = 2100$ МГц. и определить частоту помехи РЭС и диапазон помехи.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	Включает <i>нижестоящий</i> уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. **Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств** : учебное пособие / В. В. Смирнов, С. Ю. Страхов, Н. В. Сотникова, А. Г. Давидчук ; под ред. В. В. Смирнова ; Балт. гос. технич. ун-т "Военмех" им. Д. Ф. Устинова. - Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д. Ф. Устинова, 2018. - 1 on-line, 116 с. - **URL**: <https://e.lanbook.com/reader/book/122103/#1> (дата обращения: 10.03.2021) . - Режим доступа: по подписке. - **ISBN 978-5-907054-35-6** : Б. ц. - Текст : электронный. **Электронный учебник: КО = 1**

б) дополнительная литература:

1. Пониматкин В.Е. Шпилевой А.А. Теория антенн. Учебное пособие – Калининград. РГУ. 2017. С. 160

2. Шпилевой А.А. Пониматкин В.Е. Техника антенн Учебное пособие. – Калининград. РГУ. 2017. С. 180

3. **Марков, Г. Т.** Возбуждение электромагнитных волн / Г. Т. Марков, А. Ф. Чаплин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Радио и связь, 1983. - 296 с.: ил. - 3.20 р. - Текст: непосредственный. **Экземпляров всего : 1**

4. **Сазонов, Д. М.** Антенны и устройства СВЧ : учеб. для вузов по спец. "Радиотехника" / Д. М. Сазонов. - М. : Высш. шк., 1988. - 432 с. : ил. - Библиогр.: с.426(19 назв.). - **ISBN 5-06-001149-6** : 1.40= р. - Текст : непосредственный. **Экземпляров всего : 1**

5. **Радиотехнические устройства и элементы радиосистем** : учеб. пособие / В. А. Каплун [и др.]. - М. : Высш. шк., 2002. - 294 с. ; 294 с. : ил. - Библиогр.: с. 291. - **ISBN 5-06-004043-7** : 58.41 р. - Текст : непосредственный. **Экземпляров всего : 2**

Вся рекомендуемая литература имеется в библиотеке РГУ им. И. Канта и в читальном зале №3.

Интернет-источники:

- <http://newsdesk.pcmag.ru/node/30039>).
- Michael Beck Ethernet in the First Mile. – London: McGraw-Hill. 289 с.
- <http://www.teralink.ru/?do=stech1&id=67>
- <http://www.globaloptical.ru/info/i/2>
- http://ipcom.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=374&Itemid=65
- <http://fibertool.ru/articles/optical-fibre/cwdm.html>
- <http://www.telekom.org.ru/content/view/255/243>
- Сети FTTx <http://ukrcomline.com.ua/ru/fttx/fttx/>
- http://ukrcomline.com.ua/ru/fttx/fttx_3/fttx_3-1/
- <http://www.nateks.ru/products/>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по MBA
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

Занятия проводятся с учетом:

- 1. Лекционная аудитория на 80 человек со средствами мультимедиа в составе: экран, проектор EPSON EB-450W, моноблок MSI AE 222 G.*
- 2. Лабораторные учебные стенды «Электротехника, основы электроники, электрические машины, электрический привод» ЭЛБ-Э-2 – 6 шт.*
- 3. Лаборатория (аудитория №310) с семью лабораторными стендами по ЭМС РЭС на шесть человек.*
- 4. Лаборатория (аудитория №308) с десятью лабораторными стендами по исследованию направленных свойств антенных устройств в интересах ЭМС РЭС на группу в 20 человек.*

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы кодирования и сжатия информации»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Алещенко Алексей Николаевич, к. т. н., доцент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Системы кодирования и сжатия информации».

Цель дисциплины «Системы кодирования и сжатия информации» - изучение основных методов теории кодирования, сжатия и восстановления информации, а также рассмотрение аспектов их практического применения.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПКС-1. Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации</p>	<p>ПКС-1.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.3. Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению</p>	<p>Знать: основные методы расчета, анализа и синтеза систем передачи и обработки информации; основы теории выбора, формирования сигналов, кодирования и декодирования источников сообщений и каналов связи; методы сжатия информации; методы оценки помехоустойчивости системы связи; Уметь: использовать элементную базу и узлы для построения и ремонта радиотехнических систем передачи информации.</p>
<p>ПКС-2. Готовность выполнять работы по локализации, анализу, диагностики неисправностей, ограничению воздействия неисправностей, устранению неисправностей оборудования оптических транспортных сетей и сетей передачи данных, измерительные и настроечные работы на оптической кабельной сети, проверка ее функционирования после восстановления и ввода в эксплуатацию</p>	<p>ПКС-2.1. Знает теоретические основы электросвязи и инфокоммуникационных технологий, основы построения компьютерных сетей, основы построения взаимосвязанных телекоммуникационных сетей, принципы и структуру базовой эталонной модели взаимодействия открытых систем, основы построения взаимосвязанных телекоммуникационных сетей, сигнализацию и синхронизацию в телекоммуникационных сетях, структуру системы рекомендаций и стандартов в области телекоммуникаций ПКС-2.2. Умеет анализировать сообщения о наличии технической проблемы в работе сети связи, локализовать неисправности станционного оборудования связи, контролировать устранение неисправности станционного оборудования связи в результате ПКС-2.3. Владеет навыками анализа сообщений о наличии технических проблем в работе сети связи, локализации неисправности станционного оборудования связи, вызвавшей техническую проблему в работе сети связи, контроля устранения неисправности станционного оборудования связи, разработки предложений по улучшению процесса устранения технических проблем в работе сети связи</p>	<p>Владеть: навыками технического обслуживания систем передачи информации; проведения научно-технических расчетов характеристик систем связи; практическими навыками реализации схемных решений, практической реализации конкретных схемных решений.</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы кодирования и сжатия информации» представляет собой дисциплину части, формируемая участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема № 1. Основы теории кодирования	Основная задача и применения систем кодирования и сжатия информации. Структурная схема радиотехнической системы передачи информации, назначение ее узлов. Проблема помехоустойчивости канала связи. Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия теории кодирования. Классификация методов кодирования. Целесообразность применения корректирующих кодов. Обнаружение и исправление ошибок корректирующими кодами. Помехоустойчивость приема.
2	Тема № 2. Информационные характеристики источников	Характеристики дискретных источников. Характеристики аналоговых источников.
3	Тема № 3. Информационные характеристики каналов	Модели дискретных каналов. Характеристики непрерывных каналов. Характеристики дискретных каналов. Пропускная способность непрерывных каналов. Пропускная способность дискретных каналов. Теоремы кодирования для дискретного канала. Теорема кодирования для непрерывного канала.
4	Тема № 4. Кодирование для дискретных источников	Равномерное кодирование для дискретных источников без памяти. Неравномерное кодирование для дискретных источников без памяти. Кодирование для стационарных источников с памятью. Алгоритм Лемпела-Зива.
5	Тема № 5. Кодирование для аналоговых источников – оптимальное квантование	Преобразование сигнала из непрерывной в цифровую форму. Функция скорость-искажение. Скалярное квантование. Векторное квантование. Временное сигнальное кодирование. Спектральное кодирование сигнала. Модельное кодирование источника.
6	Тема № 6. Помехоустойчивое (канальное) кодирование	Общие свойства линейных блочных кодов. Коды Хэмминга и М-последовательности. Коды Адамара. Полиномиальные коды. Циклические коды. Итеративные и каскадные коды. Кодирование в каналах с памятью. Сверточные (решетчатые) коды. Кодированная модуляция (сигнально-кодовые конструкции).
7	Тема № 7. Кодирование и сжатие данных в компьютерных сетях	Цифровое кодирование на физическом уровне. Логическое кодирование. Применение кодирования для модуляции аналоговых сигналов. Обнаружение и коррекция ошибок передачи данных на канальном уровне. Компрессия данных.

6 Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема № 1. Основы теории кодирования	Основная задача и применения систем кодирования и сжатия информации. Классификация методов кодирования.
2	Тема № 2. Информационные характеристики источников	Характеристики дискретных источников. Характеристики аналоговых источников.
3	Тема № 3. Информационные характеристики каналов	Модели дискретных каналов.
4	Тема № 4. Кодирование для дискретных источников	Кодирование для дискретных источников
5	Тема № 5. Кодирование для аналоговых источников – оптимальное квантование	Кодирование для аналоговых источников

6	Тема № 6. Помехоустойчивое (канальное) кодирование	Помехоустойчивое (канальное) кодирование
7	Тема № 7. Кодирование и сжатие данных в компьютерных сетях	Цифровое кодирование на физическом уровне.

Рекомендуемый перечень тем практических работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема № 1. Основы теории кодирования	Пример неравномерного двоичного кода. Построение префиксного кода по алгоритму Шеннона-Фано для двоичного кода. Расчет вероятности пропуска ошибки.
2	Тема № 2. Информационные характеристики источников	Определение условной энтропии и энтропии дискретного источника. Определения количества символов для передачи заданного количества информации. Выражение для дифференциальной энтропии гауссовской величины.
3	Тема № 3. Информационные характеристики каналов	Нахождение средней взаимной информации для непрерывного источника. Определение взаимной информации и расчет скорости передачи информации по каналу. Определение пропускной способности дискретного канала.
4	Тема № 4. Кодирование для дискретных источников	Построение двоичного кода для ДИБП и оценка среднего количества битов на исходный символ.
5	Тема № 5. Кодирование для аналоговых источников – оптимальное квантование	Расчет СКО на символ для гаусского источника без памяти. Построение 4-уровневого неравномерного квантователя для гауссовской амплитуды сигнала с нулевым средним и единичной дисперсией.
6	Тема № 6. Помехоустойчивое (канальное) кодирование	Построение кодера блокового линейного кода с порождающей матрицей (7,4). Построение кодера проверочного кода с циклическим полиномом. Построение двоичного сверточного кодера для кода с заданной скоростью. Построение решетки двоичного сверточного кодера для кода с заданной скоростью. Построение решетки декодера сверточного кода по алгоритму Виттерби. Синтезирование кодера Унгербоэка ФМ-8.
7	Тема № 7. Кодирование и сжатие данных в компьютерных сетях	Построение логического кода 4В/5В для технологий FDDI и Fast Ethernet. Построение скремблера, реализующего операцию $B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5}$.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным и практическим занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по изученным темам:

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм,

средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения,

контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема № 1. Основы теории кодирования	ПКС-1 ПКС-2	Опрос, решение задач
Тема № 2. Информационные характеристики источников	ПКС-1 ПКС-2	Опрос, решение задач
Тема № 3. Информационные характеристики каналов	ПКС-1 ПКС-2	Опрос, решение задач
Тема № 4. Кодирование для дискретных источников	ПКС-1 ПКС-2	Опрос, решение задач
Тема № 5. Кодирование для аналоговых источников – оптимальное квантование	ПКС-1 ПКС-2	Опрос, решение задач
Тема № 6. Помехоустойчивое (канальное) кодирование	ПКС-1 ПКС-2	Опрос, решение задач
Тема № 7. Кодирование и сжатие данных в компьютерных сетях	ПКС-1 ПКС-2	Опрос, решение задач

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

По теме 1. Основы теории кодирования

1. Привести пример неравномерного двоичного кода.
 2. Построить префиксный код по алгоритму Шеннона-Фано для двоичного кода.
- Пусть алфавит X источника состоит из символов x_i , $i = 1, 2, \dots, 6$. Вероятности появления символов на выходе источника, соответственно, равны $P(x_1) = 0,4$, $P(x_2) = 0,3$, $P(x_3) = 0,1$, $P(x_4) = 0,08$, $P(x_5) = 0,07$ и $P(x_6) = 0,05$.
- Рассчитать вероятность пропуска ошибки в 1-ом приближении для кода с проверкой на четность.

По теме 2. Информационные характеристики источников

1. Определить условную энтропию и энтропию дискретного источника.
- Пусть дискретный источник равновероятно выдает двоичную цифру 0 или 1 каждые τ секунд. Количество информации, доставляемое цифрой, $I(x_i) = -\log_2 P(x_i) = -\log_2 \frac{1}{2} = 1$ (бит), $x_i = 0, 1$. Пусть последовательные цифры на выходе источника статистически независимы, то есть источник не имеет памяти. Всего есть $M = 2^k$ возможных k -битовых блоков источника, каждый – с вероятностью $1/M = 2^{-k}$ и длительностью $k\tau$. Собственная информация блока за время $k\tau$ равна $I_k = -\log_2 2^{-k} = k$ (бит).
- 2. Определить сколько требуется n символов для передачи количества информации $I = nH(X)$ от источника с энтропией $H_{\max}(X)$ и показать, что $H(X_1, X_2, \dots, X_k) \leq \sum_{i=1}^k H(X_i)$
- 3. Получить выражение дифференциальной энтропии гауссовской величины X с распределением $w(x) = \left(1/\sqrt{2\pi\sigma_x^2}\right) \exp\left(-x^2/(2\sigma_x^2)\right)$, средним a и дисперсией σ_x^2 .

По теме 3. Информационные характеристики каналов

1. Найти среднюю взаимную информацию для непрерывного канала.
- Пусть случайная величина $Y = X + N$, где X и N - независимые гауссовские величины с дисперсией σ_x^2 и σ_n^2 , соответственно. Рассмотрим X и Y как амплитуды импульсов на входе и выходе канала, соответственно, а N - как аддитивный шум, добавляющийся к импульсам при передаче по каналу.

2. Определить взаимную информацию о символах $X=0, X=1$ и рассчитать скорость передачи информации по каналу. Пусть X и Y - случайные двоичные $\{0,1\}$ величины на входе и выходе канала. Пусть входные символы равновероятны.
3. Определить пропускную способность дискретного канала.

По теме 4. Кодирование для дискретных источников

1. Для ДИБП построить двоичный код $m=2$ и оценить среднее число битов на исходный символ. Возьмем ДИБП с символами $x_i, i=1,2,\dots,7$, имеющими заданные вероятности выбора. Построить кодовое дерево. Символы источника расположим в порядке убывания их вероятностей. Пусть $P(x_1)=0,35, P(x_2)=0,30, P(x_3)=0,20, P(x_4)=0,10, P(x_5)=0,04, P(x_6)=0,005$ и $P(x_7)=0,005$.

По теме 5. Кодирование для аналоговых источников - оптимальное квантование

1. Рассчитать СКО на символ ($p=2$) для гауссовского источника без памяти. Возьмем гауссовский источник без памяти с ФПВ

$$w(x) = \left(1/\sqrt{2\pi\sigma_x^2}\right) \exp\left(- (x-a)^2 / (2\sigma_x^2)\right), \text{ математическим ожиданием } a \text{ и дисперсией } \sigma_x^2.$$

2. Построить 4-уровневый ($L=4$) неравномерный квантователь для гауссовской амплитуды сигнала с нулевым средним и единичной дисперсией.

По теме 6. Помехоустойчивое (канальное) кодирование

1. Построить кодер блочного линейного кода с порождающей матрицей (7,4)

$$\mathbf{G} = [\mathbf{I}_4 \mathbf{P}] = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

У систематического кода с порождающей матрицей

$$\mathbf{G} = [\mathbf{I}_4 \mathbf{P}] = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

кодое слово - $\mathbf{K}_\ell = (x_{\ell 1}, x_{\ell 2}, x_{\ell 3}, x_{\ell 4}, k_{\ell 5}, k_{\ell 6}, k_{\ell 7})$, где $\{x_{\ell j}\}$ - 4 информационных бита,

$\{k_{\ell j}\}$ - 3 проверочных бита, $k_{\ell 5} = x_{\ell 1} \oplus x_{\ell 2} \oplus x_{\ell 3}$, $k_{\ell 6} = x_{\ell 2} \oplus x_{\ell 3} \oplus x_{\ell 4}$, и

$$k_{\ell 7} = x_{\ell 1} \oplus x_{\ell 2} \oplus x_{\ell 4},$$

2. Построить кодер проверочного кода с циклическим полиномом

$h(D) = D^4 \oplus D^3 \oplus D^2 \oplus 1$. Для циклического кода $(7,4)$ с порождающим полиномом $g(D) = D^3 \oplus D^2 \oplus 1$ проверочный полином $h(D) = D^4 \oplus D^3 \oplus D^2 \oplus 1$.

3. Построить двоичный сверточный кодер для кода со скоростью $R = 1/2$ и $\nu = 3$.

4. Построить решетку двоичного сверточного кодера для кода со скоростью $R = 1/2$.

5. Построить решетку декодера сверточного кода по алгоритму Виттерби.

6. Синтезировать кодер Унгербоэка ФМ-8.

7. Построить скремблер, реализующий операцию $B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5}$.

Пусть скремблер делает операцию $B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5}$. Здесь A_i (B_i) - двоичная цифра кода на входе (выходе) для i -го такта работы скремблера, B_{i-3} и B_{i-5} - двоичные цифры выходного кода для тактов с номерами $i-3$ и $i-5$, соответственно, \oplus - операция исключающего ИЛИ (сложения по mod 2). Входная комбинация 1101100000 01.

По теме 7. Кодирование и сжатие данных в компьютерных сетях

1. Построить логический код $4B/5B$ для технологий *FDDI* и *Fast Ethernet*.

2. Построить скремблер, реализующий операцию $B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5}$.

Пусть скремблер делает операцию $B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5}$. Здесь A_i (B_i) - двоичная цифра кода на входе (выходе) для i -го такта работы скремблера, B_{i-3} и B_{i-5} - двоичные цифры выходного кода для тактов с номерами $i-3$ и $i-5$, соответственно, \oplus - операция исключающего ИЛИ (сложения по mod 2). Входная комбинация 1101100000 01.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Основные понятия теории кодирования
2. Классификация методов кодирования
3. Целесообразность применения корректирующих кодов
4. Обнаружение и исправление ошибок корректирующими кодами
5. Помехоустойчивость приема
6. Характеристики дискретных источников информации
7. Характеристики непрерывных источников информации
8. Модели дискретных каналов связи
9. Характеристики непрерывных каналов связи

10. Характеристики дискретных каналов связи
11. Пропускная способность непрерывных каналов связи
12. Пропускная способность дискретных каналов связи
13. Теоремы кодирования для дискретного канала связи
14. Теорема кодирования для непрерывного канала связи
15. Равномерное кодирование для дискретных источников без памяти
16. Неравномерное кодирование для дискретных источников без памяти
17. Кодирование для стационарных источников с памятью
18. Алгоритм Лемпела-Зива
19. Преобразование сигнала из непрерывной, в цифровую форму
20. Функция скорость-искажение. Теорема Шеннона о кодировании источника с заданной мерой искажения.
21. Кодирование аналоговых источников посредством скалярного квантования
22. Кодирование аналоговых источников посредством векторного квантования
23. Временное сигнальное кодирование аналогового источника
24. Модельное кодирование аналогового источника
25. Общие свойства линейных блочных кодов
26. Коды Хэмминга и M-последовательности
27. Коды Адамара
28. Полиномиальные коды
29. Кодирование циклическими кодами
30. Декодирование циклических кодов
31. Итеративные и каскадные коды
32. Кодирование в каналах с памятью
33. Кодирование решетчатыми (сверточными) кодами
34. Декодирование решетчатых (сверточных) кодов
35. Кодированная модуляция (сигнально-кодовые конструкции)
36. Цифровое кодирование данных на физическом уровне в компьютерных сетях
37. Логическое кодирование данных в компьютерных сетях
38. Применение кодирования для модуляции аналоговых сигналов в компьютерных сетях
39. Обнаружение и коррекция ошибок передачи данных на канальном уровне в компьютерных сетях
40. Компрессия данных
41. Представление десятичных чисел в D-кодах в вычислительной технике

42. Сложение чисел в Д-кодах
 43. Представление отрицательных чисел в Д-кодах
 44. Вычитание чисел в Д-кодах
 45. Умножение чисел в Д-кодах
 46. Деление чисел в Д-кодах

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Васильев, К. К. Теория электрической связи: учебное пособие / К. К. Васильев, В. А. Глушков, А. Г. Нестеренко. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. - 468 с. -

- ISBN 978-5-9729-0726-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836494> (дата обращения: 30.04.2022). – Режим доступа: по подписке.
2. Ляшева, С. А. Теория информации и кодирования: учебно-методическое пособие / С. А. Ляшева. — Казань: КНИТУ-КАИ, 2020. — 120 с. — ISBN 978-5-7579-2493-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193503> (дата обращения: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 3. Васюков, В. Н. Общая теория связи: учебник / В. Н. Васюков. — Новосибирск: НГТУ, 2017. — 580 с. — ISBN 978-5-7782-3010-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118258> (дата обращения: 30.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Лебедько Е. Г. Теоретические основы передачи информации: учеб. пособие для вузов / Е. Г. Лебедько. - СПб. [и др.] : Лань, 2011. - 349 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 345-346 (54 назв.). - ISBN 978-5-8114-1139-9
2. Литвинская О. С. Основы теории передачи информации: учеб. пособие для вузов / О. С. Литвинская, Н. И. Чернышев. - Москва: КноРус, 2013. - 168 с. - (Бакалавриат). - Библиогр.: с. 165. - ISBN 978-5-406-00049-6
3. Умняшкин С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов: [учеб. пособие для вузов] / С. В. Умняшкин. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Техносфера, 2017. - 527 с.: ил. - (Мир цифровой обработки; 11-14). - Библиогр.: с. 525-527 (63 назв.). - ISBN 978-5-94836-484-1
4. Вернер М. Основы кодирования: учебник для ВУЗов / М. Вернер; пер. с нем. Д. К. Зигангирова. - М.: Техносфера, 2004. - 286 с.: ил. - (Мир программирования). - Библиогр.: с.281-282(13 назв.). - ISBN 3-528-03951-5. - ISBN 5-94836-019-9
5. Захаров В. Е. Системы кодирования и сжатия информации: учеб. пособие / В. Е. Захаров; Калинингр. гос. ун-т. - Калининград : Изд-во КГУ, 2002. - 92 с. - Библиогр.: с. 90. - ISBN 5-88874-286-4: 22.00 р. - Текст: непосредственный. Экземпляров - 92,
6. Андреев Р. Н. Теория электрической связи: курс лекций : учеб. пособие для вузов / Р. Н. Андреев, Р. П. Краснов, М. Ю. Чепелев. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. - 230 с.: ил., табл. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 260. - ISBN 978-5-9912-0381-4

7. Биккенин Р. Р. Теория электрической связи. Случайные процессы. Помехоустойчивая передача дискретной информации: учебное пособие / СПб.гос.ун-т телекоммуникаций им. М .А. Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2001. - 157 с.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы и сети связи с подвижными объектами»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Бурмистров Валерий Иванович, старший преподаватель института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Системы и сети связи с подвижными объектами».

Цель дисциплины «Системы и сети связи с подвижными объектами» - изучение принципов работы и особенностей организации современных систем и сетей связи с подвижными объектами, изучение методов расчета основных параметров частотного плана и энергетических параметров канала связи, методов проектирования различных систем и сетей мобильной связи.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПКС-3. Способность к сбору и анализу статистических данных о работе сети и ее отдельных элементов, выработки предложений по оптимизации использования ресурсов оборудования, принятию решений о расширении оборудования, сервисов и услуг транспортных сетей и сетей передачи данных</p>	<p>ПКС-3.1. Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи ПКС-3.2. Умеет осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; разрабатывать технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям ПКС-3.3. Владеет навыками выработки решений по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, оборудования и технологий</p>	<p>Знать частотные планы, протоколы связи, функциональные схемы и технические характеристики различных стандартов мобильной связи; тенденции развития систем подвижной радиосвязи, их интеграции; Уметь формулировать требования к радиосистемам в зависимости от класса трафика и показателей качества; Владеть навыками оценки конкурентоспособности и перспективности разрабатываемых и действующих радиосистем</p>
<p>ПКС-5. Способен осуществлять монтаж, настройку, регулировку, тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи, обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих</p>	<p>ПКС-5.1. Знает действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов, методики проведения проверки технического состояния оборудования, трактов и каналов передачи ПКС-5.2. Умеет вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи ПКС-5.3. Владеет навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования программного обеспечения</p>	<p>Знать методы обработки информационных сигналов в радиосистемах; Уметь использовать типовые средства систем профессиональной радиосвязи, различных систем цифровой и аналоговой сотовой связи; выбирать для конкретных условий оптимальную схему организации мобильной радиосвязи Владеть навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой.</p>

установленным эксплуатационно-техническим нормам	оборудования при его настройке, тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования	
ПКС-8. Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	ПКС-8.1. Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации ПКС-8.2. Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта ПКС-8.3. Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации	Знать характеристики и основные модели радиоканалов в системах подвижной связи; Уметь оценивать пропускную способность радиосистем подвижной связи; прогнозировать прохождение радиоволн в системах мобильной связи различных типов Владеть навыками проектирования системы мобильной связи с учетом конкретных требований; использования профессиональных САПР в области планирования радиосетей

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы и сети связи с подвижными объектами» представляет собой дисциплину по выбору части, формируемая участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные

занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Тема 1. Общие принципы построения систем подвижной радиосвязи.	Классификация сетей мобильной связи. Основные особенности сотовой архитектуры. Поколения сетей мобильной связи. Преимущества цифровых стандартов мобильной связи. Основные особенности сотовой архитектуры. Тенденции роста мобильного трафика. Функциональная схема ССС и ее основные элементы: мобильный терминал, базовая станция, центр коммутации. Сети с макросотовой, микросотовой, пикосотовой структурой, пакетные радиосети. Методы многостанционного доступа, протоколы обмена, системы сетевого управления, планы и диапазоны частот, понятие о соте, кластере. Принцип динамического распределения каналов и автоматического регулирования мощности.
2	Тема 2. Основные закономерности распространения радиосигналов в сетях мобильной связи.	Особенности распространения радиоволн при различном рельефе местности, в городских условиях. Быстрые и медленные замирания сигнала, методы борьбы с ними.
3	Тема 3. Планирование сетей мобильной радиосвязи.	Алгоритм планирование сетей мобильной радиосвязи. Подготовка исходных данных. Декомпозиция на однородные сегменты. Расчет бюджета радиоканала. Выбор модели распространения радиоволн. Расчет зоны покрытия. Частотно-территориальное планирование сети. Интерактивная структурная и параметрическая оптимизация сети начального приближения с применением электронных карт местности и специализированных САПР. ГОСТ Р 55897-2013.
4	Тема 4. Сети сотовой связи стандарта GSM.	Основные характеристики стандартов GSM-900, GSM-1800 и GSM-1900. Архитектура сетей стандарта GSM, назначение сетевых элементов. Структура радиointерфейса в стандарте GSM. Организация каналов в стандарте GSM. Аспекты безопасности в стандарте GSM. Обслуживание вызовов в сетях стандарта GSM. Технологии передачи данных: HSCSD, GPRS, EDGE. Планирование сети сотовой связи стандарта GSM.
5	Тема 5. Профессиональные системы подвижной радиосвязи.	Назначение, достоинства и недостатки систем транкинговой связи. Классификация транкинговых систем радиосвязи. Сравнительные характеристики

		аналоговых и цифровых стандартов систем транкинговой радиосвязи. Стандарт TETRA. Стандарт DMR. Планирование сети TETRA.
6	Тема 6. Системы подвижной радиосвязи третьего поколения (3G).	Процесс стандартизации систем 3G. 3GPP. Стандарты сетей третьего поколения. Архитектура сетей UMTS. Технологии радиодоступа в сетях UMTS. Сеть радиодоступа UMTS. Базовая сеть UMTS. Аспекты безопасности в сетях UMTS. Протоколы доступа UMTS. Обслуживание вызовов в сетях UMTS. Услуги в среде UMTS. Технологии HSDPA, HSPA+. Планирование сетей UMTS.
7	Тема 7. Сети мобильной связи четвертого поколения (4G).	Сравнительные характеристики стандартов LTE и LTE-Advanced. Архитектура сети, технологии радиодоступа, логические, транспортные и физические каналы стандарта LTE. Взаимодействие с сетями 3G. Услуги в сетях LTE. Планирование сети LTE.
8	Тема 8. Сети мобильной связи пятого поколения (5G).	Основные характеристики сетей пятого поколения. Архитектура сетей 5G, сценарии перехода от сетей четвертого к сетям пятого поколения, технологии радиодоступа, логические, транспортные и физические каналы стандарта 5G. Услуги в сетях 5G. Планирование сети 5G. Перспективы развития сетей мобильной связи.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Общие принципы построения систем подвижной радиосвязи.	Классификация сетей мобильной связи. Поколения сетей мобильной связи. Функциональная схема ССС и ее основные элементы.
2	Тема 2. Основные закономерности распространения радиосигналов в сетях мобильной связи.	Особенности распространения радиоволн в городских условиях.
3	Тема 3. Планирование сетей мобильной радиосвязи.	Алгоритм планирование сетей мобильной радиосвязи. Построение сети начального приближения. Оптимизация сети начального приближения.
4	Тема 4. Сети сотовой связи стандарта GSM.	Основные характеристики стандартов GSM, архитектура, структура радиointерфейса. Организация каналов, безопасность, обслуживание вызовов. Технологии передачи данных. Планирование сети сотовой связи стандарта GSM.
5	Тема 5. Профессиональные системы подвижной радиосвязи.	Стандарты систем транкинговой радиосвязи. Планирование сети TETRA.
6	Тема 6. Системы подвижной радиосвязи третьего поколения (3G).	Стандарт UMTS. Планирование сетей UMTS.
7	Тема 7. Сети мобильной связи четвертого поколения (4G).	Стандарты LTE и LTE-Advanced. Планирование сети LTE.
8	Тема 8. Сети мобильной связи пятого поколения (5G).	Сети 5G. Перспективы развития сетей мобильной связи. Планирование сети 5G.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Тема 3. Планирование сетей мобильной радиосвязи.	Подготовка электронной карты местности Знакомство с программным продуктом HTZ communications.
2	Тема 4. Сети сотовой связи стандарта GSM.	Планирование сети сотовой связи GSM для района города Калининграда.
3	Тема 5. Профессиональные системы подвижной радиосвязи.	Планирование сети TETRA для района города Калининграда.
4	Тема 6. Системы подвижной радиосвязи третьего поколения (3G).	Планирование сети UMTS для района города Калининграда.
5	Тема 7. Сети мобильной связи четвертого поколения (4G).	Планирование сети LTE для района города Калининграда.
6	Тема 8. Сети мобильной связи пятого поколения (5G).	Планирование сети 5G для района города Калининграда.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по изученным темам.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов характеристик планируемой сети, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Общие принципы построения систем подвижной радиосвязи.	ПКС-3 ПКС-5 ПКС-8	Тестирование
Тема 2. Основные закономерности распространения радиосигналов в сетях мобильной связи.	ПКС-3 ПКС-5 ПКС-8	Тестирование
Тема 3. Планирование сетей мобильной радиосвязи.	ПКС-3 ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 4. Сети сотовой связи стандарта GSM.	ПКС-3 ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 5. Профессиональные системы подвижной радиосвязи.	ПКС-3 ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 6. Системы подвижной радиосвязи третьего поколения (3G).	ПКС-3 ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 7. Сети мобильной связи четвертого поколения (4G).	ПКС-3 ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 8. Сети мобильной связи пятого поколения (5G).	ПКС-3 ПКС-5 ПКС-8	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

1. Какие из сетей мобильной связи рассчитаны на массовое обслуживание абонентов:
 - а) сети сотовой связи;
 - б) сети транкинговой связи;
 - в) сети персонального радиовызова (пейджинговые);
 - г) сети персональной спутниковой (мобильной) связи.
2. В каких сетях мобильной связи существует возможность организации циркулярного вызова:
 - а) сети сотовой связи;
 - б) сети транкинговой связи;
 - в) сети персонального радиовызова (пейджинговые);
 - г) сети персональной спутниковой (мобильной) связи.
3. Основными элементами сети мобильной связи являются:
 - а) абонентский терминал;
 - б) базовая станция;
 - в) центр коммутации;
 - г) телефонная сеть общего пользования.
4. Функциональными блоками абонентского терминала являются:
 - а) сумматор мощности;
 - б) кодер речи;
 - в) кодер канала;
 - г) контроллер связи.
5. Функциональными блоками базовой станции являются:
 - а) сумматор мощности;
 - б) кодер речи;
 - в) кодер канала;
 - г) контроллер связи.
6. Функциональными блоками центра коммутации являются:
 - а) сумматор мощности;
 - б) кодер речи;
 - в) кодер канала;
 - г) контроллер связи.

7. Основными требованиями к речевым кодекам являются:
 - а) малый динамический диапазон выходных сигналов;
 - б) низкая скорость передачи речи;
 - в) высокая скорость передачи речи;
 - г) большой динамический диапазон выходных сигналов.
8. Основными требованиями к каналу связи сети мобильной связи являются:
 - а) количество каналов радиосвязи должно быть равно числу абонентов абонентов;
 - б) каналы радиосвязи должны иметь полосы частот, обеспечивающие передачу стандартных сигналов;
 - в) помехи и искажения в радиоканалах не должны ухудшать качество составных каналов при сопряжении различных систем связи;
 - г) входные и выходные уровни радиосистемы должны обеспечивать стандартный интерфейс между каналами различных систем.
9. Достоинства УКВ диапазона:
 - а) большая частотная емкость;
 - б) малые затухания сигналов на трассах радиосвязи;
 - в) отсутствие влияния атмосферных помех;
 - г) малые колебания уровней радиосигналов при движении объектов.
10. Медленные замирания это:
 - а) изменение средней мощности сигнала, обусловленное дифракцией;
 - б) изменение средней мощности сигнала, обусловленное многолучевым распространением сигнала;
 - в) быстрые изменения мощности сигнала относительно среднего значения, обусловленные многолучевым распространением сигнала;
 - г) быстрые изменения мощности сигнала относительно среднего значения, обусловленные.
11. Быстрые замирания это:
 - а) изменение средней мощности сигнала, обусловленное дифракцией;
 - б) изменение средней мощности сигнала, обусловленное многолучевым распространением сигнала;
 - в) быстрые изменения мощности сигнала относительно среднего значения, обусловленные многолучевым распространением сигнала;
 - г) быстрые изменения мощности сигнала относительно среднего значения, обусловленные.
12. Интенсивность медленных замираний не превышает:

- а) 1 дБ;
 - б) 10 дБ;
 - в) 40 дБ;
 - г) 60 дБ.
13. Интенсивность быстрых замираний не превышает:
- а) 1 дБ;
 - б) 10 дБ;
 - в) 40 дБ;
 - г) 60 дБ.
14. Периодичность медленных замираний соответствует перемещению подвижной станции на расстояние порядка:
- а) 1 см;
 - б) 10 см;
 - в) 10 м;
 - г) 100 м.
15. Периодичность быстрых замираний соответствует перемещению подвижной станции на расстояние порядка:
- а) 1 см;
 - б) 10 см;
 - в) 10 м;
 - г) 100 м.
16. Для борьбы с последствиями быстрых замираний используют:
- а) помехоустойчивое кодирование;
 - б) разнесенный прием;
 - в) управляемое переключение частот;
 - г) кодирование речи с низкими скоростями.
17. Параметр связности позволяет оценить:
- а) пороговое отношение сигнал/шум;
 - б) скорость передачи данных в канале;
 - в) надежность радиосвязи;
 - г) мощность шума на входе приемника.
18. В методе большого расстояния поле принимается:
- а) *стационарным, монотонным и гладким;*
 - б) *нестационарным, монотонным и гладким;*
 - в) *стационарным, немонотонным и негладким;*

- г) *нестационарным, немонотонным и негладким.*
19. В методе малого расстояния поле принимается:
- а) *стационарным, монотонным и гладким;*
 - б) *нестационарным, монотонным и гладким;*
 - в) *стационарным, немонотонным и негладким;*
 - г) *нестационарным, немонотонным и негладким.*
20. Метод большого расстояния учитывает изменение поля за счет:
- а) затухания в свободном пространстве;
 - б) дифракции на препятствиях;
 - в) интерференции вследствие многолучевого распространения;
 - г) воздействия помех.
21. Модель Окамуры рекомендовано применять:
- а) в городской местности;
 - б) в сельской местности;
 - в) на частотах выше 2 ГГц;
 - г) на расстояниях меньше 1 км.
22. Модель Хата рекомендовано применять:
- а) в городской местности;
 - б) в сельской местности;
 - в) на частотах выше 2 ГГц;
 - г) на расстояниях меньше 1 км.
23. Модель COST231-Хата рекомендовано применять:
- а) в городской местности;
 - б) в сельской местности;
 - в) на частотах выше 2 ГГц;
 - г) на расстояниях меньше 1 км.
24. Модель COST231-Уолфиш-Икегами рекомендовано применять:
- а) в городской местности;
 - б) в сельской местности;
 - в) на частотах выше 2 ГГц;
 - г) на расстояниях меньше 1 км.
25. Основными параметрами абонентской нагрузки в сетях мобильной связи являются:
- а) средняя продолжительность обслуживания вызова;
 - б) средняя интенсивность нагрузки;
 - в) средняя скорость передачи данных;

- г) число абонентов в соте.
26. Понятие уровня обслуживания используется для :
- а) определения вероятности получения доступа к каналу;
 - б) определения среднего числа абонентов в соте;
 - в) определения максимально возможной скорости передачи;
 - г) определения минимально возможного уровня сигнала.
27. Какие модель обслуживания вызовов используются в сетях мобильной связи:
- а) модель Эрланга A ;
 - б) модель Эрланга B ;
 - в) модель Эрланга C ;
28. Расстояние между ячейками, использующими одни и те же группы частот, зависит от:
- а) частотного диапазона;
 - б) допустимого уровня помех;
 - в) размерности кластера;
 - г) числа базовых станций, расположенных вокруг данной ячейки.
29. Скорость цифрового потока на выходе кодера речи в стандарте GSM составляет:
- а) 4,75 кбит/с;
 - б) 7,95 кбит/с;
 - в) 13 кбит/с;
 - г) 32 кбит/с.
30. В стандарте GSM для модуляции сигнала используется метод:
- а) QPSK;
 - б) QAM;
 - в) MSK;
 - г) GMSK.
31. Абонентскому терминалу стандарта GSM 4 класса соответствует выходная мощность:
- а) 8 Вт;
 - б) 5 Вт;
 - в) 0,8 Вт;
 - г) 2 Вт.
32. Контроллер базовых станций стандарта GSM выполняет следующие функции:
- а) управление распределением радиоканалов;
 - б) модуляция и демодуляция сигналов;

- в) маршрутизацию вызовов;
 - г) представляет интерфейс с другими сетями связи.
33. Центр коммутации стандарта GSM выполняет следующие функции:
- а) управление распределением радиоканалов;
 - б) модуляция и демодуляция сигналов;
 - в) маршрутизацию вызовов;
 - г) представляет интерфейс с другими сетями связи.
34. Какие данные об абоненте хранятся в домашнем регистре:
- а)IMEI;
 - б)IMSI;
 - в)TMSI;
 - г)LAI.
35. Какие данные об абоненте хранятся в домашнем регистре:
- а)IMEI;
 - б)IMSI;
 - в)TMSI;
 - г)LAI.
36. Какой сетевой элемент генерирует RAND/SRES/Kc:
- а) центр коммутации;
 - б) гостевой регистр;
 - в) домашний регистр;
 - г) центр аутентификации.
37. Какие алгоритмы записаны на SIM карте абонента:
- а) A3;
 - б) A5;
 - в) A8;
 - г) ни какие
38. Какие алгоритмы записаны в мобильном телефоне:
- а) A3;
 - б) A5;
 - в) A8;
 - г) ни какие
39. Какие идентификаторы записаны на SIM карте абонента:
- а) IMSI;
 - б) Ki;

- в) Кс;
 - г) ни какие.
40. Какие идентификаторы записаны в мобильном телефоне:
- а) IMSI;
 - б) Ki;
 - в) Кс;
 - г) ни какие.
41. Входными параметрами при шифровании речи в стандарте GSM являются:
- а) IMSI;
 - б) Ki;
 - в) Кс;
 - г) номер передаваемого кадра.
42. В стандарте GSM в одном частотном канале реализовано:
- а) 4 физических канала;
 - б) 6 физических каналов;
 - в) 8 физических каналов;
 - г) 12 физических каналов.
43. Максимальное время установления соединения в цифровых системах транкинговой связи составляет:
- а) 0,03 с;
 - б) 0,3 с;
 - в) 3 с;
 - г) 30 с.
44. Максимальная скорость передачи в сетях 3G при низкой подвижности абонента составляет:
- а) 144 кбит/с;
 - б) 2 Мбит/с;
 - в) 44 Мбит/с;
 - г) 100 Мбит/с.
45. Какой метод доступа используется в сетях стандарта UMTS:
- а) WCDMA;
 - б) TD-CDMA;
 - в) OFDMA;
 - г) ODMA.

Типовые задания при выполнении лабораторных работ:*К теме 3. Планирование сетей мобильной радиосвязи*

Работа №1. Подготовка электронной карты местности

1. Цель работы: ознакомиться с принципами использования геоинформационных баз данных при решении задач планирования сетей подвижной радиосвязи; изучить основные требования к цифровым картам местности для решения задач планирования систем подвижной радиосвязи; типы цифровых карт местности, используемые при планировании сетей радиосвязи; создать с использованием данных, находящихся в свободном доступе, электронную карту местности для выбранного района Калининградской области.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы.

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Понятия географической системы координат, системы геодезических координат, картографической проекции.
2. Системы геодезических координат и проекции, используемые при планировании систем подвижной радиосвязи.
3. Требования к цифровым картам местности для решения задач планирования систем радиосвязи.
4. Понятие слоя. Слои, используемые при планировании сетей радиосвязи.
5. Понятие типа занятости местности. Типы занятости, используемые при планировании сетей радиосвязи.
6. ГОСТ Р 55897-2013

Работа №2. Знакомство с программным продуктом NTZ communications.

1. Цель работы: изучение основных этапов алгоритма планирования сетей мобильной радиосвязи; определение исходных данных для планирования сети; приобретение навыков планирования и оптимизации сети мобильной радиосвязи в программном продукте NTZ communications.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Алгоритм планирования сети мобильной радиосвязи.
2. Исходные данные, необходимые для планирования сети мобильной радиосвязи.
3. Возможности программного продукта NTZ communications.
4. Картографические данные (слои), необходимые для начала работы в NTZ communications.
5. Основные этапы планирования сети радиосвязи в программном продукте NTZ communications.

К теме 4. Сети сотовой связи стандарта GSM.

Работа №1. Планирование сети сотовой связи GSM для района города Калининграда.

1. Цель работы: приобретение навыков построения сети начального приближения стандарта GSM; составления частотного плана планируемой сети; оптимизации сети сотовой связи в программном продукте HTZ communications.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы.

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Понятие соты, кластера. Принцип динамического распределения каналов и автоматического регулирования мощности.
2. Особенности построения систем мобильной связи с макросотовой структурой.
3. Основные характеристики стандарта GSM.
4. Структурная схема сети стандарта GSM.
5. Радиоинтерфейс в стандарте GSM.
6. Структура логических каналов трафика и управления.
7. Выбор типа частотного кластера.
8. Расчет бюджета радиоканала.
9. Выбор модели распространения радиоволн
10. Оценка трафика. Первая формула Эрланга.
11. Определения числа базовых станций.
12. Составление частотного плана сети GSM.

К теме 5. Профессиональные системы подвижной радиосвязи.

Работа №1. Планирование сети TETRA для района города Калининграда.

1. Цель работы: приобретение навыков построения сети начального приближения стандарта TETRA; составления частотного плана сети; оптимизации сети транкинговой связи в программном продукте HTZ communications; сравнительный анализ пространственных параметров сетей GSM и TETRA.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Назначение, достоинства и недостатки систем транкинговой связи.
2. Классификация транкинговых систем радиосвязи. Принципы построения систем транкинговой связи.
3. Классификация цифровых стандартов транкинговой связи и их преимущества по сравнению с аналоговыми стандартами транкинговой связи.
4. Открытый стандарт цифровой радиосвязи TETRA. Основные характеристики.
5. Структура радиоинтерфейса и организация каналов.

6. Расчет бюджета радиоканала.
7. Выбор модели распространения радиоволн
8. Оценка трафика. Вторая формула Эрланга.
9. Частотный план сети TETRA.

К теме 6. Системы подвижной радиосвязи третьего поколения (3G).

Работа №1. Планирование сети UMTS для района города Калининграда.

1. Цель работы: приобретение навыков построения сети начального приближения стандарта UMTS; оптимизации сети сотовой связи в программном продукте NTZ communications; сравнительный анализ пространственных параметров сетей GSM и UMTS.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Процесс стандартизации систем 3G.
2. Параметры и архитектура сети UMTS.
3. Технологии радиодоступа в сетях UMTS.
4. Сеть радиодоступа UMTS.
5. Расчет бюджета радиоканала.
6. Выбор модели распространения радиоволн
7. Оценка пропускной способности. Коэффициент загрузки сети.

К теме 7. Сети мобильной связи четвертого поколения (4G).

Работа №1. Планирование сети LTE для района города Калининграда.

1. Цель работы: приобретение навыков построения сети начального приближения стандарта LTE; оптимизации сети сотовой связи в программном продукте NTZ communications; сравнительный анализ пространственных параметров сетей GSM, UMTS и LTE.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Параметры и архитектура сети LTE.
2. Радиointерфейс LTE.
3. Логические, транспортные и физические каналы LTE.
4. Расчет бюджета радиоканала.
5. Выбор модели распространения радиоволн
6. Оценка пропускной способности. Профиль трафика.
7. Частотное планирование в сетях LTE.

К теме 8. Сети мобильной связи пятого поколения (5G).

Работа №1. Планирование сети 5G для района города Калининграда.

1. Цель работы: приобретение навыков построения сети начального приближения стандарта пятого поколения; оптимизации сети сотовой связи в программном продукте NTZ communications; сравнительный анализ пространственных параметров сетей четвертого и пятого поколений.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Параметры и архитектура сети пятого поколения.
2. Особенности радиоинтерфейса 5G. Сравнение с LTE.
3. Логические, транспортные и физические каналы 5G.
4. Сценарии развертывания сетей пятого поколения.
5. Выбор частотного диапазона.
6. Расчет бюджета радиоканала.
7. Выбор модели распространения радиоволн
8. Оценка пропускной способности. Профиль трафика.
9. Частотное планирование в сетях пятого поколения.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Классификация сетей мобильной связи. Основные особенности сотовой архитектуры.
2. Аналоговые системы сотовой связи. Основные стандарты, характеристики, недостатки.
3. Цифровые системы сотовой связи. Основные стандарты, характеристики, преимущества по сравнению с ССС первого поколения.
4. Функциональная схема ССС и ее основные элементы. Функциональная схема МТ. Назначение его основных элементов.
5. Функциональная схема БС. Назначение его основных элементов. Функциональная схема ЦК. Назначение его основных элементов.
6. Сотовый принцип построения систем мобильной связи. Понятие соты, кластера. Принцип динамического распределения каналов и автоматического регулирования мощности.
7. Особенности построения систем мобильной связи с макросотовой структурой.
8. Особенности построения систем мобильной связи с микро и пикосотовой структурой.

9. Многостанционный доступ с частотным разделением каналов.
10. Многостанционный доступ с временным разделением каналов.
11. Многостанционный доступ с кодовым разделением каналов.
12. Дуплексное разделение каналов.
13. Особенности распространения радиоволн при различном рельефе местности, в городских условиях. Быстрые и медленные замирания сигнала, их статистическое описание.
14. Расчет бюджета радиоканала.
15. Модель Окамуры по расчету медианного значения мощности принимаемого сигнала на длинных трассах. Учет характера среды на затухание радиоволн.
16. Модель Окамуры-Хата по предсказанию уровня принимаемого сигнала на длинных трассах.
17. Особенности коротких трасс. Модель Уолфиша-Икегами для малых сот.
18. Модель Стэнфордского университета SUI (Stanford University Interim Model).
19. Рекомендация 3GPP TR 38.901.
20. Расчет допустимого расстояния между БС с одинаковыми частотными группами в однородной модели сотовой связи. Понятие кластера. Расчет размерности кластера.
21. Частотное планирование. Диапазоны частот, выделенные для систем подвижной радиосвязи. Частотные планы стандартов мобильной связи. Определение максимального числа абонентов в соте.
22. Основные характеристики стандартов GSM.
23. Структурная схема сети стандарта GSM.
24. Радиоинтерфейс в стандарте GSM.
25. Структура логических каналов трафика и управления.
26. Механизмы безопасности в стандарте GSM.
27. Процедура аутентификации.
28. Шифрование информации в сетях стандарта GSM.
29. Зоны обслуживания и идентификаторы, применяемые в сетях стандарта GSM.
30. Подключение и отключение подвижной станции.
31. Поиск подвижной станции в сетях GSM.
32. Установление исходящего вызова.
33. Установление входящего вызова.
34. Организация эстафетной передачи обслуживания.
35. Обновление данных о местоположении мобильного терминала.
36. Организация роуминга.

37. Назначение, достоинства и недостатки систем транкинговой связи.
38. Классификация транкинговых систем радиосвязи. Принципы построения систем транкинговой связи.
39. Классификация цифровых стандартов транкинговой связи и их преимущества по сравнению с аналоговыми стандартами транкинговой связи.
40. Открытый стандарт цифровой радиосвязи TETRA. Основные характеристики. Функциональные возможности. Состав базового оборудования. Структура радиointерфейса и организация каналов. Аспекты безопасности.
41. Процесс стандартизации систем 3G.
42. Параметры и архитектура сети UMTS.
43. Технологии радиодоступа в сетях UMTS.
44. Сеть радиодоступа UMTS.
45. Параметры и архитектура сети LTE.
46. Радиointерфейс LTE.
47. Логические, транспортные и физические каналы LTE.
48. Параметры и архитектура сети пятого поколения.
49. Особенности радиointерфейса 5G. Сравнение с LTE.
50. Логические, транспортные и физические каналы 5G.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и	хорошо		71-85

	большой степени самостоятельности и инициативы	иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Райфельд М. А. Основы построения современных систем сотовой связи: учебник / М. А. Райфельд ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : НГТУ, 2017. - 1 on-line, 416 с. - (Учебники НГТУ). - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/118266/#1> - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-7782-3131-3

Дополнительная литература

1. Лохвицкий, М. С. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование: учеб. пособие / М. С. Лохвицкий, А. С. Сорокин, О. А. Шорин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2019. - 264 с. : ил. - Библиогр.: с. 249-253 (83 назв.). - 1000 экз. - ISBN 978-5-9912-0757-7
2. Бабков В. Ю. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие для вузов / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. - 432 с.: ил., табл. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 417-419. - Предм. указ.: с. 431-432. - ISBN 978-5-9775-0877-3
3. Берлин А. Н. Сотовые системы связи: учеб. пособие / А. Н. Берлин. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий; [Б. м.] : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 359 с. : табл. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 349-359. - Предм. указ.: с. 336-348. - ISBN 978-5-9963-0104-1
4. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В. И. Попов. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 292, [4] с. : ил. - (Инженерная энциклопедия Технологии Электронных Коммуникаций). - Библиогр.: с.287-292. - ISBN 5-88405-068-2
5. Бабков В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов; СПб. гос. ун-т телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб.: [б. и.], 2000. - 196 с.: ил. - (Новые информационные технологии). - Библиогр.: с. 192-196. - ISBN 5-89160-023-4

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по MBA
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 422 «Лаборатория проектирования телекоммуникационных систем»

Состав лабораторного оборудования:

Рабочая станция: Intel Core i5-3570, 8Гб DDR3-1600, GeForce GTX650Ti, HDD SATA3 2 Тб – 12 шт., монитор DELL U2412M – 12 шт., ИБП Mustek PowerMust 2012 – 12 шт.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7,

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2013 - Договор поставки №2322 от 15.11.2013 ООО «ЖЗЛ-Сервис»

Специализированное программное обеспечение NTZ communications.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оптимальный прием и обработка сигналов»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград, 2022

Лист согласования

Составители: Пахотин Ввлерий Анатольевич д. ф.-м. н., профессор института физико-математических наук и информационных технологий

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий.

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико – математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А.

Ведущий менеджер ООП

Бурмистров В.И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины – «Оптимальный прием и обработка сигналов».

Целью освоения дисциплины «Оптимальный прием и обработка сигналов» является изучение основных принципов оптимального приема и обработки сигналов в радиотехнических комплексах аппаратуры.

Задачами дисциплины являются освоение теоретических положений и практических аспектов при решении статистических задач радиотехники в радиотехнических комплексах аппаратуры.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПКС-3. Способность к сбору и анализу статистических данных о работе сети и ее отдельных элементов, выработки предложений по оптимизации использования ресурсов оборудования, принятию решений о расширении оборудования, сервисов и услуг транспортных сетей и сетей передачи данных	ПКС-3.1. Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи ПКС-3.2. Умеет осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; разрабатывать технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям ПКС-3.3. Владеет навыками выработки решений по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, оборудования и технологий	Знать: принципы оптимальной обработки сигналов; методы и способы решения статистических задач радиотехники Уметь: применять методы оптимальной обработки сигналов в различных радиотехнических системах; применять современные методы обработки информации Владеть: основными приёмами при оптимальной обработке сигналов в радиотехнических комплексах аппаратуры
ПКС-5. Способен осуществлять монтаж, настройку, регулировку, тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи, обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их	ПКС-5.1. Знает действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов, методики проведения проверки технического состояния оборудования, трактов и каналов передачи ПКС-5.2. Умеет вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи ПКС-5.3. Владеет навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования	Знать: способы и приёмы оптимальной обработки сигналов в радиотехнических комплексах аппаратуры; принципы решения статистических задач радиотехники Уметь: самостоятельно решать задачи оптимальной обработки сигналов в различных системах. Владеть: основными приёмами и методами в теории оптимального приема.

составляющих установленным эксплуатационно-техническим нормам	программного обеспечения оборудования при его настройке, тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования	
---	--	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптимальный прием и обработка сигналов» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к

ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Основы теории оптимального приема	Основные определения: функция потерь, функция риска. средний риск, апостериорный риск, функция риска. Минимизация функции среднего риска, апостериорного риска. Функции риска. Байесовское решение и решение методом максимального правдоподобия. Графическое представление функции потерь.
2	Тема 2. Функция правдоподобия	Вывод выражения для функции правдоподобия. Интегральное выражение для функции правдоподобия. Функционал правдоподобия. Функционал отношения правдоподобия.
3	Тема 3. Оптимальность спектрального, корреляционного и углового корреляционного анализа	Минимальное значение функционала правдоподобия. Правая и левая части функционала правдоподобия. Вывод спектрального, корреляционного и углового спектрального анализа из функции правдоподобия. Область оптимальности спектрального, корреляционного, углового спектрального анализа при обработке информации
4	Тема 4 Задача обнаружения сигнала с известными параметрами	Постановка задачи обнаружения сигнала с известными параметрами в принятой реализации. Функционал отношения правдоподобия. Оптимальный приемник. Пороговое значение по критерию идеального наблюдателя. Вероятность обнаружения сигнала, ошибки первого и второго виде. Критерий Неймана - Пирсона. Кривые обнаружения. Байесовское решение задачи обнаружения сигнала с известными параметрами.
5	Тема 5 Задача обнаружения совокупности сигналов, содержащихся в принятой реализации	Задача обнаружения сигнала с неизвестными параметрами. Оптимальный приемник. Пороговый уровень. Скользящий режим обнаружения сигнала. Шкала вероятности приема на индикаторе обнаружителя. Решение задачи раздельного обнаружения совокупности сигналов, содержащихся в реализации. Оптимальный приемник. Поверхности функциональных зависимостей, получаемых при решении уравнений правдоподобия. Сингулярные точки.
6	Тема 6. Неравенство Рао-Крамера. Информационная матрица Фишера	Вывод выражения для неравенства Рао-Крамера. Смысл неравенства. Информационная функция фишера. Свойства оптимальной оценки параметра сигнала: несмещенность, эффективность, достаточность.
7	Тема 7 Задача оценки параметров сигнала, содержащегося в реализации	Оценка амплитуды, начальной фазы сигнала. Выражения для дисперсии. Оптимальная оценка времени приема и частоты радиоимпульса. Выражения для дисперсии оценок. Совместная оценка неизвестных параметров сигнала. Дисперсии оценок.
8	Тема 8. Оценка параметров совокупности сигналов, содержащихся в реализации	Оценка параметров совокупности сигналов, содержащихся в реализации. Решения уравнений правдоподобия. Сингулярные области. Поверхность обратного функционала правдоподобия. Предельные возможности оценок параметров совокупности сигналов.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела	Тема лекций
1	Тема 1. Основы теории оптимального приема	1. Основы теории оптимального приема
2	Тема 2. Функция правдоподобия	1. Функция правдоподобия
3	Тема 3. Оптимальность спектрального, корреляционного и углового корреляционного анализа	1. Оптимальность спектрального, корреляционного и углового корреляционного анализа
4	Тема 4 Задача обнаружения сигнала с известными параметрами	Задача обнаружения сигнала с известными параметрами Задача различения сигналов
5	Тема 5 Задача обнаружения совокупности сигналов, содержащихся в принятой реализации	Задача обнаружения сигнала с неизвестными параметрами. Решение задачи раздельного обнаружения совокупности сигналов, содержащихся в реализации.
6	Тема 6. Неравенство Рао-Крамера. Информационная матрица Фишера	Вывод выражений для неравенства Рао-Крамера и информационной матрицы Фишера
7	Тема 7 Задача оценки параметров сигнала, содержащегося в реализации	Оценка амплитуды, начальной фазы сигнала. Оптимальная оценка времени приема и частоты радиоимпульса Совместная оценка неизвестных параметров сигнала...
8	Тема 8. Оценка параметров совокупности сигналов, содержащихся в реализации	Оценка параметров совокупности сигналов, содержащихся в реализации.

Рекомендуемый перечень тем семинарских занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема семинарских занятий
1	Тема 2. Функция правдоподобия.	Структура функции правдоподобия, функционала правдоподобия, функционала отношения правдоподобия на базе «Матлаб».
2	Тема 3. Оптимальность спектрального, корреляционного и углового корреляционного анализа	Корреляционная обработка двух радиоимпульсов на основе программы на базе «Матлаб» Спектральная обработка двух радиоимпульсов на основе программы на базе «Матлаб».
3	Тема 4 Задача обнаружения сигнала с известными параметрами	Обнаружение радиоимпульса с известными параметрами. на основе программы на базе «Матлаб».
4	Тема 5 Задача обнаружения совокупности сигналов, содержащихся в принятой реализации	Раздельное обнаружение двух радиоимпульсов на основе программы на базе «Матлаб».
5	Тема 7 Задача оценки параметров сигнала, содержащегося в реализации	Оценка амплитуды и начальной фазы радиоимпульса на основе программы на базе «Матлаб». Оценка времени приема и частоты радиоимпульса на основе программы на базе «Матлаб». Совместная оценка времени приема и частоты радиоимпульса на основе программы на базе «Матлаб».
6	Тема 8. Оценка параметров совокупности сигналов, содержащихся в реализации	Оценка параметров совокупности радиоимпульсов на основе программы на базе «Матлаб».

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Основы теории оптимального приема. Функция правдоподобия. Оптимальность спектрального, корреляционного и углового корреляционного анализа. Задача обнаружения сигнала с известными параметрами. Задача обнаружения совокупности сигналов, содержащихся в принятой реализации. Неравенство Рао-Крамера. Информационная матрица Фишера. Задача оценки параметров сигнала, содержащегося в реализации. Оценка параметров совокупности сигналов, содержащихся в реализации.

2. При подготовке к семинарским занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме семинарской работы, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, повторить основные правила работы на языке «Матлаб» продумать методику проведения исследовательской части программы,

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе

индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Основы теории оптимального приема	ПКС-3 ПКС-5	Тестирование
Тема 2. Функция правдоподобия	ПКС-3 ПКС-5	Тестирование. Выполнение и защита задания к семинарскому занятию
Тема 3. Оптимальность спектрального, корреляционного и углового корреляционного анализа	ПКС-3 ПКС-5	Тестирование. Выполнение и защита задания к семинарскому занятию
Тема 4. Задача обнаружения сигнала с известными параметрами	ПКС-3 ПКС-5	Тестирование. Выполнение и защита задания к семинарскому занятию
Тема 5. Задача обнаружения совокупности сигналов, содержащихся в принятой реализации	ПКС-3 ПКС-5	Тестирование. Выполнение и защита задания к семинарскому занятию
Тема 6. Неравенство Рао-Крамера. Информационная матрица Фишера	ПКС-3 ПКС-5	Тестирование.
Тема 7. Задача оценки параметров сигнала, содержащегося в реализации	ПКС-3 ПКС-5	Тестирование. Выполнение и защита задания к семинарскому занятию
Тема 8. Оценка параметров совокупности сигналов, содержащихся в реализации	ПКС-3 ПКС-5	Тестирование. Выполнение и защита задания к семинарскому занятию

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

По теме 1. Основы теории оптимального приема

1. Функцией потерь является....

$C = \bar{\lambda} - \lambda$
$C = (\bar{\lambda} - \lambda)$
$C = \bar{\lambda} - \lambda $
$C = \bar{\lambda} - \lambda ^2$

2. Риск это ...

Модуль изфункции потерь
Усредненная по времени функция потерь
Усредненная по плотности распределения функция потерь $P(\bar{\lambda})$
Усредненная по реализациям и плотности распределения функция потерь $P(\bar{\lambda})$

3. Средний риск это ...

$r = \int \bar{\lambda} - \lambda ^2 P(\bar{\lambda}, Y_\lambda^t) d\bar{\lambda} dY_\lambda^t$
$r = \int \bar{\lambda} - \lambda P(\bar{\lambda}, Y_\lambda^t) d\bar{\lambda} dY_\lambda^t$
$r = \int \bar{\lambda} - \lambda ^2 P(Y_\lambda^t) d\bar{\lambda} dY_\lambda^t$
$r = \int \bar{\lambda} - \lambda ^2 P(\bar{\lambda},) d\bar{\lambda} dY_\lambda^t$

4. Апостериорный риск это

$r_{aps} = \int \bar{\lambda} - \lambda ^2 P(\bar{\lambda}/Y_\lambda^t) d\bar{\lambda}$
$r_{aps} = \int \bar{\lambda} - \lambda P(\bar{\lambda}/Y_\lambda^t) P(\bar{\lambda}) d\bar{\lambda}$
$r_{aps} = \int \bar{\lambda} - \lambda ^2 d\bar{\lambda}$
$r_{aps} = \int \bar{\lambda} - \lambda ^2 P(\bar{\lambda}/Y_\lambda^t) P(\bar{\lambda}) d\bar{\lambda} dY_\lambda^t$

5. Функция риска это....

$\tilde{r} = \int \bar{\lambda} - \lambda ^2 P(Y_\lambda^t/\bar{\lambda}) P(Y_\lambda^t) dY_\lambda^t$
$\tilde{r} = \int \bar{\lambda} - \lambda ^2 P(Y_\lambda^t/\bar{\lambda}) dY_\lambda^t$
$\tilde{r} = \int \bar{\lambda} - \lambda P(Y_\lambda^t) dY_\lambda^t$
$\tilde{r} = \int \bar{\lambda} - \lambda P(Y_\lambda^t) dY_\lambda^t$

6. Минимизация риска - это операция, в которой ...

Из всех решений выбирается решение с минимальным риском
По всем решениям выбирается среднее значение
По всем реализациям выбирается среднее значение
По всем реализациям и решениям определяется среднее значение

7. Байесовское решение задачи реализуется при...

Случайном векторе параметров сигнала
При постоянном векторе параметров сигнала
При известном векторе параметров сигнала
При неизвестном векторе параметров сигнала

8. Метод максимального правдоподобия применяется при...

Постоянном векторе параметров сигнала
При случайном векторе параметров сигнала
При неизвестном векторе параметров сигнала
При случайном, неизвестном векторе параметров сигнала

9. Функция максимального правдоподобия это...

Поверхность в пространстве параметров сигнала
Функциональная зависимость от случайного вектора параметров сигнала
Функциональная зависимость от неизвестного вектора параметров сигнала
Функциональная зависимость от известного вектора параметров сигнала

По теме 2. Функция правдоподобия

1. Функция правдоподобия это ...

Поверхность в пространстве параметров сигнала
Функциональная зависимость от случайного вектора параметров сигнала
Функциональная зависимость от неизвестного вектора параметров сигнала
Функциональная зависимость от известного вектора параметров сигнала

2. Функционал правдоподобия определен выражением

$\Delta(\hat{\lambda}) = \left \int \hat{Y}(t) - S(\hat{\lambda}, t) dt \right $
$\Delta(\hat{\lambda}) = \int \hat{Y}(t) - \hat{S}(\hat{\lambda}, t) ^2 dt$
$\Delta(\hat{\lambda}) = \left \int \hat{Y}(t) - S(\hat{\lambda}, t) dt \right $
$\Delta(\hat{\lambda}) = \int (\hat{Y}(t) - S(\hat{\lambda}, t)) dt$

3. Функционал отношения правдоподобия определен выражением...

$\Delta(\hat{\lambda}) = \int \hat{Y}(t) - \hat{S}(\hat{\lambda}, t) ^2 dt$
$\Delta(\hat{\lambda}) = \int \hat{Y}(t) ^2 dt - \int \hat{Y}(t) - \hat{S}(\hat{\lambda}, t) ^2 dt$
$\Delta(\hat{\lambda}) = \int \hat{S}(\hat{\lambda}, t) ^2 dt$
$\Delta(\hat{\lambda}) = \int \hat{Y}(t) ^2 dt$

По теме 3. Оптимальность спектрального, корреляционного, углового спектрального анализа.

1. При каких условиях, спектральный анализ является оптимальным методом...

Если в реализации содержится один сигнал
Если в реализации содержится несколько сигналов
Если параметры сигнала случайны
Если параметры сигнала постоянны

2. При каких условиях, корреляционный анализ является оптимальным методом...

Если в реализации содержится один сигнал
Если в реализации содержится несколько сигналов
Если параметры сигнала случайны
Если параметры сигнала постоянны

3. При каких условиях угловой спектральный анализ является оптимальным методом...

Если в реализации содержится один сигнал
Если в реализации содержится несколько сигналов
Если параметры сигнала случайны
Если параметры сигнала постоянны

4. В чем проявляется неоптимальность спектрального анализа?

В наличии систематических погрешностей, связанных с боковыми лепестками
В наличии боковых лепестков спектральной линии
В Рэлеевском ограничении на разрешение спектральных линий
В наличии систематических погрешностей, связанных с основной линией спектра и с боковыми лепестками

По теме 4. Задача обнаружения сигнала с известными параметрами

1. Функция отношения правдоподобия при решении задачи обнаружения имеет вид...

$\Delta(\hat{\lambda}) = \int \hat{Y}(t) - \hat{S}(\hat{\lambda}, t) ^2 dt \geq 0$
$\Delta(\hat{\lambda}) = \int \hat{Y}(t) ^2 dt - \int \hat{Y}(t) - \hat{S}(\hat{\lambda}, t) ^2 dt \geq 0$
$\Delta(\hat{\lambda}) = \int \hat{Y}(t)\hat{S}^*(\hat{\lambda}, t) dt - 1/2 \int \hat{S}(\hat{\lambda}, t) ^2 dt \geq 0$
$\Delta(\hat{\lambda}) = \int \hat{Y}(t) ^2 dt \geq 0$

2. Оптимальный приемник определен выражением....

$q \geq \int \hat{Y}(t)\hat{S}^*(\hat{\lambda}, t) dt$
$q \geq \int \hat{S}(\hat{\lambda}, t) ^2 dt$
$q \leq \int \hat{Y}(t) - \hat{S}(\hat{\lambda}, t) ^2 dt$
$q = \int \hat{Y}(t) ^2 dt$

3. Пороговое значение определено выражением ...

$h = 1/2 \int \hat{S}(\bar{\lambda}, t) ^2 dt$
$h = \int \hat{S}(\bar{\lambda}, t) ^2 dt$
$h = 1/2 \int \hat{Y}(t) ^2 dt$
$h = 1/2 \int \hat{S}(\bar{\lambda}, t) dt$

4. Вероятность обнаружения сигнала в реализации определена выражением...

$P_{\text{обн}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q-E)^2}{2D}\right) dt$
$P_{\text{обн}} = \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q-E)^2}{2D}\right) dt$
$P_{\text{обн}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q)^2}{2D}\right) dt$
$P_{\text{обн}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q-E)}{2D}\right) dt$

5. Вероятность пропуска цели определяется выражением...

$P_{\text{пр ц}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_{-\infty}^h \exp\left(-\frac{(q-E)^2}{2D}\right) dt$
$P_{\text{пр ц}} = \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q-E)}{2D}\right) dt$
$P_{\text{пр ц}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q)^2}{2D}\right) dt$
$P_{\text{пр ц}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q-E)}{2D}\right) dt$

6. Вероятность ложной тревоги определяется выражением ...

$P_{\text{л тр}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_{-\infty}^h \exp\left(-\frac{(q)^2}{2D}\right) dt$
$P_{\text{л тр}} = \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q)}{2D}\right) dt$
$P_{\text{л тр}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q)^2}{2D}\right) dt$
$P_{\text{л тр}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q-E)}{2D}\right) dt$

7. Критерий Неймана –Пирсона определяет ...

Пороговое значение по заданному уровню ложной тревоги
Определяет уровень ложной тревоги
Определяет вероятность ошибки
Определяет вероятность пропуска цели

8. Критерий идеального наблюдателя определяет...

Пороговое значение
Определяет уровень ложной тревоги
Определяет вероятность ошибки
Определяет вероятность пропуска цели

9. Кривые обнаружения определяют...

Вероятность обнаружения цели в зависимости от отношения сигнал/шум при заданном значении ложной тревоги
Вероятность ложной тревоги
Вероятность обнаружения цели
Вероятность обнаружения цели при заданном значении пропуска цели

10. К какому результату приводит Байесовское решение ...

К смещению порогового уровня в зависимости от вероятности случайной величины θ
К изменению вероятности ложной тревоги
К изменению вероятности пропуска цели
К изменению вероятностей пропуска цели и ложной тревоги

Тема 5 Задача обнаружения совокупности сигналов, содержащихся в принятой реализации

1. Оптимальный приемник при обнаружении сигнала с неизвестными параметрами...

$q(\hat{\lambda}) \geq \int \hat{Y}(t) \hat{f}^*(\hat{\lambda}, t) dt$
$q(\hat{\lambda}) \geq \int \hat{S}(\hat{\lambda}, t) ^2 dt$
$q(\hat{\lambda}) \leq \int \hat{Y}(t) - \hat{f}(\hat{\lambda}, t) ^2 dt$
$q(\hat{\lambda}) = \int \hat{Y}(t) ^2 dt$

2. Пороговое значение при решении задачи обнаружения сигнала с неизвестными параметрами ...

$h = U/2 \int \hat{f}(\bar{\lambda}, t) ^2 dt$
$h = \int \hat{f}(\bar{\lambda}, t) ^2 dt$
$h = 1/2 \int \hat{Y}(t) ^2 dt$
$h = 1/2 \int \hat{f}(\bar{\lambda}, t) dt$

3. Шкала вероятности обнаружения на индикаторе приемника определена выражением...

$P_{\text{обн}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q - U \int \hat{f}(\bar{\lambda}, t) ^2 dt)}{2D}\right) dt$
$P_{\text{обн}} = \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q - E)^2}{2D}\right) dt$
$P_{\text{обн}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q)^2}{2D}\right) dt$
$P_{\text{обн}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi D}} \int_h^\infty \exp\left(-\frac{(q - U \int \hat{f}(\bar{\lambda}, t) ^2 dt)}{2D}\right) dt$

4. Оптимальный приемник при решении задачи раздельного обнаружения совокупности сигналов ...

$q(\bar{\lambda}) = \int \hat{Y}(t) - \hat{S}(\bar{\lambda}, t) ^2 dt \geq 0$
$q(\bar{\lambda}) = \int \hat{Y}(t) ^2 dt - \int \hat{Y}(t) - \hat{S}(\bar{\lambda}, t) ^2 dt \geq 0$
$q(\bar{\lambda}) = \int \hat{Y}(t)\hat{S}^*(\bar{\lambda}, t) dt - 1/2 \int \hat{S}(\bar{\lambda}, t) ^2 dt \geq 0$
$q(\bar{\lambda}) = \int \hat{Y}(t) ^2 dt \geq 0$

Тема 6. Неравенство Рао-Крамера. Информационная матрица Фишера

1. Неравенство Рао-Крамера определяется выражением ...

$D_{\hat{x}_i} \geq - \left\{ \left(\frac{\partial^2 \ln P(Y_0^T / \bar{\lambda})}{\partial \lambda_i \partial \lambda_j} \right) \right\}^{-1}$
$D_{\hat{x}_i} \geq - \left\{ M \left(\frac{\partial^2 \ln P(Y_0^T / \bar{\lambda})}{\partial \lambda_i \partial \lambda_j} \right) \right\}^{-1}$
$D_{\hat{x}_i} \geq - \left\{ M \left(\frac{\partial \ln P(Y_0^T / \bar{\lambda})}{\partial \lambda_i} \right) \right\}^{-1}$
$D_{\hat{x}_i} \geq \left\{ M \left(\frac{\partial^2 \ln P(Y_0^T / \bar{\lambda})}{\partial \lambda_i \partial \lambda_j} \right) \right\}$

2. Информационная матрица Фишера определена выражением ...

$J_{ij} = \left(\frac{\partial^2 \ln L(\vec{\lambda})}{\partial \lambda_i \partial \lambda_j} \right)^2.$
$J_{ij} = -M \left(\frac{\partial^2 \ln L(\vec{\lambda})}{\partial \lambda_i \partial \lambda_j} \right).$
$J_{ij} = -M \left(\frac{\partial \ln L(\vec{\lambda})}{\partial \lambda_i} \right).$
$J_{ij} = - \left(\frac{\partial^2 \ln L(\vec{\lambda})}{\partial \lambda_i \partial \lambda_j} \right).$

3. Смысл неравенства Рао-Крамера заключается в

Определяет нижний предел дисперсии оцениваемого параметра.
Определяет дисперсию оцениваемого параметра
Дисперсия оцениваемого параметра не может быть больше
Дисперсия оцениваемого параметра определяется алгоритмом обработки

4. Несмещенность оценки параметра определяется ...

$\vec{\lambda}' = \vec{\lambda},$
$M(\vec{\lambda}') = \vec{\lambda},$
$M(\vec{\lambda}' - \vec{\lambda}) = \vec{\lambda},$
$M(\vec{\lambda}') \leq \vec{\lambda},$

5. Эффективность решения определяется ...

$D_{\lambda_{эф}} \geq \left\{ \left(\frac{\partial}{\partial \lambda} \ln P(Y_0^T / \vec{\lambda}) \right)^2 \right\}^{-1}$
$D_{\lambda_{эф}} = \left\{ \left(\frac{\partial}{\partial \lambda} \ln P(Y_0^T / \vec{\lambda}) \right)^2 \right\}^{-1}$
$D_{\lambda_{эф}} \leq \left\{ \left(\frac{\partial}{\partial \lambda} \ln P(Y_0^T / \vec{\lambda}) \right)^2 \right\}^{-1}$
$D_{\lambda_{эф}} \approx \left\{ \left(\frac{\partial}{\partial \lambda} \ln P(Y_0^T / \vec{\lambda}) \right)^2 \right\}^{-1}$

6. Алгоритм оптимальной оценки параметра сигнала определяется ...

$\frac{\partial \ln L(\vec{\lambda})}{\partial \lambda_i} = 0$
$\frac{\partial^2 \ln L(\vec{\lambda})}{\partial \lambda_i \partial \lambda_j} = 0$
$\ln L(\vec{\lambda}) = 0$
$\frac{\partial \ln L(\vec{\lambda})}{\partial \lambda_i} = const$

Тема 7 Задача оценки параметров сигнала, содержащегося в реализации

1. Оценка амплитуды видеоимпульса производится по выражению

$U' = \frac{2}{T} \int_0^T \hat{y}(t) dt$
$U' = \frac{2}{T} \int_0^T y(t) dt$
$U' = \int_0^T y(t) dt$
$U' = \frac{1}{T} \int_0^T \hat{y}(t) dt$

2. Оценка начальной фазы определяется по выражению...

$tg \phi'_0 = - \frac{\int_0^T y(t) \sin \omega t dt}{\int_0^T \cos \omega t dt} .$
$tg \phi'_0 = - \frac{\int_0^T y(t) \sin \omega t dt}{\int_0^T y(t) dt} .$
$tg \phi'_0 = - \frac{\int_0^T y(t) \sin \omega t dt}{\int_0^T y(t) \cos \omega t dt} .$
$tg \phi'_0 = - \frac{\int_0^T y(t) dt}{\int_0^T y(t) \cos \omega t dt} .$

3 Оценка дисперсии амплитуды видеоимпульса определяется по выражению...

$D_U = \frac{\sigma^2}{N}.$
$D_U = \frac{2\sigma^2}{N}.$
$D_U = \frac{\sigma^2}{2N}.$
$D_U = \frac{\sigma^2}{N+1}.$

4. Оценка дисперсии начальной фазы радиоимпульса определяется по выражению...

$D_{\phi_0} = \frac{\sigma^2}{U_0^2 N}.$
$D_{\phi_0} = \frac{2\sigma^2}{U_0^2 N}.$
$D_{\phi_0} = \frac{2\sigma^2}{U_0^2}.$
$D_{\phi_0} = \frac{2\sigma^2}{N}.$

5. Дисперсия частоты радиоимпульса определяется по выражению...

$D_{\omega'} = \frac{\sigma^2}{U_0^2 N} \frac{1}{T^2}.$
$D_{\omega'} = \frac{3\sigma^2}{U_0^2} \frac{1}{T^2}.$
$D_{\omega'} = \frac{3\sigma^2}{U_0^2 N} \frac{1}{T^2}.$
$D_{\omega'} = \frac{3\sigma^2}{N} \frac{1}{T^2}.$

6. Оценка частоты радиоимпульса определяется выражением...

$U_0(\omega') = \frac{2}{T} \int_0^T y(t) \cos(\omega't + \phi_0) dt.$
$U_0(\omega') = \frac{2}{T} \int_0^T y(t) \cos(\omega't) dt.$
$U_0(\omega') = \frac{2}{T} \int_0^T y(t) dt.$
$U_0(\omega') = \frac{2}{T} \int_0^T y(t) \sin(\omega't) dt.$

7. Время приема радиоимпульса определяется по выражению...

$\hat{U}'(t'_0) = \hat{U} e^{i\omega(t'_0 - t_0)} \left(\frac{ t_0 - t'_0 }{T} \right)$
$\hat{U}'(t'_0) = \hat{U} e^{i\omega(t'_0 - t_0)} \left(1 - \frac{ t_0 - t'_0 }{T} \right)$
$\hat{U}'(t'_0) = \hat{U} \left(1 - \frac{ t_0 - t'_0 }{T} \right)$
$\hat{U}'(t'_0) = \hat{U} e^{i\omega(t'_0 - t_0)}$

8. Дисперсия времени приема радиосигнала определяется по выражению

$D_{t'_0} = \frac{\sigma^2 T^2}{U^2 N}$
$D_{t'_0} = \frac{\sigma^2 T^2}{U^2}$
$D_{t'_0} = \frac{\sigma^2}{U^2 N}$
$D_{t'_0} = \frac{\sigma^2 T^2}{N}$

По теме 8. Оценка параметров совокупности сигналов, содержащихся в реализации

1. Оценки параметров совокупности сигналов определяются выражениями...

$\hat{U}(\bar{\lambda}) = \hat{R}(\bar{\lambda})\bar{\beta}$
$\hat{U}(\bar{\lambda}) = \hat{R}^{-1}(\bar{\lambda})\bar{\beta}$
$\hat{U}(\bar{\lambda}) = \hat{R}^{-1}(\bar{\lambda})$
$\hat{U}(\bar{\lambda}) = \hat{R}^{-1}$

2. При каком условии на поверхности функциональной зависимости $\hat{U}(\bar{\lambda})$ возникают сингулярные максимумы?

$\lambda'_{i,n} = \lambda'_{i,m}$
$\lambda'_{i,n} = \lambda_{i,m}$
$\bar{\lambda} = \bar{\lambda}$
$\bar{\lambda}_i = \bar{\lambda}_i$

3. Преобразованный функционал отношения правдоподобия имеет вид...

$\Delta(\bar{\lambda}) = \int_{\tau}^{T+\tau} \hat{y}(t) ^2 dt - \int_{\tau}^{T+\tau} \left \hat{y}(t) - \sum_1^N \hat{U}_n(\bar{\lambda}) \hat{f}_n(\bar{\lambda}, t) \right ^2 dt$
$\Delta(\bar{\lambda}) = \int_{\tau}^{T+\tau} \hat{y}(t) ^2 dt - \int_{\tau}^{T+\tau} \left \sum_1^N \hat{U}_n(\bar{\lambda}) \hat{f}_n(\bar{\lambda}, t) \right ^2 dt$
$\Delta(\bar{\lambda}) = \int_{\tau}^{T+\tau} \hat{y}(t) ^2 dt - \int_{\tau}^{T+\tau} \left \hat{y}(t) - \sum_1^N \hat{f}_n(\bar{\lambda}, t) \right ^2 dt$
$\Delta(\bar{\lambda}) = \int_{\tau}^{T+\tau} \hat{y}(t) ^2 dt + \int_{\tau}^{T+\tau} \left \hat{y}(t) - \sum_1^N \hat{U}_n(\bar{\lambda}) \hat{f}_n(\bar{\lambda}, t) \right ^2 dt$

4. Обратный функционал правдоподобия имеет вид...

$\Delta(\bar{\lambda}) = 1 / \int_{\tau}^{T+\tau} \left \hat{y}(t) - \sum_1^2 \hat{U}_n(\bar{\lambda}) \hat{f}_n(\bar{\lambda}, t) \right dt$
$\Delta(\bar{\lambda}) = 1 / \int_{\tau}^{T+\tau} \left \hat{y}(t) - \sum_1^2 \hat{U}_n(\bar{\lambda}) \hat{f}_n(\bar{\lambda}, t) \right ^2 dt$
$\Delta(\bar{\lambda}) = \int_{\tau}^{T+\tau} \left \hat{y}(t) - \sum_1^2 \hat{U}_n(\bar{\lambda}) \hat{f}_n(\bar{\lambda}, t) \right ^2 dt$
$\Delta(\bar{\lambda}) = 1 / \int_{\tau}^{T+\tau} \left \hat{y}(t) + \sum_1^2 \hat{U}_n(\bar{\lambda}) \hat{f}_n(\bar{\lambda}, t) \right ^2 dt$

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Функция потерь: квадратичная, линейная, простая.
2. Риск. Средний риск, апостериорный риск, функция риска
3. Оптимальное решение. Байесовское решение. Метод максимального правдоподобия.
4. Функция правдоподобия в дискретном и интегральном виде..
5. Функционал правдоподобия, функционал отношений правдоподобия
6. Вывод спектрального, корреляционного и углового спектрального анализа из функционала правдоподобия.
7. Оптимальность спектрального, корреляционного, углового спектрального анализа при наличии в принятой реализации одного сигнала. Отношение сигнал/шум.
8. Отсутствие оптимальности спектрального, корреляционного, углового спектрального анализа при наличии в реализации нескольких сигналов. Влияние основного и боковых лепестков.
9. Постановка задачи обнаружения сигнала с известными параметрами

10. Оптимальный приемник.
 11. Пороговый уровень при критерии идеального наблюдателя
 12. Распределение выходной функции оптимального приемника. Среднее значение. Дисперсия.
 13. Вероятность обнаружения сигнала, вероятность пропуска цели. Вероятность ложной тревоги.
 14. Функция ошибок. Вероятность обнаружения сигнала, как функция ошибок.
 15. Критерий Неймана –Пирсона.
 16. Кривые обнаружения сигнала.
 17. Постановка задачи обнаружения сигнала с неизвестными параметрами.
 18. Оптимальный приемник при решении задачи обнаружения сигнала с неизвестными параметрами.
 19. Распределение выходной функции оптимального приемника при неизвестных параметрах сигнала. Среднее значение и дисперсия.
 20. Скользящий режим обнаружения сигнала с неизвестными параметрами. Шкала вероятности приема на индикаторе.
 21. Постановка задачи раздельного обнаружения совокупности сигналов.
 22. Уравнения правдоподобия. Их решения. Сингулярные максимумы.
 23. Преобразованный функционал отношения правдоподобия. Обратный функционал правдоподобия.
 24. Решение задачи раздельного обнаружения совокупности сигналов на плоскости; время приема- амплитуда.
- 2

Шкала вероятности приема на индикаторе приемника.

27. Функционал отношения правдоподобия для задачи различения сигналов.
28. Оптимальный приемник для задачи различения сигналов.
29. Вероятность ошибки при решении задачи различения сигналов.
30. Вероятность ошибки при амплитудной, частотной, фазовой телеграфии.
31. Оценка параметров сигнала. Неравенство Рао-Крамера. Информационная матрица Фишера.
32. Несмещенность оценки параметров сигнала, эффективность, достаточность.
33. Оценка амплитуды видеоимпульса. Дисперсия оценки амплитуды. Несмещенность.
34. Оценка амплитуды радиоимпульса. Дисперсия оценки, несмещенность.
35. Оценка начальной фазы радиоимпульса. Дисперсия оценки.
36. Оценка частоты радиоимпульса. Дисперсия оценки.

37. Оценка времени приема радиоимпульса. Дисперсия оценки.
38. Совместная оценка амплитуды и фазы радиоимпульса. Дисперсия оценок.
39. Совместная оценка времени приема и частоты Дисперсии оценок.
40. Оценка параметров совокупности сигналов, содержащихся в реализации.
41. Решение уравнений правдоподобия. Сингулярные максимумы.
42. Преобразованный функционал отношения правдоподобия. Обратный функционал правдоподобия.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Пахотин В.А., Бессонов В.А. Молостова С.В. Курс лекций «Основы теории оптимального приема» Электронный учебник.
2. А.И.Перов Статистическая теория радиотехнических систем. Москва, «Радиотехника» ,2003. 400 с. Электронный вариант.
3. Андреев Р. Н. Теория электрической связи: курс лекций: учеб. пособие для вузов/ Р. Н. Андреев, Р. П. Краснов, М. Ю. Чепелев. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2014. - 230 с. ЭБС Лань(1) <http://e.lanbook.com/view/book/55675/>

Дополнительная литература.

1. Шоломов Л. А. Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств: учеб. пособие для вузов/ Л. А. Шоломов. - 3-е изд., испр. . - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. - 429 с. ч.з.N3(1)
2. Сомов А. М. Спутниковые системы связи: учеб. пособие для вузов/ А. М. Сомов, С. Ф. Корнев. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2012. - 243 с. ЭБС Лань(1) <http://e.lanbook.com/view/book/5198/>
3. Акулиничев, Ю. П. Теория электрической связи: учеб. пособие для вузов/ Ю. П. Акулиничев. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. – 232 с. ч.з.N3(1)
4. Мамчев Г. В. Основы радиосвязи и телевидения. Учебное пособие для вузов. – М. Горячая линия – Телеком, 2007. – 414 с. всего 6: ч.з.N3(1), ч.з.N10(5)
5. Нефедов В. И. Общая теория связи: учеб. для бакалавриата и магистратуры : для студентов вузов/ В. И. Нефедов, А. С. Сигов; под ред. В. И. Нефедова ; Моск. технолог. ун-т. - Москва: Юрайт, 2016. - 495 с. ч.з.N3(1)
6. Харкевич А. А. Борьба с помехами/ А. А. Харкевич. - 4-е изд.. - М.: Кн. Дом ЛИБРОКОМ, 2013. - 274с. ч.з.N3(1)

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы

- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Информационная безопасность инфокоммуникационных систем»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2022

Лист согласования

Составитель: Ветров Игорь Анатольевич, к. т. н., доцент института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Информационная безопасность инфокоммуникационных систем».

Цель дисциплины «Информационная безопасность инфокоммуникационных систем» - раскрытие основ правового регулирования отношений в информационной сфере, понятие и виды компьютерных преступлений, а также соотношение программных, аппаратных и административных средств в комплексном обеспечении информационной безопасности автоматизированных систем обработки данных.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-1. Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации	ПКС-1.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.3. Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению	Знать: состояние и перспективы развития методов и средств защиты информации; порядок работы с конфиденциальной информацией инфокоммуникационных систем и сетей; основные способы защиты информации в инфокоммуникационных системах и сетях; источники угроз безопасности информации; криптографические методы защиты информации; пути практической реализации концепции комплексной защиты информации Уметь: использовать средства защиты инфокоммуникационных систем и сетей; разрабатывать типовые решения по защите информационных ресурсов инфокоммуникационных систем и сетей; использовать современные программно-аппаратные средства защиты информации Владеть: навыками оценки уязвимости информации; современными методами обеспечения защиты информации; навыками анализа угроз безопасности информации; навыками анализа организационно-правового обеспечения защиты информации

<p>ПКС-3. Способность к сбору и анализу статистических данных о работе сети и ее отдельных элементов, выработки предложений по оптимизации использования ресурсов оборудования, принятию решений о расширении оборудования, сервисов и услуг транспортных сетей и сетей передачи данных</p>	<p>ПКС-3.1. Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи ПКС-3.2. Умеет осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; разрабатывать технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям ПКС-3.3. Владеет навыками выработки решений по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, оборудования и технологий</p>	<p>Знать: современный уровень, основные тенденции и перспективы развития инфокоммуникационных технологий; основы работы с источниками научно-технической информации. Уметь: изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт при проектировании сетей и систем связи. Владеть: первичными навыками изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта при проектировании сетей и систем связи</p>
<p>ПКС-5. Способен осуществлять монтаж, настройку, регулировку, тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи, обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих установленным эксплуатационно-техническим нормам</p>	<p>ПКС-5.1. Знает действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов, методики проведения проверки технического состояния оборудования, трактов и каналов передачи ПКС-5.2. Умеет вести техническую, оперативно-техническую и технологическую документацию по установленным формам; осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи ПКС-5.3. Владеет навыками выбора и использования соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования программного обеспечения оборудования при его настройке, тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования</p>	<p>Знать иерархии аналоговых и цифровых систем; современный уровень, основные тенденции и перспективы развития инфокоммуникационных технологий; основы информационного поиска при проектировании сетей и систем связи и анализа его результатов. Уметь выполнять расчёты основных характеристик и параметров инфокоммуникационных систем и сетей; проводить информационный поиск в области; инфокоммуникаций и анализировать его результаты при проектировании сетей и систем связи Владеть методикой разработки схем спектрообразования аналоговых и времяобразования цифровых инфокоммуникационных систем; первичными навыками информационного поиска при проектировании сетей и систем связи и анализа его результатов.</p>
<p>ПКС-7. Способность к обоснованию выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной</p>	<p>ПКС-7.1. Знает принципы построения систем связи, телекоммуникационных систем различных типов, принципы системного подхода в проектировании систем связи, требования по производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости</p>	<p>Знать методы статистических исследований; содержание и особенности исследования социально-экономических процессов; методы прогнозирования возможных угроз экономической безопасности</p>

<p>системе и ее компонентам, оборудованию и программного обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи</p>	<p>систем связи (телекоммуникаций), технические решения создания объектов и систем связи и их компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение ПКС-7.2. Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта, разрабатывать концептуальные документы по созданию и развитию систем связи, использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов ПКС-7.3. Владеет навыками сбор исходных данных, необходимых для разработки схемы организации связи, определения задач, решаемых с помощью объекта, системы связи (телекоммуникационной системы), и ожидаемых результатов его использования, формирования требований к объекту, системе связи (телекоммуникационной системе), обоснования выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, системе связи (телекоммуникационной системе) и ее компонентам, оборудованию и программного обеспечения</p>	<p>Уметь использовать статистические методы исследования социально-экономических процессов; составлять прогнозы возможных угроз экономической безопасности. Владеть навыками прогнозирования возможных угроз экономической безопасности на основе статистических исследований социально-экономических процессов</p>
--	---	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Информационная безопасность инфокоммуникационных систем» представляет собой дисциплину части, формируемой участниками образовательных отношений подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Компьютерные преступления и их классификация	Основные понятия и определения Национальные интересы РФ в информационной сфере и их обеспечение Классификация компьютерных преступлений Способы совершения компьютерных преступлений Злоумышленники Причины уязвимости сети Интернет
2	Тема 2. Угрозы информации	Объекты, подлежащие защите от потенциальных угроз и противоправных посягательств Виды угроз информационной безопасности РФ Источники угроз информационной безопасности РФ Угрозы информационной безопасности для автоматизированных систем обработки информации Удаленные атаки на интрасети.
3	Тема 3 Вредоносные программы	Общие сведения Условия существования и классификация вредоносных программ Компьютерные вирусы Способы внедрения вирусов Сетевые черви Программы «Троянский конь» Спам Хакерские утилиты и прочие вредоносные программы
4	Тема 4 Защита от вредоносных программ	Признаки заражения компьютера вредоносными программами Источники вредоносных программ Методы обнаружения вредоносных программ Антивирусные программы
5	Тема 5 Методы и средства защиты компьютерной информации	Классификация мер обеспечения безопасности компьютерных систем Методы обеспечения информационной безопасности РФ

		Организационные методы информационной безопасности Программно-технические методы и средства обеспечения информационной безопасности Организация информационной безопасности компании Выбор средств информационной безопасности Информационное страхование
6	Тема 6 Криптографические методы информационной безопасности	Классификация методов криптографического закрытия информации Шифрование Перспективные методы скрытой передачи информации Электронная цифровая подпись
7	Тема 7 Лицензирование, сертификация и аттестация в области защиты информации	Лицензирование Сертификация Аттестация
8	Тема 8 Критерии безопасности компьютерных систем «Оранжевая книга». Руководящие документы Гостехкомиссии	Критерии безопасности компьютерных систем «Оранжевая книга» Руководящие документы Гостехкомиссии.

6 Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Компьютерные преступления и их классификация	Классификация компьютерных преступлений
2	Тема 2. Угрозы информации	Виды угроз информационной безопасности РФ
3	Тема 3 Вредоносные программы	Условия существования и классификация вредоносных программ
4	Тема 4 Защита от вредоносных программ	Защита от вредоносных программ
5	Тема 5 Методы и средства защиты компьютерной информации	Методы обеспечения информационной безопасности РФ
6	Тема 6 Криптографические методы информационной безопасности	Классификация методов криптографического закрытия информации
7	Тема 7 Лицензирование, сертификация и аттестация в области защиты информации	Лицензирование Сертификация Аттестация
8	Тема 8 Критерии безопасности компьютерных систем «Оранжевая книга». Руководящие документы Гостехкомиссии	Критерии безопасности компьютерных систем «Оранжевая книга» Руководящие документы Гостехкомиссии.

Рекомендуемая тематика практических занятий (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Компьютерные преступления и их классификация	Расчёт системы анализа рисков и проверки политики информационной безопасности предприятия
2	Тема 2. Угрозы информации	Каналы утечки информации в волоконно-оптических линиях связи.

3	Тема 3 Вредоносные программы	Расчёт и подбор средств обеспечения информационной безопасности Web-сервера Microsoft IIS Server
4	Тема 4 Защита от вредоносных программ	Расчёт средств обеспечения информационной безопасности Microsoft ISA Security Server. Установка и конфигурирование брандмауэра ISA. Построение VPN-сети на базе ISA
5	Тема 5 Методы и средства защиты компьютерной информации	Настройка DNS-сервера
6	Тема 6 Криптографические методы информационной безопасности	Настройка DHCP-сервер
7	Тема 7 Лицензирование, сертификация и аттестация в области защиты информации	Настройка параметров безопасности (Шаблоны безопасности, Анализ и настройка безопасности)
8	Тема 8 Критерии безопасности компьютерных систем «Оранжевая книга». Руководящие документы Гостехкомиссии	Защищенность беспроводных сетей передачи данных.

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы по изученным темам.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Компьютерные преступления и их классификация	ПКС-1; ПКС-3; ПКС-5; ПКС-7	Тестирование
Тема 2. Угрозы информации	ПКС-1; ПКС-3; ПКС-5; ПКС-7	Тестирование
Тема 3 Вредоносные программы	ПКС-1; ПКС-3; ПКС-5; ПКС-7	Тестирование
Тема 4 Защита от вредоносных программ	ПКС-1; ПКС-3; ПКС-5; ПКС-7	Тестирование
Тема 5 Методы и средства защиты компьютерной информации	ПКС-1; ПКС-3; ПКС-5; ПКС-7	Тестирование
Тема 6 Криптографические методы информационной безопасности	ПКС-1; ПКС-3; ПКС-5; ПКС-7	Тестирование
Тема 7 Лицензирование, сертификация и аттестация в области защиты информации	ПКС-1; ПКС-3; ПКС-5; ПКС-7	Тестирование
Тема 8 Критерии безопасности компьютерных систем «Оранжевая книга». Руководящие документы Гостехкомиссии	ПКС-1; ПКС-3; ПКС-5; ПКС-7	Тестирование

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

К теме 1. Компьютерные преступления и их классификация

1. Общедоступная информация – это сведения:
 - а) о фактах, событиях и обстоятельствах частой жизни гражданина;
 - б) производственные, технические, экономические, организационные;
 - в) о способах осуществления профессиональной деятельности;
 - г) о состоянии окружающей среды;
 - д) о результатах интеллектуальной деятельности в научнотехнической сфере.
2. Общедоступная информация – это сведения:

- а) о фактах, событиях и обстоятельствах частой жизни гражданина;
- б) о деятельности органов государственной власти;
- в) о способах осуществления профессиональной деятельности;
- г) производственные, технические, экономические, организационные;
- д) о результатах интеллектуальной деятельности в научнотехнической сфере.

3. Общедоступная информация – это сведения:

- а) о деятельности органов местного самоуправления;
- б) о фактах, событиях и обстоятельствах частой жизни гражданина;
- в) о способах осуществления профессиональной деятельности;
- г) производственные, технические, экономические, организационные;
- д) о результатах интеллектуальной деятельности в научнотехнической сфере.

4. Общедоступная информация – это:

- а) сведения о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере;
- б) сведения о фактах, событиях и обстоятельствах частой жизни гражданина;
- в) сведения о способах осуществления профессиональной деятельности;
- г) сведения производственные, технические, экономические, организационные;
- д) нормативные правовые акты, затрагивающие права и свободы гражданина.

5. Общедоступная информация – это:

- а) сведения о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере;
- б) сведения о фактах, событиях и обстоятельствах частой жизни гражданина;
- в) правовое положение организаций и полномочия государственных органов;
- г) сведения производственные, технические, экономические, организационные;
- д) сведения о способах осуществления профессиональной деятельности.

6. Общедоступная информация – это:

- а) сведения о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере;
- б) правовое положение организаций и полномочия органов местного самоуправления;
- в) сведения о фактах, событиях и обстоятельствах частой жизни гражданина;
- г) сведения производственные, технические, экономические, организационные;
- д) сведения о способах осуществления профессиональной деятельности.

7. Перечень сведений, отнесенных к государственной тайне

опубликован в:

- а) Законе от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ;
- б) Указе Президента РФ от 6.03.1997 г. № 188;
- в) Законе от 29.07.2004 г. № 98-ФЗ;

г) Указе Президента РФ от 9 сентября 2000 г. № 1895;

д) Законе 1993 г. № 5485.

8. Перечень сведений, конфиденциального характера опубликован в:

а) Законе от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ;

б) Указе Президента РФ от 6.03.97 г. № 188;

в) Законе от 29.07.2004 г. № 98-ФЗ;

г) Указе Президента РФ от 9 сентября 2000 г. № 1895;

д) Законе 1993 г. № 5485.

9. Сведения, составляющие коммерческую тайну определены в:

а) Законе от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ;

б) Указе Президента РФ от 6.03.97 г. № 188;

в) Законе от 29.07.2004 г. № 98-ФЗ;

г) Указе Президента РФ от 9 сентября 2000 г. № 1895;

д) Законе 1993 г. № 5485.

10. Сведения, составляющие персональные данные определены в:

а) Законе от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ;

б) Указе Президента РФ от 6.03.1997 г. № 188;

в) Законе от 29.07.2004 г. № 98-ФЗ;

г) Указе Президента РФ от 9 сентября 2000 г. № 1895;

д) Законе 1993 г. № 5485.

К теме 2. Угрозы информации

1. В каком году в России появились первые преступления с использованием компьютерной техники (были похищены 125,5 тыс. долл. США во Внешэкономбанке)?

а) 1976;

б) 1982;

в) 1988;

г) 1991;

д) 1997.

2. По данным Главного информационного центра МВД России количество компьютерных преступлений ежегодно увеличивается в, раза:

а) 2;

б) 2,5;

в) 3;

г) 3,5;

д) 4.

3. Сколько попыток взлома сетей и получения несанкционированного доступа к компьютерной информации приходит извне, %:

а) 10;

б) 20;

в) 30;

г) 40;

д) 50.

4. Сколько попыток взлома сетей и получения несанкционированного доступа к компьютерной информации спровоцированы с участием персонала компаний, %:

а) 90;

б) 80;

в) 70;

г) 60;

д) 50.

5. Наиболее распространенными компьютерными преступлениями являются:

а) против личных прав;

б) против государственных интересов;

в) против частной сферы;

г) против общественных интересов;

д) в экономической сфере.

6. Активный перехват информации – это перехват, который:

а) заключается в установке подслушивающего устройства;

б) основан на фиксации электромагнитных излучений, возникающих при функционировании средств компьютерной техники и коммуникаций;

в) неправомерно использует технологические отходы информационного процесса;

г) осуществляется путем использования оптической техники;

д) осуществляется с помощью подключения к телекоммуникационному оборудованию компьютера.

7. Аудиоперехват перехват информации – это перехват, который:

а) заключается в установке подслушивающего устройства в аппаратуру средств обработки информации;

- б) основан на фиксации электромагнитных излучений, возникающих при функционировании средств компьютерной техники и коммуникаций;
- в) неправомерно использует технологические отходы информационного процесса;
- г) осуществляется путем использования оптической техники;
- д) осуществляется с помощью подключения к телекоммуникационному оборудованию компьютера.

8. Перехват, который осуществляется путем использования оптической техники называется:

- а) активный перехват;
- б) пассивный перехват;
- в) аудиоперехват;
- г) видеоперехват;
- д) просмотр мусора.

9. Перехват, который основан на фиксации электромагнитных излучений, возникающих при функционировании средств компьютерной техники и коммуникаций называется:

- а) активный перехват;
- б) пассивный перехват;
- в) аудиоперехват;
- г) видеоперехват;
- д) просмотр мусора.

10. Перехват, который осуществляется с помощью подключения к телекоммуникационному оборудованию компьютера называется:

- а) активный перехват;
- б) пассивный перехват;
- в) аудиоперехват;
- г) видеоперехват;
- д) просмотр мусора.

К теме 3 Вредоносные программы

1. Метод несанкционированного доступа в компьютерную сеть с использованием «зомбированных» компьютеров называется:

- а) подмена пользователя;
- б) брешь;
- в) подбор пароля;
- г) замена пользователя;

д) неспешный выбор.

2. Метод несанкционированного доступа в компьютерную сеть, который заключается в подключении к каналу связи, когда сотрудник, кратковременно покидает свое рабочее место, оставляя терминал в рабочем режиме называется:

а) подмена пользователя;

б) брешь;

в) подбор пароля;

г) замена пользователя;

д) неспешный выбор.

3. Метод несанкционированного доступа в компьютерную сеть, который заключается в подключении злоумышленника к линии связи законного пользователя и после сигнала, обозначающего конец работы, перехватывания его на себя, получая доступ к системе называется:

а) подмена пользователя;

б) брешь;

в) подбор пароля;

г) замена пользователя;

д) неспешный выбор.

4. Метод несанкционированного доступа в компьютерную сеть, который заключается в отыскании участков программ, имеющих ошибку или неудачную логику построения называется:

а) подмена пользователя;

б) брешь;

в) подбор пароля;

г) замена пользователя;

д) неспешный выбор.

5. Метод несанкционированного доступа в компьютерную сеть, который заключается в нахождении злоумышленником уязвимых мест в ее защите, называется:

а) подмена пользователя;

б) брешь;

в) подбор пароля;

г) замена пользователя;

д) неспешный выбор.

6. В чем заключается метод несанкционированного доступа в компьютерную сеть «Подбор пароля»?

- а) Подключение злоумышленника к каналу связи, когда сотрудник, кратковременно покидает свое рабочее место, оставляя терминал в рабочем режиме;
- б) Подключение злоумышленника к каналу связи законного пользователя и после сигнала, обозначающего конец работы, перехватывания его на себя, получая доступ к системе;
- в) использование «зомбированных» компьютеров;
- г) отыскание участков программ, имеющих ошибку или неудачную логику построения;
- д) нахождение злоумышленником уязвимых мест в защите.

7. В чем заключается метод несанкционированного доступа в компьютерную сеть «Брешь»?

- а) подключение злоумышленника к каналу связи, когда сотрудник, кратковременно покидает свое рабочее место, оставляя терминал в рабочем режиме;
- б) подключение злоумышленника к каналу связи законного пользователя и после сигнала, обозначающего конец работы, перехватывания его на себя, получая доступ к системе;
- в) использование «зомбированных» компьютеров;
- г) отыскание участков программ, имеющих ошибку или неудачную логику построения;
- д) нахождение злоумышленником уязвимых мест в защите.

8. В чем заключается метод несанкционированного доступа в компьютерную сеть «Подмена пользователя»?

- а) подключение злоумышленника к каналу связи, когда сотрудник, кратковременно покидает свое рабочее место, оставляя терминал в рабочем режиме;
- б) подключение злоумышленника к каналу связи законного пользователя и после сигнала, обозначающего конец работы, перехватывания его на себя, получая доступ к системе;
- в) использование «зомбированных» компьютеров;
- г) отыскание участков программ, имеющих ошибку или неудачную логику построения;
- д) нахождение злоумышленником уязвимых мест в защите.

9. В чем заключается метод несанкционированного доступа в компьютерную сеть «Замена пользователя»?

- а) подключение злоумышленника к каналу связи, когда сотрудник, кратковременно покидает свое рабочее место, оставляя терминал в рабочем режиме;
- б) подключение злоумышленника к каналу связи законного пользователя и после сигнала, обозначающего конец работы, перехватывания его на себя, получая доступ к системе;

- в) использование «зомбированных» компьютеров;
- г) отыскание участков программ, имеющих ошибку или неудачную логику построения;
- д) нахождение злоумышленником уязвимых мест в защите.

10. В чем заключается метод несанкционированного доступа в компьютерную сеть «Неспешный выбор»?

- а) подключение злоумышленника к каналу связи, когда сотрудник, кратковременно покидает свое рабочее место, оставляя терминал в рабочем режиме;
- б) подключение злоумышленника к каналу связи законного пользователя и после сигнала, обозначающего конец работы, перехватывания его на себя, получая доступ к системе;
- в) использование «зомбированных» компьютеров;
- г) отыскание участков программ, имеющих ошибку или неудачную логику построения;
- д) нахождение злоумышленником уязвимых мест в защите.

К теме 4. Защита от вредоносных программ

1. Хакер?

- а) это лицо, которое взламывает интрасеть в познавательных целях;
- б) это мошенник, рассылающий свои послания, в надежде обмануть наивных и жадных;
- в) это лицо, изучающее систему для ее последующего взлома и реализующее свои криминальные наклонности в похищении информации и написании вирусов разрушающих по;
- г) так в XIX в. называли плохих игроков в гольф, дилетантов;
- д) это мошенники, которые обманым путем выманивают у доверчивых пользователей сети конфиденциальную информацию.

2. Фракер?

- а) это лицо, которое взламывает интрасеть в познавательных целях;
- б) это мошенник, рассылающий свои послания, в надежде обмануть наивных и жадных;
- в) это лицо, изучающее систему для ее последующего взлома и реализующее свои криминальные наклонности в похищении информации и написании вирусов разрушающих по;
- г) так в XIX в. называли плохих игроков в гольф, дилетантов;

д) это мошенники, которые обманным путем выманивают доверчивых пользователей сети конфиденциальную информацию.

3. Кракер?

а) это лицо, которое взламывает интрасеть в познавательных целях;

б) это мошенник, рассылающий свои послания, в надежде обмануть наивных и жадных;

в) это лицо, изучающее систему для ее последующего взлома и реализующее свои криминальные наклонности в похищении информации и написании вирусов разрушающих по;

г) так в XIX в. называли плохих игроков в гольф, дилетантов;

д) это мошенники, которые обманным путем выманивают у доверчивых пользователей сети конфиденциальную информацию.

4. Фишер?

а) это лицо, которое взламывает интрасеть в познавательных целях;

б) это мошенник, рассылающий свои послания, в надежде обмануть наивных и жадных;

в) это лицо, изучающее систему для ее последующего взлома и реализующее свои криминальные наклонности в похищении информации и написании вирусов разрушающих по;

г) так в XIX в. называли плохих игроков в гольф, дилетантов;

д) это мошенники, которые обманным путем выманивают у доверчивых пользователей сети конфиденциальную информацию.

5. Скамер?

а) это лицо, которое взламывает интрасеть в познавательных целях;

б) это мошенник, рассылающий свои послания, в надежде обмануть наивных и жадных;

в) это лицо, изучающее систему для ее последующего взлома и реализующее свои криминальные наклонности в похищении информации и написании вирусов разрушающих по;

г) так в XIX в. называли плохих игроков в гольф, дилетантов;

д) это мошенники, которые обманным путем выманивают у доверчивых пользователей сети конфиденциальную информацию.

6. Спамер?

а) это лицо, которое взламывает интрасеть в познавательных целях;

б) это мошенник, рассылающий свои послания, в надежде обмануть наивных и жадных;

в) это лицо, изучающее систему для ее последующего взлома и реализующее свои криминальные наклонности в похищении информации и написании вирусов разрушающих по;

г) так в XIX в. называли плохих игроков в гольф, дилетантов;

д) от него приходят в почтовые ящики не запрошенные рассылки.

7. Лицо, которое взламывает интрасеть в познавательных целях:

а) хакер;

б) фракер;

в) кракер;

г) фишер;

д) скамер.

8. Мошенник, рассылающий свои послания, в надежде обмануть наивных и жадных:

а) хакер;

б) фракер;

в) кракер;

г) фишер;

д) скамер.

9. Лицо, изучающее систему для ее последующего взлома и реализующее свои криминальные наклонности в похищении информации и написании вирусов разрушающих ПО:

а) хакер;

б) фракер;

в) кракер;

г) фишер;

д) скамер.

10. Так в XIX в. называли плохих игроков в гольф, дилетантов:

а) хакер;

б) фракер;

в) кракер;

г) фишер;

д) скамер.

К теме 5. Методы и средства защиты компьютерной информации

1. Меры защиты, к которым относятся действующие в стране нормативные акты, регламентирующие правила обращения с информацией, бывают:

а) правовыми;

б) морально-этическими;

- в) организационными;
- г) физическими;
- д) техническими.

2. Меры защиты, к которым относятся нормы поведения, традиционно сложившиеся или в стране или обществе, бывают:

- а) правовыми;
- б) морально-этическими;
- в) организационными;
- г) физическими;
- д) техническими.

3. Меры, регламентирующие процессы функционирования системы обработки данных, использование ее ресурсов и деятельность персонала, бывают:

- а) правовыми;
- б) морально-этическими;
- в) организационными;
- г) физическими;
- д) техническими.

4. Меры защиты, основанные на применении разного рода препятствий, предназначенных для исключения возможностей получения доступа злоумышленников к защищаемой информации, бывают:

- а) правовыми;
- б) морально-этическими;
- в) организационными;
- г) физическими;
- д) техническими.

5. Меры защиты, основанные на использовании различных электронных устройств и специальных программ, бывают:

- а) правовыми;
- б) морально-этическими;
- в) организационными;
- г) физическими;
- д) техническими.

6. Правовые меры защиты информации – это:

- а) действующие в стране нормативные акты, регламентирующие правила обращения с информацией;

- б) нормы поведения, традиционно сложившиеся или в стране или обществе;
- в) регламентирующие процессы функционирования системы обработки данных, использование ее ресурсов и деятельность персонала;
- г) применение разного рода препятствий, предназначенных для исключения возможностей получения доступа к информации;
- д) использование различных электронных устройств и специальных программ.

7. Морально-этические меры защиты информации – это:

- а) действующие в стране нормативные акты, регламентирующие правила обращения с информацией;
- б) нормы поведения, традиционно сложившиеся или в стране или обществе;
- в) регламентирующие процессы функционирования системы обработки данных, использование ее ресурсов и деятельность персонала;
- г) применение разного рода препятствий, предназначенных для исключения возможностей получения доступа к информации;
- д) использование различных электронных устройств и специальных программ.

8. Организационные меры защиты информации – это:

- а) действующие в стране нормативные акты, регламентирующие правила обращения с информацией;
- б) нормы поведения, традиционно сложившиеся или в стране или обществе;
- в) регламентирующие процессы функционирования системы обработки данных, использование ее ресурсов и деятельность персонала;
- г) применение разного рода препятствий, предназначенных для исключения возможностей получения доступа к информации;
- д) использование различных электронных устройств и специальных программ.

9. Физические меры защиты информации – это:

- а) действующие в стране нормативные акты, регламентирующие правила обращения с информацией;
- б) нормы поведения, традиционно сложившиеся или в стране или обществе;
- в) регламентирующие процессы функционирования системы обработки данных, использование ее ресурсов и деятельность персонала;
- г) применение разного рода препятствий, предназначенных для исключения возможностей получения доступа к информации;
- д) использование различных электронных устройств и специальных программ.

10. Технические меры защиты информации – это:

- а) действующие в стране нормативные акты, регламентирующие правила обращения с информацией;
- б) нормы поведения, традиционно сложившиеся или в стране или обществе;
- в) регламентирующие процессы функционирования системы обработки данных, использование ее ресурсов и деятельность персонала;
- г) применение разного рода препятствий, предназначенных для исключения возможностей получения доступа к информации;
- д) использование различных электронных устройств и специальных программ.

К теме 6. Криптографические методы информационной безопасности

1. Шифрование методом подстановки, когда:

- а) символы шифруемого текста перемещаются по определенным правилам внутри шифруемого блока этого текста;
- б) символы шифруемого текста последовательно складываются с символами некоторой специальной последовательности;
- в) шифрование заключается в получении нового вектора как результата умножения матрицы на исходный вектор;
- г) символы шифруемого текста заменяются другими символами, взятыми из одного или нескольких алфавитов;
- д) заменяются слова и предложения исходной информации шифрованными.

2. Шифрование методом перестановки, когда:

- а) символы шифруемого текста перемещаются по определенным правилам внутри шифруемого блока этого текста;
- б) символы шифруемого текста последовательно складываются с символами некоторой специальной последовательности;
- в) шифрование заключается в получении нового вектора как результата умножения матрицы на исходный вектор;
- г) символы шифруемого текста заменяются другими символами, взятыми из одного или нескольких алфавитов;
- д) заменяются слова и предложения исходной информации шифрованными.

3. Шифрование методом гаммирования, когда:

- е) символы шифруемого текста перемещаются по определенным правилам внутри шифруемого блока этого текста;
- ж) символы шифруемого текста последовательно складываются с символами некоторой специальной последовательности;

- з) шифрование заключается в получении нового вектора как результата умножения матрицы на исходный вектор;
- и) символы шифруемого текста заменяются другими символами, взятыми из одного или нескольких алфавитов;
- к) заменяются слова и предложения исходной информации шифрованными.

4. Шифрование методом аналитических преобразований, когда:

- а) символы шифруемого текста перемещаются по определенным правилам внутри шифруемого блока этого текста;
- б) символы шифруемого текста последовательно складываются с символами некоторой специальной последовательности;
- в) шифрование заключается в получении нового вектора как результата умножения матрицы на исходный вектор;
- г) символы шифруемого текста заменяются другими символами, взятыми из одного или нескольких алфавитов;
- д) заменяются слова и предложения исходной информации шифрованными.

5. Символы шифруемого текста перемещаются по определенным правилам внутри шифруемого блока этого текста – это метод:

- а) гаммирования;
- б) подстановки;
- в) кодирования;
- г) перестановки;
- д) аналитических преобразований.

6. Символы шифруемого текста заменяются другими символами, взятыми из одного или нескольких алфавитов – это метод:

- а) гаммирования;
- б) подстановки;
- в) кодирования;
- г) перестановки;
- д) аналитических преобразований.

7. Символы шифруемого текста последовательно складываются с символами некоторой специальной последовательности – это метод:

- а) гаммирования;
- б) подстановки;
- в) кодирования;
- г) перестановки;

д) аналитических преобразований.

8. Шифрование заключается в получении нового вектора как результата умножения матрицы на исходный вектор – это метод:

а) гаммирования;

б) подстановки;

в) кодирования;

г) перестановки;

д) аналитических преобразований.

9. Шифр DES – это:

а) система, которая предусматривает три режима шифрования (простая замена, гаммирование, гаммирование с обратной связью) и один режим выработки имитовставки;

б) система с открытым ключом предназначенная как для шифрования, так и для аутентификации основана на трудности разложения очень больших целых чисел на простые сомножители;

в) блочные шифры с ключом переменной длины, продукт экспортируется за пределы страны;

г) шифр состоящий из 64-битных повторяющихся блоков с 128-битным ключом и восемью проходами;

д) симметричный алгоритм шифрования, имеет блоки по 64 бит и основан на 16 кратной перестановке данных, для зашифровывания использует ключ в 56 бит.

10. Шифр IDEA – это:

а) система, которая предусматривает три режима шифрования (простая замена, гаммирование, гаммирование с обратной связью) и один режим выработки имитовставки;

б) система с открытым ключом предназначенная как для шифрования, так и для аутентификации основана на трудности разложения очень больших целых чисел на простые сомножители;

в) блочные шифры с ключом переменной длины, продукт экспортируется за пределы страны;

г) шифр состоящий из 64-битных повторяющихся блоков с 128-битным ключом и восемью проходами;

д) симметричный алгоритм шифрования, имеет блоки по 64 бит и основан на 16 кратной перестановке данных,

для зашифровывания использует ключ в 56 бит.

К теме 7. Лицензирование, сертификация и аттестация в области защиты информации

1. Сертификации подлежат:

- а) средства криптографической защиты информации;
- б) средства выявления закладных устройств и программных закладок;
- в) защищенные технические средства обработки информации;
- г) защищенные информационные системы и комплексы телекоммуникаций;
- д) все перечисленные средства.

2. Лицензируемые виды деятельности ФСТЭК России в области защиты конфиденциальной информации – это:

- а) техническая защита конфиденциальной информации;
- б) выявление электронных устройств, предназначенных для негласного получения информации;
- в) распространение шифровальных (криптографических) средств;
- г) разработка, производство и реализация специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации;
- д) предоставление услуг в области шифрования информации.

3. Лицензируемые виды деятельности ФСТЭК России в области защиты конфиденциальной информации – это:

- а) распространение шифровальных (криптографических) средств;
- б) выявление электронных устройств, предназначенных для негласного получения информации;
- в) разработка и (или) производство средств защиты конфиденциальной информации;
- г) разработка, производство и реализация специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации;
- д) предоставление услуг в области шифрования информации.

4. Федеральный закон Российской Федерации «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 8 августа 2001 г. №:

- а) 9-ФЗ;
- б) 54-ФЗ;
- в) 112-ФЗ;
- г) 128-ФЗ;
- д) 233-ФЗ.

5. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. №:

- е) 77-ФЗ;

- ж) 184-ФЗ;
- з) 208-ФЗ;
- и) 312-ФЗ;
- к) 401-ФЗ.

К теме 8. Критерии безопасности компьютерных систем «Оранжевая книга».

Руководящие документы Гостехкомиссии

1. В стандарте США «Оранжевой книге» фундаментальное требование, которое относится к группе Стратегия:

- а) индивидуальные субъекты должны идентифицироваться;
- б) контрольная информация должна храниться отдельно и защищаться так, чтобы со стороны ответственной за это группы имелась возможность отслеживать действия, влияющие на безопасность;
- в) необходимо иметь явную и хорошо определенную систему обеспечения безопасности;
- г) вычислительная система в своем составе должна иметь аппаратные/программные механизмы, допускающие независимую оценку на предмет того, что система обеспечивает выполнение изложенных требований;
- д) гарантированно защищенные механизмы, реализующие перечисленные требования, должны быть постоянно защищены от «взламывания» и/или несанкционированного внесения изменений.

2. В стандарте США «Оранжевой книге» фундаментальное требование, которое относится к группе Стратегия:

- а) управляющие доступом метки должны быть связаны с объектами;
- б) контрольная информация должна храниться отдельно и защищаться так, чтобы со стороны ответственной за это группы имелась возможность отслеживать действия, влияющие на безопасность;
- в) индивидуальные субъекты должны идентифицироваться;
- г) вычислительная система в своем составе должна иметь аппаратные/программные механизмы, допускающие независимую оценку на предмет того, что система обеспечивает выполнение изложенных требований;
- д) гарантированно защищенные механизмы, реализующие перечисленные требования, должны быть постоянно защищены от «взламывания» и/или несанкционированного внесения изменений.

3. В стандарте США «Оранжевой книге» фундаментальное требование, которое относится к группе подотчетность:

- а) управляющие доступом метки должны быть связаны с объектами;
- б) необходимо иметь явную и хорошо определенную систему обеспечения безопасности;
- в) индивидуальные субъекты должны идентифицироваться;
- г) вычислительная система в своем составе должна иметь аппаратные/программные механизмы, допускающие независимую оценку на предмет того, что система обеспечивает выполнение изложенных требований;
- д) гарантированно защищенные механизмы, реализующие перечисленные требования, должны быть постоянно защищены от «взламывания» и/или несанкционированного внесения изменений.

4. В стандарте США «Оранжевой книге» фундаментальное требование, которое относится к группе Подотчетность:

- а) управляющие доступом метки должны быть связаны с объектами;
- б) необходимо иметь явную и хорошо определенную систему обеспечения безопасности;
- в) гарантированно защищенные механизмы, реализующие перечисленные требования, должны быть постоянно защищены от «взламывания» и/или несанкционированного внесения изменений;
- г) вычислительная система в своем составе должна иметь аппаратные/программные механизмы, допускающие независимую оценку на предмет того, что система обеспечивает выполнение изложенных требований;
- д) контрольная информация должна храниться отдельно и защищаться так, чтобы со стороны ответственной за это группы имелась возможность отслеживать действия, влияющие на безопасность.

5. В стандарте США «Оранжевой книге» фундаментальное требование, которое относится к группе гарантии:

- а) управляющие доступом метки должны быть связаны с объектами;
- б) необходимо иметь явную и хорошо определенную систему обеспечения безопасности;
- в) индивидуальные субъекты должны идентифицироваться;
- г) вычислительная система в своем составе должна иметь аппаратные/программные механизмы, допускающие независимую оценку на предмет того, что система обеспечивает выполнение изложенных требований;

д) контрольная информация должна храниться отдельно и защищаться так, чтобы со стороны ответственной за это группы имелась возможность отслеживать действия, влияющие на безопасность.

6. В стандарте США «Оранжевой книге» фундаментальное требование, которое относится к группе гарантии:

а) управляющие доступом метки должны быть связаны с объектами;

б) защищенные механизмы, реализующие перечисленные требования, должны быть постоянно защищены от «взламывания» и/или несанкционированного внесения изменений;

в) индивидуальные субъекты должны идентифицироваться;

г) необходимо иметь явную и хорошо определенную систему обеспечения безопасности;

д) контрольная информация должна храниться отдельно и защищаться так, чтобы со стороны ответственной за это группы имелась возможность отслеживать действия, влияющие на безопасность.

7. В стандарте США «Оранжевой книге» минимальная защита – это группа:

а) А;

б) В;

в) С;

г) D;

д) E.

8. В стандарте США «Оранжевой книге» индивидуальная защита – это группа:

а) А;

б) В;

в) С;

г) D;

д) E.

9. В стандарте США «Оранжевой книге» мандатная защита – это группа:

а) А;

б) В;

в) С;

г) D;

д) E.

10. В стандарте США «Оранжевой книге» верифицированная защита – это группа:

а) А;

- б) В;
- в) С;
- г) D;
- д) Е.

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Практическое занятие 1. Расчёт системы анализа рисков и проверки политики информационной безопасности предприятия

План проведения занятий по теме:

Методика проведения практического занятия.

1. Цель работы.

Целью данной лабораторной работы является ознакомление с методикой анализа рисков, ролью анализа рисков в построении системы защиты, а также ознакомление с международным стандартом информационной безопасности ISO

2. Порядок выполнения работы

Оценка рисков

Для измерения какого-либо свойства необходимо выбрать шкалу. Шкалы могут быть разной «силы», выбор той или иной шкалы зависит как от свойств измеряемой величины, так и от имеющихся в наличии измерительных инструментов.

В качестве примера рассмотрим варианты выбора шкалы для измерения характеристического свойства «ценность информационного ресурса». Она может измеряться опосредованно в шкалах отношений, таких как стоимость восстановления ресурса, время восстановления ресурса и других. Другой вариант — определить ранговую шкалу для получения экспертной оценки, имеющую, например, три возможных значения лингвистической переменной:

- 1) Малоценный информационный ресурс - от него не зависят критически важные задачи, и он может быть восстановлен с небольшими затратами времени и денег;
- 2) Ресурс средней ценности - от него зависит ряд важных задач, но в случае его утраты он может быть восстановлен за время менее, чем критически допустимое, стоимость восстановления высокая;
- 3) Ценный ресурс: от него зависят критически важные задачи, в случае утраты время восстановления превышает критически допустимое, либо стоимость чрезвычайно высока.

Для измерения рисков не существует абсолютной шкалы. Риски можно оценивать по объективным либо субъективным критериям. Примером объективного критерия является

вероятность выхода из строя какого-либо оборудования, например ПК за определенный промежуток времени. Примером субъективного критерия является оценка администратора информационного ресурса риска выхода из строя ПК. Для этого обычно разрабатывается ранговая шкала с несколькими градациями, например: низкий, средний, высокий уровни.

Существует ряд подходов к измерению рисков. Рассмотрим наиболее распространенные: оценка по двум факторам и оценка по трем факторам.

Оценка рисков по двум факторам

В простейшем случае используется оценка двух факторов: вероятность происшествия и тяжесть возможных последствий. Обычно считается, что риск тем больше, чем больше вероятность происшествия и тяжесть последствий. Общая идея может быть выражена формулой:

РИСК=Рпроисшествия X ЦЕНА ПОТЕРИ (1.)

Если переменные являются количественными величинами, риск — это оценка математического ожидания потерь.

Если переменные являются качественными величинами - то операция умножения не определена. Таким образом, в явном виде эта формула использоваться не должна. Рассмотрим вариант использования качественных величин (наиболее часто встречающаяся ситуация).

Сначала должны быть определены значения лингвистической переменной вероятности событий, например, такой шкалы: А - событие практически никогда не происходит; В - событие случается редко;

С - вероятность события за рассматриваемый промежуток времени — около 0,5;

В - скорее всего, событие произойдет;

Е - событие почти обязательно произойдет.

Кроме того, определяется лингвистическая переменная; серьезности происшествий, например:

N (Negligible) — воздействием можно пренебречь.

Mi (Minor) — незначительное происшествие - последствия легко устранимы, затраты на ликвидацию последствий невелики, воздействие на информационную технологию незначительно;

Mo (Moderate) — происшествие с умеренными результатами - ликвидация последствий не связана с крупными затратами, воздействие на информационную технологию невелико и не затрагивает критически важные задачи;

S (Serious) — происшествие с серьезными последствиями: ликвидация последствий связана со значительными затратами, воздействие на информационные технологии

ощутимо, воздействует на выполнение критически важных задач;

С (Critical) — происшествие приводит к невозможности решения критически важных задач.

Для оценки рисков определяется переменная из трех значений: низкий риск, средний риск, высокий риск.

Риск, связанный с определенным событием, зависит от двух факторов и может быть определен как показано в таблице 2.

Шкалы факторов риска и сама таблица могут быть определены иначе, иметь другое число градаций.

Таблица.2. Определение риска в зависимости от двух факторов

	Negligible	Minor	Moderate	Serious	Critical
A	Низкий риск	Низкий риск	Низкий риск	Средний риск	Средний риск
B	Низкий риск	Низкий риск	Средний риск	Средний риск	Высокий риск
C	Низкий риск	Средний риск	Средний риск	Средний	Высокий риск
D	Средний риск	Средний риск	Средний риск	Средний	Высокий риск
E	Средний риск	Высокий риск	Высокий риск	Высокий	Высокий риск

Подобный подход к оценке рисков достаточно распространен. При разработке (использовании) методик оценки рисков необходимо учитывать следующие особенности:

- значения шкал должны быть четко определены (словесное описание) и пониматься одинаково всеми участниками процедуры экспертной оценки;
- требуются обоснования выбранной таблицы. Необходимо убедиться, что разные инциденты, характеризующиеся одинаковыми сочетаниями факторов риска, имеют с точки зрения экспертов одинаковый уровень рисков.

Подобные методики широко применяются при проведении анализа рисков базового уровня. Оценка рисков по трем факторам.

В большинстве методик, рассчитанных на более высокие требования, чем базовый уровень, используется модель оценки риска с тремя факторами: угроза, уязвимость, цена потери. Угроза и уязвимость определяются следующим образом.

Угроза — совокупность условий и факторов, которые могут стать причиной нарушения целостности, доступности, конфиденциальности информации.

Уязвимость — слабость в системе защиты, которая делает возможным реализацию угрозы.

Цена потери — это качественная или количественная оценка степени серьезности происшествия.

Вероятность происшествия, которая в данном подходе может быть объективной либо субъективной величиной, зависит от уровней (вероятностей) угроз и уязвимостей:

$$P_{\text{происшествия}} = R_{\text{угрозы}} \times R_{\text{уязвимости}}(2)$$

Соответственно, риск определяется следующим образом:

$$\text{РИСК} = R_{\text{угрозы}} \times R_{\text{уязвимости}} \times \text{ЦЕНА ПОТЕРИ} \quad (3)$$

Данное выражение можно рассматривать как математическую формулу, если используются количественные шкалы, либо как формулировку общей идеи, если хотя бы одна из шкал - качественная. В последнем случае используются различного рода табличные методы для определения риска в зависимости от трех факторов.

Например, показатель риска измеряется в шкале от 0 до 8 со следующими определениями уровней риска:

- 1) Риск практически отсутствует. Теоретически возможны ситуации, при которых событие наступает, но на практике это случается редко, а потенциальный ущерб сравнительно невелик;
- 2) Риск очень мал. События подобного рода случались достаточно редко, кроме того, негативные последствия сравнительно невелики;

Степень Серьезности Происшествия (цена потери)	Уровень угрозы			Уязвимостей			уязвимостей		
	Низкий Уровни	Средний Уровни	Высокий Уровни	Н	С	В	Н	С	В
Незначительная	0	1	2	1	2	3	2	3	4
Несущественная	1	2	3	2	3	4	3	4	5
Умеренная	2	3	4	3	4	5	4	5	6
Серьезная	3	4	5	4	5	6	5	6	7
Критическая	4	5	6	5	6	7	6	7	8

Таблица.3. Определение риска в зависимости от трех факторов 8) Риск очень велик. Событие, скорее всего, наступит, и последствия будут чрезвычайно тяжелыми Матрица

может быть определена следующим образом (табл.2.3). В данной таблице уровни уязвимости Н, С, В означают соответственно низкий, средний и высокий уровни.

Подобные таблицы используются как в «бумажных» вариантах методик оценки рисков, так и в различного рода инструментальных средствах анализа рисков.

Практические сложности в реализации этого подхода следующие.

Во-первых, должен быть собран весьма обширный материал о происшествиях в этой области.

Во-вторых, применение этого подхода оправдано далеко не всегда. Если информационная система достаточно крупная (содержит много элементов, расположена на обширной территории), имеет давнюю историю, то подобный подход, скорее всего, применим. Если система сравнительно невелика, использует новейшие элементы технологии (для которых пока нет достоверной статистики), оценки угроз и уязвимостей могут оказаться недостоверными.

2.3. Выбор методики анализа рисков

Как уже упоминалась выше для оценки угроз и уязвимостей используются различные методы, в основе которых могут лежать [6]:

- Экспертные оценки.
- Статистические данные.
- Учет факторов, влияющих на уровни угроз и уязвимостей.

Мы же, выбрали наиболее распространенный в настоящее время подход, основанный на учете различных факторов, влияющих на уровни угроз и уязвимостей. Такой подход позволяет абстрагироваться от малосущественных технических деталей, учесть не только программно-технические, но и иные аспекты.

Нам необходимо оценить следующие вероятности:

- вероятность уровня(степени) угрозы и вероятность уровня уязвимости .

Для оценки угроз выберем следующие косвенные факторы:

- Статистика по зарегистрированным инцидентам.
- Тенденции в статистке по подобным нарушениям.
- Наличие в системе информации, представляющей интерес для потенциальных внутренних или внешних нарушителей.
- Моральные качества персонала.
- Возможность извлечь выгоду из изменения обрабатываемой в системе информации.
- Наличие альтернативных способов доступа к информации.

Для оценки уязвимостей выберем следующие косвенные факторы:

- Количество рабочих мест (пользователей) в системе.

- Размер рабочих групп.
- Осведомленность руководства о действиях сотрудников (разные аспекты).
- Характер используемого на рабочих местах оборудования и ПО.
- Полномочия пользователей.

Далее мы берем подготовленный список вопросов, составленный при изучении разделов стандарта ISO 17799, и делим его на две части, влияющих на уровень угроз и влияющих на уровень уязвимости. Напротив фиксированных вариантов ответов поставим определенное количество баллов, определяющих уровень критичности.

Для определения факторов влияющих на уровень угроз, приведем следующий вопрос с вариантами ответов:

Может ли сокрытие информации принести прямую финансовую или иную выгоду сотрудникам?

Варианты ответов:

- а) Да 15
- б) Нет 0

Для определения факторов влияющих на уровень уязвимости, приведем следующий вопрос с вариантами ответов:

Есть ли у сотрудников возможность осуществить несанкционированный доступ к информации (например, когда их непосредственно не контролируют, по вечерам и т.п.)?

- а) Да 20
- б) Нет 0

Итоговая оценка угрозы и уязвимости данного класса будет определяться суммированием баллов. Программный код сам оценит степень угрозы и уязвимости по количеству накопленных баллов.

Таблица 4. Степень угрозы при количестве баллов.

До 60	Очень низкая
От 60 до 150	Низкая
От 150 до 250	Средняя
От 250 до 400	Высокая
400 и более	Очень высокая

Таблица 5. Степень уязвимости при количестве баллов.

До 100 Низкая

От 100 до 300 Средняя

300 и более Высокая

Эта методика проста и дает владельцу информационных ресурсов ясное представление, каким образом получается итоговая оценка и что надо изменить, чтобы улучшить показатели.

Далее используя метод оценки рисков по трем факторам произведем расчет по формуле 3.

В результате проделанной работы по оценке рисков мы получим качественные показатели.

А при использовании оценки ущерба в случае реализации угроз конфиденциальности, целостности и доступности - мы сможем получить и некоторые количественные результаты.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятия - Политика информационной безопасности.
2. Что такое процесс анализа рисков? Какова роль анализа рисков в процессе формирования политики безопасности компании?
3. В чем отличие полного анализа рисков от базового?
4. Что понимается под угрозой безопасности информации?
5. На какие два класса делится все множество потенциальных угроз безопасности информации?
6. В чем заключается оценка рисков по двум факторам? 7. В чем заключается оценка рисков по трем факторам?
8. Дайте определение понятию "Уязвимость".
9. Дайте определение понятиям "угроза конфиденциальности", "угроза целостности" и "угроза доступности".
10. Назовите основные разделы стандарта ISO 17799.

Практическое занятие 2. Каналы утечки информации в волоконно-оптических линиях связи.

План проведения занятий по теме:

1. Цель работы

Получить навыки по производству расчётов вероятности утечки информации при различных условиях.

Нарушение полного внутреннего отражения

Первый способ несанкционированного доступа связан с отводом части светового потока из оптического волновода при нарушении полного внутреннего отражения. В идеальном

случае свет не выходит из оптического волокна вследствие полного внутреннего отражения на его границах. Любые отклонения в распространении света приводят к выходу части излучения из волновода, которое образует канал утечки информации. Варианты формирования каналов утечки информации из ВОЛС при нарушении полного внутреннего отражения можно разделить по виду воздействия на оптоволокно:

– механическое воздействие;

Простейший пример механического воздействия на волокно – изгиб.

При изгибе волокна локальная концентрация механических напряжений вызывает уменьшение угла падения света на границе, который может оказаться меньше предельного угла, и как следствие – нарушение полного внутреннего отражения, то есть часть светового потока выходит из оптоволоконна.

Максимальный радиус изгиба R , при котором наблюдается побочное излучение в точке изгиба световода с диаметром сердцевины d , связанное с нарушением полного внутреннего отражения, определяется выражением:

$$R \approx \frac{d}{2(n_1 - n_2)^2}, \quad (1)$$

здесь n_1, n_2 – показатели преломления сердцевины и оболочки световода.

Пример: для многомодового волокна с диаметром сердцевины $d = 50$ мкм и оптической оболочки $D = 125$ мкм ($n_1 = 1,481, n_2 = 1,476$) показывает, что при $R \leq 3,5$ см начинает наблюдаться сильное прохождение излучения в точке изгиба (до 80% значения интенсивности основного светового потока в оптоволоконне), при оценке изгиба не учитывалось форма светового потока, цилиндрическая форма преломляющей поверхности и другие эффекты, изменяющие показатель преломления оптоволоконна, например, фотоупругий эффект – их вклад значительно меньше.

– акустическое воздействие;

Акустическое воздействие на оптическое волокно также изменяет угол падения. При этом в сердцевине оптоволоконна создается дифракционная решетка периодического изменения показателя преломления, которая вызвана воздействием звуковой волны. Электромагнитная волна отклоняется от своего первоначального направления, и часть её выходит за пределы канала распространения. Физическое явление, с помощью которого возможно решить поставленную задачу, является дифракция Брэгга на высокочастотном звуке ($f > 10$ МГц), длина волны L которого удовлетворяет условию:(2)

где l – длина волны электромагнитного излучения, L – ширина области распространения звуковой волны, λ – длина волны действующего звукового излучения. Деформации, создаваемые упругой волной, формируют периодическое изменение показателя преломления внутри оптоволокна, которое для света является дифракционной решеткой.

Максимальный угол отклонения единственного наблюдаемого дифракционного максимума равен двум углам Брэгга ($2Q_B$). Частота отклоненной электромагнитной волны приблизительно равна частоте основного информационного потока. Вычисления показывают, что для многомодового оптоволокна с параметрами $(d/D)=(50/125)$ при акустическом воздействии с длиной волны звука $\Lambda = 10$ мкм и длине взаимодействия $L = 10\text{-}3$ м максимальный угол отклонения от первоначального направления распространения составляет 5 градусов.

Даже при невысоких интенсивностях звуковой волны выводимое электромагнитное излучение достаточно велико для регистрации его современными фотоприемниками. При фиксированной интенсивности звука, путем изменения области озвучивания L можно добиться максимального значения интенсивности в дифракционном максимуме, тем самым увеличить интенсивность света отводимого в канал утечки.

– оптическое туннелирование света, т.е. приведение в оптический контакт с волокном другого оптического волокна с показателем преломления равным или большим основного, что приводит к “захвату” части информационного светового потока без обратного рассеянного излучения;

Явление оптического туннелирования состоит в прохождении оптического излучения из среды показателем преломления n_1 через слой с показателем преломления n_2 меньшим n_1 в среду с показателем преломления n_3 при углах падения больших угла полного внутреннего отражения. На принципах оптического туннелирования в интегральной и волоконной оптике создаются такие устройства как оптический ответвитель, оптофоны, волоконно-оптические датчики физических величин.

Формирование канала утечки оптическим туннелированием; n_1 , n_2 – показатели преломления сердцевины и оболочки оптоволокна, n_3 – показатель преломления дополнительного оптоволокна.

Интенсивность излучения переходящего в дополнительный волновод определяется выражением:

$$I = I_0 \sin^2(k \cdot S), \quad (3)$$

где k – коэффициент связи оптических волокон, S – длина оптического контакта двух волокон. Максимум значения коэффициента связи достигается при нулевом расстоянии

между оболочкой и дополнительным оптоволоконном ($l=0$) и показателе преломления дополнительного волокна $n_3 = n_1$.

Излучение периодически переходит из одного волновода в другой.

Отличительной особенностью оптического туннелирования является отсутствие обратно рассеянного излучения, что затрудняет детектирование несанкционированного доступа к каналу связи. Этот способ съема информации наиболее скрытный.

– специальные напыляемые покрытия и оптические смазки основного оптоволоконна, которые приводят к эффекту интерференции света в тонких пленках, что позволяет выводить часть излучения также без обратного рассеяния;

– воздействие стационарных электромагнитных полей, что вызывает изменение оптических свойств на границе сердцевина – оболочка оптоволоконна, которое приводит к нарушению полного внутреннего отражения.

Практическое занятие 3. Расчёт и подбор средств обеспечения информационной безопасности Web-сервера Microsoft IIS Server

План проведения занятий по теме:

1. Цель работы

Изучение, установка, настройка и администрирование Web-сервера IIS 7.0 на Windows Server 2008 R2, создание на основе IIS 7.0 хостинга, специально оптимизированного для размещения сайтов в Интернете.

Порядок выполнения работы

Установка и настройка IIS на Windows Server 2008 R2, а так же установка различных cms (на конкретном примере - drupal)

1) Включаем роль IIS. Для этого заходим в пуск - администрирование - диспетчер сервера - вкладка роли. Кликаем - добавить роли и в ролях отмечаем веб-сервер iis для установки.

2) Настройка IIS сервера

Идем по адресу пуск - администрирование - диспетчер служб iis. Жмем кнопку начало, тем самым запускаем сервер.

для теста идем на localhost. (в браузере вводим строку `http://localhost/`) Если приветствие отобразилось, значит все действия выполнены верно и можно продолжать работу.

Далее возможны два варианта развития событий:

1) Ручная установка всех элементов IIS и ручная установка всех элементов cms. Этот вариант не рациональный, ведь нам нужно все сделать качественно, но в максимально сжатые сроки.

2) Мы можем воспользоваться автоматической установкой всех элементов. Как IIS, так и cms. Но все же рассмотрим оба метода.

Ручная установка всех элементов.

Готовим drupal для установки. качаем архив с официального сайта. Распаковываем. Создаем в папке iis каталог с названием вашего сайта, то есть путь будет выглядеть так: C:\inetpub\wwwroot и переносим все директории из распакованного архива в папку C:\inetpub\wwwroot\drupal

Установим php и mysql:

Заходим на сайт <http://dev.mysql.com/downloads/mysql/> и качаем нужный для нашего сервера архив. В нашем случае для windows server 2008 r2 x64. Запускаем инсталлятор и следуем его действиям. Установка php. Для этого качаем инсталлятор по адресу <http://windows.php.net/download/> и производим установку.

После этого мы идем по адресу в браузере: <http://localhost/drupal> и видим, что нас перекинуло на экран установки cms!

Автоматическая установка (рекомендуемый)

Для выполнения этой установки заходим в диспетчер служб iis и устанавливаем установщик веб-платформ.

Отмечаем для установки продуктов ASP.NET, NET Framework 3.5, Microsoft.NET Framework 4, Windows Powershell 2.0, диспетчер PHP для IIS, PHP 5.2.13.

Заходим в установщик веб-приложений, выбираем драйвер SQL Server для PHP 2.0, SQL Server Express 2008 R2, SQL Server 2008 R2 Management Studio Express.

Теперь заходим снова установщик веб-платформ и выбираем пункт веб-приложения. Выбираем drupal и жмем установить.

Видим запуск установки компонентов mySQL. Нам необходимо ввести пароль для администратора (пользователь root), используем пароль 12345.

Окно для ввода данных о сайте. Заполняем:

Приступаем ко второму шагу ввода данных о приложении (данные о базе данных):

Жмем далее и ждем завершения установки. Выводится на экран о не возможности завершения установки.

Запускается браузер, где видны частично установленные элементы.

Сайт доступен по адресу: <http://localhost/drupal/>

4.Рекомендуемая литература

1. IIS 7.0. Resource kit / М. Volodarsky, О. Londer, В. Cheah, В. Hill, S. Schofield, С.А. Mares. - Washington: Microsoft Press, 2008. - 753 p.

2. Хенриксон Х., Хофманн С. ИС 6. Полное руководство. Справочник профессионала. /Пер. с англ., - М.: Изд-во «СП ЭКОМ», 2004. - 672 с.
3. [http ://habrahabr. ru/post/78946/](http://habrahabr.ru/post/78946/)

Практическое занятие 4. Расчёт средств обеспечения информационной безопасности Microsoft ISA Security Server. Установка и конфигурирование брандмауэра ISA. Построение VPN-сети на базе ISA

План проведения занятий по теме:

Задание № 1. Установка и настройка Windows Server 2003

Цель работы: настроить компьютер для работы под управлением Windows Server 2003. Сделать сервер контроллером домена develsoft.local. Упражнение 1. Установка Windows Server 2003 Это упражнение следует выполнять на компьютере, совместимом с Windows

Server 2003. Предполагается, что основной жесткий диск полностью чист. Если диск уже разбит на разделы, можно изменить упражнение согласно конфигурации вашей системы.

1. В BIOS компьютера или контроллера диска задайте загрузку с CD-ROM. Если вы не знаете, как это сделать, обратитесь к соответствующей документации.
2. Вставьте установочный компакт-диск Windows Server 2003 в привод CD-ROM и перезагрузите компьютер.
3. Если основной диск не пуст, появится сообщение с предложением нажать любую клавишу, чтобы загрузить компьютер с компакт-диска. Если вы увидите такое сообщение, нажмите любую клавишу. После загрузки компьютера ненадолго появится сообщение об анализе конфигурации системы, а затем откроется окно Установка Windows (Windows Setup).
4. Если компьютеру нужны специальные драйверы для запоминающих устройств, которых нет в комплекте Windows Server 2003, нажмите F6, когда появится соответствующее сообщение, и предоставьте соответствующие драйверы.
5. Система предложит нажать F2, чтобы выполнить автоматическое аварийное восстановление системы (Automated System Recovery , ASR). Это новая функция Windows Server 2003, пришедшая на смену функции диск аварийного восстановления (Emergency Repair Disk) в предыдущих версиях Windows. Не нажимайте F2 на этом этапе. Установка продолжится. Заметьте: серый индикатор внизу экрана показывает, что выполняется проверка компьютера и загрузка файлов. Это необходимо для запуска ОС с минимальным набором драйверов.

6. Если вы устанавливаете пробную версию Windows Server 2003, откроется окно Setup Notification, прочитайте информацию и для продолжения нажмите клавишу Enter. Программа установки отобразит окно приветствия. Заметьте, что помимо установки Windows Server 2003 на чистый диск, программу Setup можно использовать для восстановления поврежденной системы Windows.

7. Прочитайте информацию в окне Вас приветствует программа установки (Welcome To Setup) и для продолжения нажмите клавишу Enter. Появится окно Лицензионное соглашение (License Agreement).

8. Прочитайте лицензионное соглашение: для прокрутки текста вниз нажимайте клавишу Page Down.

9. Нажмите F8, чтобы принять условия соглашения. Откроется окно Windows Server 2003 Setup с предложением выбрать область свободного пространства или существующий раздел, куда будет установлена ОС. На данном этапе вы можете создать или удалить разделы на жестком диске.

Для выполнения упражнений необходимо создать достаточно большой раздел, на котором поместится ОС (рекомендуется не менее 3 Гб), и минимум 1 Гб нераспределенного пространства. Дальнейшие действия предполагают, что размер вашего диска не менее 4 Гб и он в данный момент чист. Вы можете скорректировать процедуру по ситуации.

10. Нажмите клавишу C, чтобы создать раздел.

11. Чтобы создать раздел размером 3 Гб, в поле Создать раздел размером (МБ) [Create Partition Of Size (In MB)] введите 3072 и нажмите Enter.

12. Выберите C: Раздел1 [Новый (неформ.)] (C: Partition 1 [New(Raw)]) и нажмите клавишу Enter. Вам будет предложено выбрать файловую систему для этого раздела.

13. Убедитесь, что установлен переключатель Форматировать раздел в системе NTFS (Format The Partition Using The NTFS File System) и нажмите Enter. Программа установки отформатирует раздел под NTFS, проверит жесткий диск на наличие физических ошибок, которые могут помешать установке, скопирует файлы на жесткий диск и начнет установку. Это займет несколько минут. После этого появится красная строка состояния, отсчитывающая назад 15 секунд до перезагрузки компьютера и перехода процесса установки в графический режим.

14. После завершения установки в текстовом режиме система перезагружается.

Не нажимайте клавишу для загрузки с компакт-диска, если появится соответствующее сообщение. Windows Setup запустит графический пользовательский интерфейс, демонстрирующий на левой панели процесс

установки. Вы увидите, что отмечены флажки Сбор информации (Collecting Information), Динамическое обновление (Dynamic Update) и Подготовка к установке (Preparing Installation). Сбор информации был завершен до перехода в графический режим, а динамическое обновление не применяется при запуске с компакт-диска. Теперь система готовится к установке и копирует файлы на жесткий диск.

15. На странице Язык и региональные стандарты (Regional And Language Options) выберите необходимые параметры и щелкните Далее (Next).

16. Программа установки отобразит страницу Настройка принадлежности программ (Personalize Your Software), где вам будет предложено указать свое имя и название организации.

17. В поле Имя (Name) введите свое имя, а в поле Организация (Organization) — название организации, после чего щелкните Далее (Next). Откроется страница Ключ продукта (Your Product Key).

18. Введите ключ продукта, прилагаемый к установочному компакт-диску Windows Server 2003, и щелкните Далее (Next). Откроется диалоговое окно Режимы лицензирования (Licensing Modes) с предложением выбрать режим лицензирования.

19. Убедитесь, что в поле «На сервер». Число одновременных подключений (Per Server Number Of Concurrent Connections) указано 5, и щелкните Далее (Next).

Внимание! Такой вариант лицензирования и пять одновременных подключений — рекомендуемые значения для самостоятельного обучения. Вы должны вводить количество одновременных подключений согласно приобретенной лицензии. Также можно выбрать вариант «На устройство или на пользователя» (Per Device Or Per User).

Откроется страница Имя компьютера и пароль администратора (Computer Name And Administrator Password). Заметьте, что программа установки предлагает имя компьютера на основе названия вашей организации. Если вы оставили это поле пустым, программа установки сгенерирует часть имени компьютера, используя ваше имя.

20. В поле Имя компьютера (Computer Name) введите Server2003. Имя компьютера отображается заглавными буквами независимо от того, в каком регистре вы его вводите. В практических упражнениях всего комплекса будет упоминаться Server2003.

Внимание! Если ваш компьютер подключен к сети, посоветуйтесь с сетевым администратором, прежде чем назначать имя.

21. В полях Пароль администратора (Administrator Password) и Подтверждение пароля (Confirm Password) введите сложный пароль для

учетной записи Администратор (Administrator) (такой, который нельзя просто угадать). Запомните его, поскольку при выполнении большинства практических упражнений курса вы будете входить в систему под учетной записью Администратор.

Внимание! Если вы устанавливаете Windows Server 2003 вручную, то не сможете перейти к последующим шагам, пока не введете пароль администратора, удовлетворяющий требованиям сложности. Допускается ввести пустой пароль, хотя это крайне нежелательно. Если на сервере установлен модем, откроется диалоговое окно Сведения о модеме (Modem Dialing Information).

22. Введите междугородный телефонный код вашей местности и щелкните Далее (Next). Откроется страница Настройка времени и даты (Date And Time Settings).

23. Введите точную дату, время и часовой пояс и щелкните Далее (Next).
Внимание! Работа служб Windows Server 2003 зависит от настроек даты и времени. Убедитесь, что дата и время заданы точно и указан правильный часовой пояс для вашей местности.

24. На странице Сетевые параметры (Networking Settings) выберите Обычные параметры (Typical Settings) и щелкните Далее (Next).
Откроется страница Рабочая группа или домен (Workgroup Or Computer Domain).

25. Убедитесь, что выбран первый вариант, а имя группы — Workgroup, после чего щелкните Далее (Next). Программа Setup установит и настроит остальные компоненты ОС. После завершения установки компьютер автоматически перезагрузится, и откроется диалоговое окно Операционная система Windows (Welcome To Windows).

26. Нажмите Ctrl + Alt + Delete, чтобы инициировать вход в систему, и введите пароль, который вы задали для учетной записи Администратор (Administrator).

Примечание: Некоторые редакции Windows Server 2003 требуют активации через Интернет или по телефону в течение 14 дней после установки. Лицензию на Windows Server 2003 не требуется активировать, если она приобретена в рамках одной из массовых программ лицензирования Microsoft.

27. Щелкните подсказку на системной панели, чтобы начать активацию Windows Server 2003. Следуйте инструкциям на экране.

Примечание: Для активации через Интернет необходимо подсоединить Server2003 к сети и при необходимости указать нужный IP-адрес, маску подсети, шлюз по умолчанию и адрес DNS-сервера в настройках протокола TCP/IP для сетевой платы.

Упражнение 2. Настройка сервера

В этом упражнении вы сделаете сервер первым контроллером в домене Active Directory с именем develsoft.local.

Примечание Описанный ниже процесс установки предполагает, что Мастер установки Active Directory запускается в изолированной сети. Если вы подключены к сети с другим контроллером домена, процесс установки будет отличаться, и вы можете либо изменить выбор согласно конфигурации вашей сети, либо отключиться от сети перед выполнением этого упражнения.

1. Откройте страницу Управление данным сервером (Manage Your Server) в группе программ Администрирование (Administrative Tools).
2. Щелкните Добавить или удалить роль (Add Or Remove A Role).
Откроется окно Мастер настройки сервера (Configure Your Server Wizard).
3. Щелкните Далее (Next), мастер попытается определить сетевые параметры.
4. Щелкните Типовая настройка для первого сервера (Typical Configuration For A First Server), а затем Далее (Next).
5. В поле Имя домена в Active Directory (Active Directory Domain Name) введите develsoft.local.
6. Убедитесь, что в поле NetBIOS- имя домена (NetBIOS Domain Name) указано DEVELSOFT, и щелкните Далее (Next).
7. Убедитесь, что окно Сводка выбранных параметров (Summary Of Selections) соответствует показанному на рис. 2.6, и щелкните Далее (Next).

Практическое занятие 5. Настройка DNS-сервера

План проведения занятий по теме:

Цели работы:

- научиться конфигурировать зоны DNS;
- научиться тестировать службу DNS.

Упражнение 1. Создайте зону прямого просмотра develsoft.local. Указания к выполнению

В задании №1 при выполнении упражнения 2, мы сделали сервер контроллером домена develsoft.local, и при этом мы сразу сделали зону прямого просмотра.

Упражнение 2. Создайте зону обратного просмотра (для преобразования IP-адреса в доменное имя) Указания к выполнению

1. В узле Reverse Lookup Zones (Зоны обратного просмотра) щелкните правой кнопкой мыши и выберите New zone (Мастер создания новой зоны).

2. В окне Zone Type (Тип зоны) укажите Primary Zone (Основная зона) и нажмите Next.
3. Убедитесь, что выбран переключатель Network ID (Номер сети). В поле под ним введите адрес вашей сети (192.168.1). Поле Reverse Lookup Zone Name (Имя зоны обратного просмотра) внизу окна должно выглядеть так: 1.168.192.in-addr.arpa.
4. Завершите работу мастера, оставив все настройки по умолчанию.
5. Щелкните правой кнопкой мыши по новому узлу в Reverse Lookup Zones (192.168.1.x Subnet) и выберите New Pointer (Новый указатель). Последнее число установите равным последнему числу в IP-адресе. В поле Host name (Имя хоста) запишите полное имя узла, например server.develsoft.local.

Рис. Зоны обратного просмотра

Упражнение 3. Протестируйте работу службы DNS Указания к выполнению

Используйте утилиты ping, nslookup.

В дереве консоли откройте свойства узла через команду контекстного меню Properties (Свойства).

Перейдите на вкладку Monitoring (Наблюдение).

В группе Select A Test Type (Выберите тип теста) пометьте флажки A Simple Query Against This DNS Server (Простой запрос к этому DNS-серверу) и

Recursive Query To Other DNS Servers (Рекурсивный запрос к другим DNS-серверам).

Щелкните кнопку Test Now (Тестировать).

В списке Test Results (Результаты теста) против обеих записей вы увидите PASS (тест пройден). Если вы работаете на автономном сервере, напротив Recursive Query (Рекурсивный запрос) вы увидите FAIL (ошибка).

Упражнение 4. Сконфигурируйте клиента для использования службы DNS

Указания к выполнению

1. На клиенте откройте диалоговое окно его свойств TCP/IP. Настройте систему для автоматического получения адреса DNS (это обеспечивает сервер DHCP) или вручную укажите IP-адреса предпочтительного и дополнительного серверов DNS.
2. Для настройки дополнительных параметров DNS щелкните кнопку Advanced (Дополнительно). Чтобы задать параметры DNS, в диалоговом окне Advanced TCP/IP Settings (Дополнительные параметры TCP/IP) перейдите на вкладку DNS. Здесь можно сконфигурировать и параметры, обеспечивающие разрешение имен узлов, для которых не было указано полное доменное имя, и настроить параметры регистрации DNS.

Практическое занятие 6.

Настройка DHCP-сервер

План проведения занятий по теме:

Цель работы. Научиться настраивать область действия DHCP-сервера. Чтобы настроить сервер DHCP, вам нужно проделать следующую последовательность действий:

1. Запустите консоль управления DHCP.
 2. В левой части окна консоли щелкните правой кнопкой мыши по серверу server.develsoft.local и из контекстного меню выберите команду Создать область. По этой команде запустится Мастер создания области. Нажмите Далее.
 3. В диалоговом окне Имя области введите название области (например, «Scope1») и ее описание (можно оставить по умолчанию). Нажмите Далее.
 4. В диалоговом окне Диапазон IP-адресов введите в поле Начальный IP-адрес первый незанятый адрес в вашей подсети (например, 192.168.1.1), а в поле Конечный IP-адрес — значение 192.168.1.254.
- Поля маски будут заполнены по умолчанию текущей маской сети (в нашем случае 24\255.255.255.0). Нажмите Далее.
5. В диалоговом окне Добавление исключений оставьте все значения пустыми и нажмите Далее.
 6. В диалоговом окне Срок действия аренды адреса оставьте значение по умолчанию и нажмите Далее.
 7. В диалоговом окне Настройка параметров DHCP выберите Да, настроить эти параметры сейчас и нажмите Далее.
 8. В диалоговом окне Маршрутизатор (основной шлюз) не вводите ничего, а нажмите Далее.
 9. В диалоговом окне Имя домена и DNS-серверы оставьте поле Родительский домен пустым, а в поле IP-адрес введите адрес 192.168.10.2. Затем нажмите кнопку Добавить и продолжите нажатием кнопки Далее.
 10. В диалоговом окне WINS-серверы, если вы установили сервер WINS на SRVR001, введите в поле IP-адрес адрес 192.168.10.2 и нажмите кнопку Добавить. Нажмите Далее.
 11. В диалоговом окне Активировать область отметьте поле Нет, я активирую эту область позже и нажмите Далее
 12. Завершите работу мастера нажатием на кнопку Готово.

Проверьте, правильно ли вы задали параметры области, по консоли DHCP (рис. 14)

- В списке Пул адресов вы должны увидеть введенный диапазон IP-адресов (192.168.1.1 до 192.168.1.254)

- В списках Арендованные адреса и Резервирование не должно быть ни одного значения.
- В списке Параметры области должно быть три параметра: 006 DNS-серверы, 044 WINS\NBNS-серверы и 046 Тип узла WINS\NBT.

Практическое занятие 7.

Настройка параметров безопасности (Шаблоны безопасности, Анализ и настройка безопасности)

Цель работы. Изучить применение оснасток "Шаблоны безопасности", "Анализ и настройка безопасности" для анализа и настройки параметров безопасности сервера.

Упражнение 1. Создание консоли с оснастками "Шаблоны безопасности", "Анализ и настройка безопасности"

1. Откройте новую консоль mmc Кнопка "Пуск" - "Выполнить" - Введите "mmc" - Кнопка "ОК"
2. Добавьте оснастки Меню "Консоль" -Выберите "Добавить или удалить оснастку" - Кнопка "Добавить" -
Выберите "Шаблоны безопасности" -Кнопка "Добавить" -
Выберите "Анализ и настройка безопасности" -Кнопка "Добавить" -Кнопка "Заккрыть " -
Кнопка "ОК"

Упражнение 2. Изучение стандартных шаблонов безопасности

1. Откройте оснастку "Шаблоны безопасности"
2. Изучите имеющиеся в системе стандартные шаблоны. Обратите внимание на шаблоны: hisecdc securedc setupsecurity
3. Изучите в шаблонах разделы:
 - о Политики учетных записей
 - Политика паролей
 - Политика блокировки учетной записи о Локальные политики
 - Политика аудита
 - Назначение прав пользователя
 - Параметры безопасности о Журнал событий

Упражнение 3. Создание базы данных для анализа и настройки безопасности

Создайте новую базу данных:

1. В левой части окна новой консоли выберите оснастку "Анализ и настройка безопасности"

2. Меню "Действие" -

Выберите "Открыть базу данных" -

Укажите имя базы данных (например, БД) и путь для сохранения базы (например, C:\мои документы\Securiti\Database) -Кнопка "Открыть" -

Выберите шаблон для импорта (выберите шаблон hisecdc.inf -шаблон контроллера домена с высоким уровнем безопасности) -Кнопка "Открыть"

Упражнение 4. Проведение анализа настроек безопасности

Проведите анализ настроек системы безопасности вашего компьютера:

1. В левой части окна новой консоли выберите оснастку "Анализ и настройка безопасности"

2. Меню "Действие" -Выберите "Анализ компьютера" -

Укажите путь к файлу журнала ошибок (например, C: \мои документы \Securiti \Database) - Кнопка "ОК"

3. Изучите результаты анализа настроек безопасности:

В оснастке "Анализ и настройка безопасности" просмотрите разделы о Политики учетных записей

- Политика паролей
- Политика блокировки учетной записи о Локальные политики
- Политика аудита
- Назначение прав пользователя
- Параметры безопасности о Журнал событий

В каждом разделе сравните значения параметров базы данных (т.е. выбранного вами стандартного шаблона безопасности) и значения соответствующих параметров вашего компьютера. Найдите различия в настройках.

4. Закройте консоль

Список использованных источников

1. Шетка П. Microsoft Windows Server 2003. Практическое руководство по настройке сети. - СПб.: Наука и Техника, 2006. - 608 с.
2. Гленн У., Инглиш Б. Microsoft Exchange Server 2003. Справочник администратора. - М.: Изд-во «СП ЭКОМ», 2005. - 720 с.

Практическое занятие 8. Защищенность беспроводных сетей передачи данных.

План проведения занятий по теме:

1. Цель работы

Объектом исследования является беспроводная высокочастотная сеть передачи данных. Беспроводная высокочастотная сеть передачи данных, работающая по стандарту 802.11g в диапазоне частот 2.4-2.483 ГГц. Скорость передачи данных составляет не менее 24 Мбит/сек, в расчете на одного пользователя. В системе, обеспечивается беспроводной роуминг, применяется надежная двухсторонняя аутентификация, для шифрования передаваемой по радиоканалу информации применяется алгоритм шифрования AES. В сети применяется оборудование компании D-Link.

Основными задачами сети являются:

- обеспечение роуминга на территории охваченной беспроводной сетью;
- определение зон покрытия каждой из точек доступа и частотное планирование;
- обеспечение заданной скорости передачи;
- выбор надежных методов аутентификации и шифрования трафика;
- выбор программно - аппаратного комплекса.

Проведения испытаний

Оценка производительности точек доступа

Данный тест направлен на оценку производительности используемых в работе точек доступа D-link DIR-300. Под производительностью в данном случае понимается скорость передачи между LAN и WAN (внутренним и внешним) портами устройства, т.е. на сколько быстро микропроцессор точки доступа может обрабатывать поток данных, проходящий сквозь него.

Не смотря на то, что все выпускаемое оборудование соответствует стандарту 802.11 g, реальная пропускная способность при работе точки доступа с различным клиентским оборудованием оказывается различной. Проектируемая сеть будет работать с большим числом клиентских адаптеров, выпущенных различными производителями, по этому целесообразно провести тестирование только точек доступа. Именно точки доступа являются связующим звеном между проводной и беспроводной сетью, и по этому, даже если клиентское оборудование может обеспечить большую скорость передачи, максимальная скорость передачи будет ограничена именно возможностями точки доступа. Для тестирования будет применяться программный пакет NetIQ Chariot. Пакет представляет собой консоль управления (которая может находиться на любом компьютере) и набор сенсоров. Последние являются программами, которые устанавливаются на хостах-генераторах и осуществляют генерацию и мониторинг трафика. Сенсоры существуют под

множество ОС, из которых нас интересует Windows XP SP3. Схема тестирования приведена на рисунке 6.13. В помещении, где проводится тестирование, нет оборудования работающего в диапазоне 2.4 ГГц.

Точка доступа

Рис. 52. Тестовый стенд для определения максимальной пропускной способности.

Оценка накладных расходов связанных с шифрованием

Шифрование как известно, требует значительных вычислений, в результате падает пропускная способность и увеличивается задержки при передаче пакетов, данный тест будет направлен на оценку пропускной способности точки доступа при использовании различных алгоритмов шифрования (WEP, TKIP и AES).

Методика тестирования

Как и в предыдущем случае между конечными точками будет пересылаться сгенерированный программой NetIQ Chariot трафик, будет измеряться скорость передачи и среднее время отклика. При проведении тестирования будем использовать тестовый стенд изображенный на рисунке 6.13. Чтобы провести сравнительный анализ влияния шифрования на пропускную способность как и в предыдущем тесте будем пересылать пакеты с размером 1500 и используя для генерации скрипт `throughput.scr`. Измерение скорости производится в течении 2 минут.

Настройка оборудования

Оставляем все настройки сделанные для проведения первого теста. Для настройки точки доступа заходим на вкладку `Wireless Setup` и изменяем метод шифрования.

Защита беспроводных сетей.

Большинство беспроводных сетей никак не защищены от проникновения злоумышленника. Для обеспечения защиты беспроводного соединения необходимо учитывать множество факторов. Поскольку оборудования для беспроводных соединений постепенно дешевеет, то для большего числа пользователей становится возможным подключение к этой сети.

1. Максимальный уровень безопасности обеспечит применение VPN — используйте эту технологию в корпоративных сетях.
2. Если есть возможность использовать 802.1X (например, точка доступа поддерживает, имеется RADIUS-сервер) — воспользуйтесь ей (впрочем, уязвимости есть и у 802.1X).
3. Перед покупкой сетевого устройства внимательно ознакомьтесь с документацией. Узнайте, какие протоколы или технологии шифрования ими поддерживаются. Проверьте, поддерживает ли эти технологии шифрования ваша ОС. Если нет, то скачайте апдейты на

сайте разработчика. Если ряд технологий не поддерживается со стороны ОС, то это должно поддерживаться на уровне драйверов.

4. Обязательно включать шифрование трафика.
5. Управлять доступом клиентов по MAC-адресам (Media Access Control, в настройках может называться Access List). Хотя MAC-адрес и можно подменить, тем не менее это дополнительный барьер на пути злоумышленника.
6. Запретить трансляцию в эфир идентификатора SSID, используйте эту возможность (опция может называться "closed network"), но и в этом случае SSID может быть перехвачен при подключении легитимного клиента.
7. Располагать антенну как можно дальше от окна, внешней стены здания, а также ограничивайте мощность радиоизлучения, чтобы снизить вероятность подключения «с улицы». Используйте направленные антенны, не используйте радиоканал по умолчанию.
8. При установке драйверов сетевых устройств предлагается выбор между технологиями шифрования WEP, WEP/WPA (средний вариант), WPA, выбирайте WPA (в малых сетях можно использовать режим Pre-Shared Key (PSK)).
9. Всегда используйте максимально длинные ключи. 128-бит — это минимум (но если в сети есть карты 40/64 бит, то в этом случае с ними вы не сможете соединиться). Никогда не прописывайте в настройках простые, «дефолтные» или очевидные ключи и пароли (день рождения, 12345), периодически их меняйте (в настройках обычно имеется удобный выбор из четырёх заранее заданных ключей — сообщите клиентам о том, в какой день недели какой ключ используется).
10. Не давайте никому информации о том, каким образом и с какими паролями вы подключаетесь (если используются пароли). Искажение данных или их воровство, а также прослушивание трафика путем внедрения в передаваемый поток — очень трудоемкая задача при условиях, что применяются длинные динамически изменяющиеся ключи. Поэтому хакерам проще использовать человеческий фактор.
11. Если вы используете статические ключи и пароли, позаботьтесь об их частой смене. Делать это лучше одному человеку — администратору.
12. Обязательно используйте сложный пароль для доступа к настройкам точки доступа.
13. По возможности не используйте в беспроводных сетях протокол TCP/IP для организации папок, файлов и принтеров общего доступа. Организация разделяемых ресурсов средствами NetBEUI в данном случае безопаснее. Не разрешайте гостевой доступ к ресурсам общего доступа, используйте длинные сложные пароли.
14. По возможности не используйте в беспроводной сети DHCP — вручную распределить статические IP-адреса между легитимными клиентами безопаснее.

15. На всех ПК внутри беспроводной сети установите файерволлы, старайтесь не устанавливать точку доступа вне брандмауэра, используйте минимум протоколов внутри WLAN (например, только HTTP и SMTP). Дело в том, что в корпоративных сетях файерволл стоит обычно один — на выходе в интернет, взломщик же, получивший доступ через Wi-Fi, может попасть в LAN, минуя корпоративный файерволл.

16. Регулярно исследуйте уязвимости своей сети с помощью специализированных сканеров безопасности (в том числе хакерских типа NetStumbler), обновляйте прошивки и драйвера устройств, устанавливайте заплатки для Windows.

RADIUS-протокол предназначен для работы в связке с сервером аутентификации, в качестве которого обычно выступает RADIUS-сервер. В этом случае беспроводные точки доступа работают в enterprise-режиме.

Если в сети отсутствует RADIUS-сервер, то роль сервера аутентификации выполняет сама точка доступа - так называемый режим WPA-PSK (pre-shared key, общий ключ). В этом режиме в настройках всех точек доступа заранее прописывается общий ключ. Он же прописывается и на клиентских беспроводных устройствах. Такой метод защиты тоже довольно секьюрен (относительно WEP), очень не удобен с точки зрения управления. PSK-ключ требуется прописывать на всех беспроводных устройствах, пользователи беспроводных устройств его могут видеть. Если потребуется заблокировать доступ какому-то клиенту в сеть, придется заново прописывать новый PSK на всех устройствах сети и так далее. Другими словами, режим WPA-PSK подходит для домашней сети и, возможно, небольшого офиса, но не более того.

Для того, чтобы пользователи проектируемой сети имели разграниченный доступ (в зависимости от логина и пароля), а также для того, чтобы избежать атак извне, необходимо иметь отдельный сервер авторизации (AAA-сервер). В качестве такого сервера, в нашей сети будет выступать RADIUS сервер.

3. Порядок выполнения работы

1. Ознакомится с теорией по беспроводным сетям стандарта IEEE 802.11
2. Взять у преподавателя ключа шифрования для точки доступа;
3. Исследование производительности точки доступа:
 - 3.1. Запустить программу NetIQ Chariot.
 - 3.2. Открыть окно Add an Endpoint Pair.
 - 3.3 В окне Add an Endpoint Pair в строках Endpoint 1 и Endpoint 2 написать MAC адреса компьютеров производящих измерения.
 - 3.3. Выбрать скрипт throughput.

3.4. В настройках скрипта выбираем поле `sizefile` и изменяем его значение согласно заданию.

3.5. Произвести измерения с различными значениями `size_file` и записать их в таблицу.

Размер поля `sizefile`

Скорость передачи данных

Время отклика

3.6. Построить графики зависимости скорости передачи данных от величины передаваемого пакета.

3.7. Сделать выводы.

4. Шифрование:

4.1. Запустить программу NetIQ Chariot.

4.2. Сделать размер отправляемого файла 1500 бит.

4.3. Зайти в настройки точки доступа.

4.4. Включит режим шифрования в соответствии с заданием.

4.5. Произвести измерения.

4.6. Поменять режим шифрования.

4.7. Повторить пункты 4.4-4.6 в соответствии с заданием

4.8. По полученным результатам заполнить таблицу:

Режим шифрования

Скорость передачи данных

Время отклика

4.10. Построить на одном графике скорости передачи данных для различных режимов шифрования.

4.11. Сделать выводы.

5. Фрагментация фреймов:

5.1. Открыть настройки точки доступа.

5.2. Перейти на вкладку `Advanced Wireless`, в поле `Fragmentation` ввести соответствующее значение.

5.3. По полученным результатами заполнить таблицу:

Размер фрейма

Скорость передачи данных

Время отклика

5.4 Построить график зависимости скорости передачи данных от размера фрейм.

5.5 Сделать выводы.

6. Взлом ключа шифрования WEP:

- 6.1. Ввести в настройках точки доступа ключ шифрования.
 - 6.2. Открыть программу aircrack-ng.
 - 6.3. Перевести адаптер в режим мониторинга.

 - 6.6. Заменить MAC-адрес адаптера.
 - 6.7. Произвести поиск сети с шифрование данных WEP .
 - 6.8. Произвести набор пакетов от 10000 до 25000.
 - 6.9. Произвести подбор ключа.
 - 6.10. Произвести анализ полученных данных
- 7 Взлом ключа шифрования WPA/WPA2:
- 7.1. Перевести адаптер в режим мониторинга.
 - 7.2. Выбрать пользователя для атаки и посылать пакеты к точке доступа под MAC - адреса пользователя
 - 7.3. Перехватить пакеты авторизации
 - 7.4. При помощи программы aircrack-ng произвести подбор ключа.
 - 7.5. Произвести анализ полученных данных

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. На сколько классов разделяются информационные системы общего пользования?
 - a) 2 класса
 - b) 3 класса
 - c) 4 класса
2. Волоконно-оптические линии связи – это вид связи, при котором информация передается
 - a) по радиоканалу
 - b) по оптическим диэлектрическим волноводам
 - c) по волноводам
 - d) по коаксиальному проводу
3. Что не является основным достоинством волоконно-оптических линий связи?
 - a) Устойчивость к электромагнитным помехам
 - b) Очень малое затухание светового сигнала
 - c) Высокая скорость передачи
 - d) Энергосбережение
 - e) Долговечность

4. Возможен ли несанкционированный доступ в волоконно-оптические линии связи?
- a) Да
 - b) Нет
5. Какой способ наиболее надежный сокрытия информации при передаче по каналу связи?
- a) прокладка линий связи в защитных коробах
 - b) маскировка линий связи
 - c) шифрование
 - d) расширение контролируемой зоны
6. Чему равен максимальный угол отклонения единственного наблюдаемого дифракционного максимума?
- a) углу Брэгга (2Θ)
 - b) двум углам Брэгга (2Θ)
 - c) трём углам Брэгга (2Θ)
 - d) 90 градусов
 - e) 180 градусов
7. Что можно отнести к бесконтактным способам изменения отношения (n_2/n_1)?
- a) воздействие переменных электрических полей
 - b) воздействие стационарных электрических полей
 - c) воздействие переменных магнитных полей
 - d) воздействие стационарных магнитных полей
8. В чём заключается криптография?
- a) в правописании
 - b) в кодировании символов текста
 - c) в кодировании слов текста
 - d) в кодировании предложений текста
9. В чём заключается слабость шифрования простой перестановкой?
- a) в сложности операционных действий
 - b) может произойти сбой шифрования
 - c) могут появиться закономерности символов ключа
 - d) в кодировании символов текста
10. Гаммирование – это
11. Наиболее эффективный метод криптографии?
- a) простой перестановки
 - b) гаммирования

- c) комбинированный
 - d) Поточковые шифры на основе сдвиговых регистров
12. Классификация криптографических методов (выбрать какого не бывает)?
- a) классический (одноключевые)
 - b) метод шифрования с открытым ключом
 - c) симметричные
 - d) транзисторный
 - e) асимметричные
13. Какая функция создавая для электронного документа его «моментальный снимок» защищает документ от дальнейшей модификации или подмены?
- a) функция суммирования
 - b) математическая функция
 - c) хеш-функция
 - d) функция асимметричности
14. Какой алгоритм используется для защиты сетей GSM?
- a) Алгоритм А
 - b) Алгоритм В
 - c) Алгоритм С
 - d) Алгоритм D
 - e) Алгоритм Е
15. Как называются средства, которые выполняют свои функции по защите информации преимущественно без участия человека.
- a) физические
 - b) формальные
 - c) аппаратные
 - d) неформальные
 - e) эмпирические
16. Как называются средства, основу содержания которых составляет целенаправленная деятельность людей.
- a) физические
 - b) формальные
 - c) аппаратные
 - d) неформальные
 - e) эмпирические

17. Устройства и системы, функционирующие автономно и создающие препятствия дестабилизирующим факторам (угрозам ИБ).

физические

формальные

аппаратные

неформальные

эмпирические

18. устройства, встраиваемые в аппаратуру или сопрягаемые с ней для решения задач защиты информации

физические

формальные

аппаратные

неформальные

организационные

19. организационно-технические мероприятия, предусмотренные в технологии функционирования системы для защиты информации.

физические

формальные

законодательные

неформальные

организационные

20. нормативно-правовые акты, регламентирующие права, обязанности и ответственность лиц, имеющих отношение к функционированию ИС за нарушение правил обращения с информацией, следствием чего может быть нарушение ее защищенности.

физические

формальные

законодательные

неформальные

организационные

21. ЭДС микрофонного эффекта звонка определяется по формуле

$$E_{мэ} = \dot{\eta}r$$

$$E_{мэ} = fr$$

$$E_{мэ} = \dot{\eta}r$$

22. p в формуле $E_{мэ} = \eta p$ – это

акустическое давление

акустическое давление

давление на вертикальную поверхность

23. η в формуле $E_{мэ} = \eta p$ – это

акустическая чувствительность человеческого уха

акустическая мощность звонка

болезненный порог чувствительности

акустическая чувствительность звонка

24. акустическая чувствительность звонка η определяется по формуле

$$\eta = F \cdot S \cdot \mu_0 \cdot \omega \cdot S_M$$

$$\eta = F \cdot S_M / d^2 \cdot Z_M$$

$$\eta = F \cdot S \cdot \mu_0 \cdot \omega \cdot S_M / d^2 \cdot Z_M$$

$$\eta = F \cdot S \cdot \mu_0 / d^2 \cdot Z_M$$

25. Аутентификация заключается в

установлении корреспондента

установлении подлинности

установлении факта съёма информации

установлении дополнительных технических средств защиты

26. Программные, программно-аппаратные, аппаратные – это

методы научного исследования проблем защиты информации

средства защиты информации

средства радиосвязи

средства обнаружения

27. Для классической криптографии характерно использование одной закрытой единицы:

замка

ключа

криптомаршрутизатора

коммутатора

28. Дешифрование – это

вторичное шифрование

шифрование с помощью специального кода

разшифровка полученного сообщения

удаление компромитационной информации

29. Электронная цифровая подпись представляет собой сканированную подпись с документа сканированный документ вместе с подписью последовательность символов, полученных в результате криптографического преобразования электронных данных.

30. Под шифрованием понимается процесс, в котором
 - криптографическому преобразованию подвергается каждый символ открытого текста,
 - происходит процесс замены элементов открытого текста (символов, комбинаций символов, слов и т. д.) кодами.

31. Под кодированием понимается процесс, в котором
 - криптографическому преобразованию подвергается каждый символ открытого текста,
 - происходит процесс замены элементов открытого текста (символов, комбинаций символов, слов и т. д.) кодами.

32. Конкретное закрытое состояние некоторых параметров криптоалгоритма, обеспечивающее выбор одного варианта из совокупности возможных для данного алгоритма – это

ключ

гаммирование

гамма шифра

имиттозащита

криптостойкость

механизм криптографической защиты информации

синхропосылка

криптографическая система защиты информации

33. Защита от навязывания ложных данных. Для обеспечения имиттозащиты к зашифрованным данным добавляется имитовставка, представляющая собой последовательность данных фиксированной длины и получаемая из открытых данных и ключа – это

ключ

гаммирование

гамма шифра

имиттозащита

криптостойкость

механизм криптографической защиты информации

синхропосылка

криптографическая система защиты информации

34. Характеристика шифра, определяющая его стойкость к дешифрованию. Обычно эта характеристика определяется периодом времени, необходимым для дешифрования – это ключ

гаммирование

гамма шифра

имиттозащита

криптостойкость

механизм криптографической защиты информации

синхропосылка

криптографическая система защиты информации

35. Исходные открытые параметры алгоритма криптографического преобразования – это ключ

гаммирование

гамма шифра

имиттозащита

криптостойкость

механизм криптографической защиты информации

синхропосылка

криптографическая система защиты информации

36. Процесс наложения по определенному закону гаммы шифра на открытые данные – это ключ

гаммирование

гамма шифра

имиттозащита

криптостойкость

механизм криптографической защиты информации

синхропосылка

криптографическая система защиты информации

37. Совокупность криптографических протоколов и алгоритмов, а также не криптографических методов защиты информации, обеспечивающих достижение цели защиты – это

ключ

гаммирование

гамма шифра

имиттозащита

криптостойкость

механизм криптографической защиты информации

синхропосылка

криптографическая система защиты информации

38. Псевдослучайная двоичная последовательность, вырабатываемая по заданному алгоритму для зашифровывания открытых данных и расшифровывания зашифрованных данных – это

ключ

гаммирование

гамма шифра

имиттозащита

криптостойкость

механизм криптографической защиты информации

синхропосылка

криптографическая система защиты информации

39. По определению Шеннона, максимальная степень защищенности информации достигается, если произвольные передаваемые сообщения M_i и наблюдаемые нарушителем в канале связи соответствующие им криптограммы C_j

- статистически независимы (для всех возможных сообщений M и криптограмм C)

- статически зависимы (для всех возможных сообщений M и криптограмм C)

- не статичны

40. Если для любой пары ключей вычислительно просто определить один ключ, зная другой, то

система несимметричная

система нединамичная

система симметричная

система динамичная

41. Если для любой допустимой пары ключей вычислительно невозможно определить ключ дешифрования, зная ключ шифрования, то

система несимметричная

система нединамичная

система симметричная

система динамичная

42. Энтропия множества шифруемых сообщений M , где частные сообщения M_i имеют ненулевые вероятности p_i , по определению равна

$$H(M) = - \sum p_i$$

$$H(M) = - \sum p_i \log p_i$$

$$H(M) = - \sum \log p_i$$

$$H(M) = \sum p_i \log p_i$$

43. Высокая криптостойкость алгоритма RSA достигается

использованием чисел, состоящих из более 50 цифр

использованием чисел, состоящих из более 100 цифр

использованием чисел, состоящих из более 200 цифр

использованием чисел, состоящих из более 500 цифр

44. В каком документе изложены основания отнесения информации к коммерческой тайне?

в конституции РФ

в федеральном законе о тайне в РФ

в гражданском кодексе РФ

в уголовном кодексе

45. В каких формах проявляется уязвимость информации в различных формах? (найти лишнюю)

- хищение носителя информации или отображенной в нем информации (кража);

- потеря носителя информации (утеря);

- несанкционированное уничтожение носителя информации или отображенной в нем информации (разрушение);

- искажение информации (несанкционированное изменение, подделка, фальсификация);

- непреднамеренное уничтожение информации;

- блокирование информации;

- разглашение информации (распространение, раскрытие ее содержания).

46. Противоправное преднамеренное овладение конфиденциальной информацией лицом, не имеющим права доступа к охраняемым сведениям – называется

санкционированный доступ

несанкционированный доступ

халатный доступ

безответственный доступ

47. Одно из ключевых направлений деятельности любой успешной фирмы
отсутствие коммерческих тайн;
защита информации;
бесконтрольность допуска к носителям информации

48. Несанкционированный доступ – это
открытое проникновение в систему с данными
скрытое проникновение в систему с данными
неудавшееся проникновение в систему с данными

49. Наиболее распространенными путями несанкционированного доступа к информации являются?

хищение документов
использование радиозакладок
явное нападение с целью изъятия эл-х носителей

50. Какие задачи стоят перед специально отобранным сотрудником (или подразделением) для защиты информации?

задержание шпионов
проверка персонала на неразглашение
предотвращение утечки информации
контроль за посторонними

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности,	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно	хорошо		71-85

	нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков	удовлетворительного уровня	неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Нестеров С. А. Основы информационной безопасности: учебник для вузов / С. А. Нестеров. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 1 on-line, 324 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/165837> (дата обращения: 15.03.2021). - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-8114-6738-9

Дополнительная литература

1. Моргунов, А. В. Информационная безопасность: учебно-методическое пособие / А. В. Моргунов; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 1 on-line, 83 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152227> (дата обращения: 21.04.2021). - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-7782-3918-0
2. Программно-аппаратные средства защиты информации: учеб. пособие / Л. Х. Мифтахова [и др.]. - Санкт-Петербург: Интермедия, 2018. - 408 с. : ил. - Библиогр.: с. 404-405. - ISBN 978-5-4383-0157-8
3. Бабаш А. В. Актуальные вопросы защиты информации: монография / А. В. Бабаш, Е. К. Баранова. - Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2017. - 110 с.: ил. - (Научная мысль). - Библиогр.: с. 107-109 (48 назв.) и в подстроч. примеч. - ISBN 978-5-369-01680-0. - ISBN 978-5-16-012879-5
4. Ерохин В. В. Безопасность информационных систем: учеб. пособие / В. В. Ерохин, Д. А. Погоньшевва, И. Г. Степченко ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Брянск. гос. ун-т" им. акад. И. Г. Петровского. - 3-е изд., стер. - Москва: Флинта: Наука, 2016. - 182, [1] с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 978-5-9765-1904-6. - ISBN 978-5-02-038563-4
5. Шаньгин В. Ф. Комплексная защита информации в корпоративных системах: учеб. пособие для вузов / В. Ф. Шаньгин. - Москва: Форум : ИНФРА-М, 2014. - 591 с.: ил.

- (Высшее образование). - Библиогр.: с. 568-573 (108 названий). - Предм. указ.: с. 574-584. - ISBN 978-5-8199-0411-4. - ISBN 978-5-16-003746-2
6. Платонов В. В. Программно-аппаратные средства защиты информации: учеб. для вузов / В. В. Платонов. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2014. - 330, [1] с.: табл. - (Высшее образование. Информационная безопасность) (Бакалавриат). - Библиогр.: с. 326-327. - ISBN 978-5-4468-1302-5: 888.03 р. - Текст : непосредственный. Экземпляров – 10
7. Баранова Е. К. Информационная безопасность и защита информации: учеб. пособие / Е. К. Баранова, А. В. Бабаш. - 2-е изд. - Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2014. - 254, [1] с. - (Высшее образование). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-369-01218-5. - ISBN 978-5-16-006829-9
8. Ищейнов В. Я. Организационное и техническое обеспечение информационной безопасности. Защита конфиденциальной информации / В. Я. Ищейнов, М. В. Мецатунян. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Форум : ИНФРА-М, 2014. - 255 с. - (Высшее образование - бакалавриат). - Библиогр.: с. 251-253. - ISBN 978-5-91134-856-4. - ISBN 978-5-16-009578-3

**10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»,
необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Институт физико-математических наук и информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«КВАНТОВЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ»

Шифр: 11.03.02

Направление подготовки: «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: «Инфокоммуникационные интегрированные системы и технологии»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград, 2022

Лист согласования

Составитель: Иванов Алексей Иванович, д. ф.-м. н., профессор Института физико-математических наук и информационных технологий.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета Института физико-математических наук и информационных технологий.

Протокол № 01/22 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
Первый заместитель директора
ИФМНиИТ, к. ф.-м. н., доцент

Шпилевой А. А.

Ведущий менеджер

Бурмистров В. И.

Содержание

1. Наименование дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий.
8. Фонд оценочных средств.
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины.
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля.
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине.
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания.
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

1. Наименование дисциплины – «Квантовые методы защиты и обработки информации».

Цель дисциплины «Квантовые методы защиты и обработки информации» - углубление и расширение знаний в области новейших перспективных направлений в информационных технологиях, новых принципов кодирования, обработки, передачи информации и вычислений, основанных на квантовой физике.

Задачей дисциплины является изучение квантовых методов защиты, обработки и передачи информации.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы	Результаты обучения по дисциплине
ПКС-1. Способность к изучению режимов работы и условий эксплуатации инфокоммуникационного оборудования с целью выявления источников технических проблем, возникающих в процессе его эксплуатации	ПКС-1.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования, последовательность сборки и монтажа радиоэлектронной аппаратуры, методы диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры, планировать проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению работоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры ПКС-1.3. Владеет навыками анализ причин возникновения эксплуатационных дефектов радиоэлектронной аппаратуры и подготовка предложений по их дальнейшему исключению	Знать: особенности квантовых единиц информации; типовые протоколы квантового распределения ключа, особенности квантовых алгоритмов. Уметь: решать типовые задачи квантовой теории информации, объяснять действие логических операций в типовых протоколах квантового распределения ключа. Владеть: приемами анализа протоколов, осуществляющих квантовую телепортацию и генерацию квантового секретного ключа.
ПКС-3. Способность к сбору и анализу статистических данных о работе сети и ее отдельных элементов, выработки предложений по оптимизации использования ресурсов	ПКС-3.1. Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи ПКС-3.2. Умеет осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; разрабатывать технические требования,	Знать: основные элементы логических цепей классических и квантовых компьютеров, особенности протоколов квантовой криптографии и основные трудности их реализации. Уметь: истолковывать действия логических операций в цепях классических и квантовых компьютеров, протоколов квантовой криптографии. Владеть:

оборудования, принятию решений о расширении оборудования, сервисов и услуг транспортных сетей и сетей передачи данных	предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям ПКС-3.3. Владеет навыками выработки решений по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, оборудования и технологий	обозначениями элементов квантовых логических цепей, правилами составления квантовых логических цепей и навыками их изображения.
ПКС-7. Способность к обоснованию выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, телекоммуникационной системе и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения, выработке синергетических решений объединения транспортных сетей организаций связи	ПКС-7.1. Знает принципы построения систем связи, телекоммуникационных систем различных типов, принципы системного подхода в проектировании систем связи, требования по производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости систем связи (телекоммуникаций), технические решения создания объектов и систем связи и их компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение ПКС-7.2. Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта, разрабатывать концептуальные документы по созданию и развитию систем связи, использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов ПКС-7.3. Владеет навыками сбор исходных данных, необходимых для разработки схемы организации связи, определения задач, решаемых с помощью объекта, системы связи (телекоммуникационной системы), и ожидаемых результатов его использования, формирования требований к объекту, системе связи (телекоммуникационной системе), обоснования выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, системе связи (телекоммуникационной системе) и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения	Знать: основные понятия квантовой теории информации; специфику квантовых вычислений Уметь: истолковывать действия логических операций в цепях классических и квантовых компьютеров, протоколов квантовой криптографии Владеть: приемами анализа протоколов, осуществляющих квантовую телепортацию и генерацию квантового секретного ключа

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Квантовые методы защиты и обработки информации» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством

электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий.

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1. Математический аппарат квантовой теории информации.</i>	<i>Наблюдаемые и операторы. Собственные значения и собственные функции операторов. Состояние системы и его эволюция. Квантовое измерение. Вероятностное толкование волновой функции. Средние значения физических величин. Соотношение неопределённостей для физических величин. Представление состояний векторами гильбертова пространства. Статистический оператор и матрица плотности. Спин электрона. Спиновый кубит. Сфера Блоха.</i>
2	<i>Тема 2. Квантовая информация.</i>	<i>Информация. Мера информации. Бит. Редуцированная матрица плотности. Уравнение Неймана. Квантовая энтропия. Эволюция измеряемой квантовой системы. Уравнение Линдблада. Кубит и его реализации. Перепутанные состояния кубитов. ЭПР-пара. Парадокс ЭПР. Теорема о неклонированности неизвестного состояния кубита.</i>
3	<i>Тема 3. Квантовые коммуникации.</i>	<i>Криптографический ключ. Проблема распространения ключа. Код Вернама. RSA-код. Квантовые поляризационные состояния фотонов. Математические модели приборов квантовой оптики. Квантовая криптография, основанная на теореме Белла. Квантовые криптографические протоколы BB-84, BBM -92 и</i>

		<i>их практическая реализация. Протокол квантовой телепортации на основе измерения состояний Белла. Протокол квантовой телепортации без измерения состояний Белла.</i>
4	<i>Тема 4. Классические и квантовые логические гейты, квантовые цепи.</i>	<i>Основные понятия алгебры логики. Классический универсальный компьютер и логические гейты. Полусумматор, сумматор. Обратимые логические гейты. Полусумматор и сумматор на обратимых логических гейтах. Квантовые логические гейты. Контролируемые квантовые гейты. CNOT-гейт и невозможность клонирования неизвестного состояния. Универсальные наборы квантовых логических гейтов. Квантовые цепи, реализующие полусумматор и сумматор. Квантовая цепь, реализующая состояния Белла.</i>
5	<i>Тема 5. Квантовые алгоритмы.</i>	<i>Понятие квантового параллельного вычисления. Алгоритм Дойча. Квантовое Фурье-преобразование и нахождение периода функции. Факторизация чисел и алгоритм П. Шора. Поиск в базе данных и алгоритм Гровера.</i>
6	<i>Тема 6. Квантовая коррекция ошибок.</i>	<i>Мажоритарная система исправления ошибок при трёхкубитовом кодировании. Протокол коррекции амплитудной ошибки. Квантовая схема кодирования для защиты от фазовой ошибки.</i>

6. Рекомендуемая тематика занятий в форме контактной работы.

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	<i>Тема 1. Математический аппарат квантовой теории информации.</i>	<i>Вероятностная интерпретация волновой функции. Основы квантовой теории измерений. Собственные значения и собственные функции операторов. Средние значения физических величин. Соотношение неопределенностей. Принцип суперпозиции и представление динамических состояний векторами гильбертова пространства. Спиновый кубит. Сфера Блоха.</i>
2	<i>Тема 2. Квантовая информация.</i>	<i>Статистический оператор, матрица плотности, редуцированная матрица плотности, уравнение Неймана. Квантовая энтропия и её свойства. Перепутанные состояния кубитов. ЭПР-пара.</i>

3	<i>Тема 3. Квантовые коммуникации.</i>	<i>Код Вернама. RSA-код. Квантовые поляризационные состояния фотонов. Математические модели приборов квантовой оптики. Квантовые криптографические протоколы BB-84 и BBM -92. Квантовая криптография, основанная на теореме Белла. Протоколы квантовой телепортации.</i>
4	<i>Тема 4. Классические и квантовые логические гейты, квантовые цепи.</i>	<i>Классический универсальный компьютер и логические гейты. Обратимые логические гейты. Полусумматор и сумматор на обратимых логических гейтах. Квантовые логические гейты. Контролируемые квантовые гейты. CNOT-гейт и невозможность клонирования неизвестного состояния. Универсальные наборы квантовых логических гейтов. Квантовые цепи. Компиляция и декомпозиция гейтов. Примеры квантовых цепей.</i>
5	<i>Тема 5. Квантовые алгоритмы.</i>	<i>Квантовый параллелизм и квантовые измерения. Квантовое Фурье-преобразование и его свойства. Факторизация чисел и алгоритм П. Шора. Поиск в базе данных и алгоритм Гровера.</i>
6	<i>Тема 6. Квантовая коррекция ошибок.</i>	<i>Мажоритарная система исправления ошибок. Протокол коррекции амплитудной ошибки и фазовой ошибки при трёхкубитном кодировании.</i>

Рекомендуемая тематика практических занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	<i>Тема 1. Математический аппарат квантовой теории информации.</i>	<i>Математический аппарат квантовой теории.</i>
2	<i>Тема 2. Квантовая информация.</i>	<i>Статистический оператор, матрица плотности. Редуцированная матрица плотности. Квантовая энтропия.</i>
3	<i>Тема 3. Квантовые коммуникации.</i>	<i>Математические модели приборов квантовой оптики. Квантовый криптографический протокол BB-84 и его практическая реализация. Протокол квантовой телепортации с измерением состояний Белла и его реализации.</i>
4	<i>Тема 4. Классические и квантовые логические гейты, квантовые цепи.</i>	<i>CNOT-гейт и состояния Белла. Декомпозиция гейта Тоффоли. Вычисление состояния на выходе трёхкубитной квантовой цепи.</i>

5	<i>Тема 5. Квантовые алгоритмы.</i>	<i>Квантовые цепи, реализующие квантовое преобразование Фурье. Квантовые цепи, реализующие алгоритм Гровера.</i>
6	<i>Тема 6. Квантовая коррекция ошибок.</i>	<i>Квантовые цепи, реализующие протокол коррекции амплитудной ошибки и фазовой ошибки при трёхкубитном кодировании.</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала.

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:

Представление состояний векторами гильбертова пространства. Статистический оператор и матрица плотности. Спин электрона. Спиновый кубит. Сфера Блоха. Уравнение Неймана. Квантовая энтропия. Эволюция измеряемой квантовой системы. Уравнение Линдблада. Квантовые логические гейты. Контролируемые квантовые гейты. CNOT-гейт и невозможность клонирования неизвестного состояния. Универсальные наборы квантовых логических гейтов. Компиляция и декомпозиция гейтов. Квантовое Фурье-преобразование и его свойства. Факторизация чисел и алгоритм П. Шора. Поиск в базе данных и алгоритм Гровера.

2. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или)

групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Математический аппарат квантовой теории информации.	ПКС-1	Тестирование, решение задач.
Тема 2. Квантовая информация.	ПКС-3 ПКС-7	Тестирование, решение задач.
Тема 3. Квантовые коммуникации.	ПКС-3 ПКС-7	Тестирование, решение задач.
Тема 4. Классические и квантовые логические гейты, квантовые цепи.	ПКС-3 ПКС-7	Тестирование, решение задач.
Тема 5. Квантовые алгоритмы.	ПКС-3 ПКС-7	Тестирование, решение задач.
Тема 6. Квантовая коррекция ошибок.	ПКС-3 ПКС-7	Тестирование, решение задач.

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

К теме 1. Математический аппарат квантовой теории информации.

1. Произвольное чистое состояние кубита можно записать в виде $|\psi\rangle = \cos(\theta/2)|0\rangle + \exp(i\varphi)\sin(\theta/2)|1\rangle$, где $0 \leq \theta \leq \pi$, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$. Эти два числа определяют точку на трёхмерной сфере единичного радиуса, называемой сферой Блоха. Каким состояниям кубита соответствуют две диаметрально противоположные точки на поверхности сферы Блоха?

Состоянию $ \psi_1\rangle = \cos(\theta/2) 0\rangle + \exp(i\varphi)\sin(\theta/2) 1\rangle$ и состоянию $ \psi_2\rangle = \sin(\theta/2) 0\rangle - \exp(i\varphi)\cos(\theta/2) 1\rangle$

Двум ортогональным состояниям.
Двум одинаковым состояниям, различающимся только фазой.
Состоянию $ \psi_1\rangle = \cos(\theta/2) 0\rangle + \exp(i\phi)\sin(\theta/2) 1\rangle$ и состоянию $ \psi_2\rangle = \sin(\theta/2) 0\rangle + \exp(2i\phi)\cos(\theta/2) 1\rangle$

2. Состояние кубита удобно описывать статистическим оператором (матрицей плотности) $P_\psi = |\psi\rangle\langle\psi|$. Какой вид будет иметь оператор (матрица) P_ψ , если $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$?

$P_\psi = \alpha ^2 0\rangle\langle 0 + \beta ^2 1\rangle\langle 1 $
$P_\psi = \begin{pmatrix} \alpha ^2 & \alpha\beta^* \\ \beta\alpha^* & \beta ^2 \end{pmatrix}$
$P_\psi = \alpha ^2 0\rangle\langle 0 + \beta ^2 1\rangle\langle 1 + \alpha\beta^* 0\rangle\langle 1 + \beta\alpha^* 1\rangle\langle 0 $
$P_\psi = \alpha\beta^* 0\rangle\langle 1 + \beta\alpha^* 1\rangle\langle 0 $

3. Два кубита приготовлены в перепутанном состоянии $|ENT\rangle = \alpha|01\rangle + \beta|10\rangle$, где $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$. В каком состоянии находится каждый кубит?

Каждый из кубитов не находится в определённом состоянии.
Первый кубит с вероятностью $ \alpha ^2$ находится в состоянии $ 0\rangle$, а второй кубит с вероятностью $ \beta ^2$ находится в состоянии $ 1\rangle$.
Первый кубит с вероятностью $ \beta ^2$ находится в состоянии $ 1\rangle$, а второй кубит с вероятностью $ \alpha ^2$ находится в состоянии $ 0\rangle$.
Вероятность обнаружить (детектировать) первый кубит в состоянии $ 0\rangle$, а второй кубит в состоянии $ 1\rangle$ равна $ \alpha ^2$.

4. Два кубита приготовлены в перепутанном состоянии $|ENT\rangle = \alpha|01\rangle + \beta|10\rangle$, где $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$. Первый кубит был спроектирован (детектирован) в состояние $|0\rangle$. В каком состоянии окажется второй кубит?

В состоянии $ 1\rangle$.
В состоянии $ 0\rangle$.
В состоянии $\alpha 1\rangle + \beta 0\rangle$
В состоянии $\alpha 0\rangle + \beta 1\rangle$

К теме 2. Квантовая информация.

1. Какой будет энтропия Шеннона случайной величины X в случае полной определённости, т. е. в том случае, когда источник всегда выдаёт одну и ту же букву ?

1
0
1/2
-1/2

2. Длина алфавита d , появление всех букв алфавита равновероятно. Какой будет энтропия Шеннона случайной величины X в этом случае?

1/d
1/2
$\log_2 d$
d

3. Какое количество информации содержится в сообщении длиной n ?

Оно равно логарифму по основанию 2 от длины сообщения
Оно равно количеству информации в одной букве, умноженному на количество букв.
$\log_2 n + nH(p)$
Оно равно n битам.

4. Энтропию бинарной случайной величины обозначают через $H(p)$. Какой вид имеет эта функция?

$p \log_2 p$
$p \log_2 p + (1-p) \log_2 (1-p)$
$(1-p) \log_2 (1-p)$
$-p \log_2 p - (1-p) \log_2 (1-p)$

К теме 3. Квантовые коммуникации.

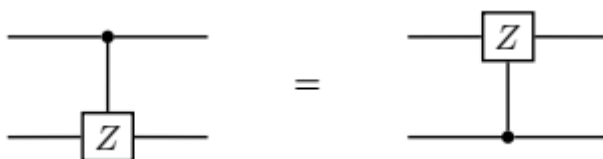
1. Два кубита находятся в состоянии $|\psi\rangle_{AB} = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow\rangle_A \frac{1}{2}|\uparrow\rangle_B + \frac{\sqrt{3}}{2}|\downarrow\rangle_B) + \frac{1}{\sqrt{2}}|\downarrow\rangle_A (\frac{\sqrt{3}}{2}|\uparrow\rangle_B + \frac{1}{2}|\downarrow\rangle_B)$. Какой вид имеет редуцированный статистический оператор (матрица плотности) кубита A?

$\rho_A = \frac{1}{2}(\uparrow\rangle_A \langle\uparrow + \downarrow\rangle_A \langle\downarrow) + \frac{\sqrt{3}}{4}(\uparrow\rangle_A \langle\downarrow - \downarrow\rangle_A \langle\uparrow)$
$\rho_A = \frac{1}{2}(\uparrow\rangle_A \langle\uparrow + \downarrow\rangle_A \langle\downarrow) + \frac{\sqrt{3}}{4}(\uparrow\rangle_A \langle\downarrow + \downarrow\rangle_A \langle\uparrow)$
$\rho_A = \frac{\sqrt{3}}{4}(\uparrow\rangle_A \langle\uparrow - \downarrow\rangle_A \langle\downarrow) + \frac{1}{2}(\uparrow\rangle_A \langle\downarrow + \downarrow\rangle_A \langle\uparrow)$
$\rho_A = \frac{\sqrt{3}}{4}(\uparrow\rangle_A \langle\uparrow + \downarrow\rangle_A \langle\downarrow) + \frac{1}{2}(\uparrow\rangle_A \langle\downarrow - \downarrow\rangle_A \langle\uparrow)$

2. Два кубита находятся в перепутанном состоянии $|\psi\rangle_{AB} = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow\rangle_A (\frac{1}{2}|\uparrow\rangle_B + \frac{\sqrt{3}}{2}|\downarrow\rangle_B) + \frac{1}{\sqrt{2}}|\downarrow\rangle_A (\frac{\sqrt{3}}{2}|\uparrow\rangle_B + \frac{1}{2}|\downarrow\rangle_B)$. Чему равна энтропия перепутанности?

$S = (\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4}) \log_2 (\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4}) + (\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4}) \log_2 (\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4})$
$S = (\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4}) \log_2 (\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4}) - (\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4}) \log_2 (\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4})$
$S = -(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4}) \log_2 (\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4}) - (\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4}) \log_2 (\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4})$
$S = -(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4}) \log_2 (\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4}) - (\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4}) \log_2 (\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4})$

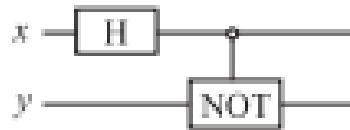
3. Эквивалентны-ли две квантовые цепи?



да
нет

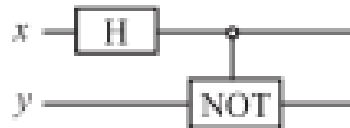
К теме 4. Классические и квантовые логические гейты, квантовые цепи.

1. Какое состояние нужно подать на вход этой квантовой цепи, чтобы на выходе получить состояние $|\Psi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle - |10\rangle)$?



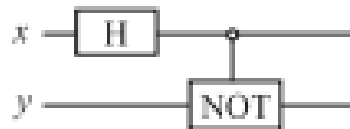
$ 00\rangle$
$ 01\rangle$
$ 10\rangle$
$ 11\rangle$

2. Какое состояние нужно подать на вход этой квантовой цепи, чтобы на выходе получить состояние $|\Psi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle + |10\rangle)$?



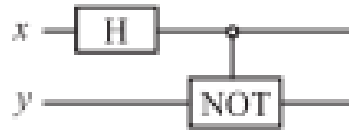
$ 00\rangle$
$ 01\rangle$
$ 10\rangle$
$ 11\rangle$

3. Какое состояние нужно подать на вход этой квантовой цепи, чтобы на выходе получить состояние $|\Phi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle - |11\rangle)$?



$ 00\rangle$
$ 01\rangle$
$ 10\rangle$
$ 11\rangle$

4. Какое состояние нужно подать на вход этой квантовой цепи, чтобы на выходе получить состояние $|\Phi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$?



$ 00\rangle$
$ 01\rangle$
$ 10\rangle$
$ 11\rangle$

К теме 5. Квантовые алгоритмы.

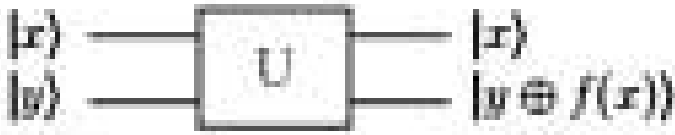
1. На вход трёхкубитовой цепи, выполняющей квантовое преобразование Фурье, подаётся состояние $|\psi\rangle_{in} = |5\rangle$. Какое состояние будет на выходе этой цепи?

$ \psi\rangle_{out} = \frac{1}{\sqrt{8}} (000\rangle + \exp(\frac{i5\pi}{4}) \cdot 100\rangle + \exp(\frac{i7\pi}{2}) \cdot 010\rangle + \exp(\frac{i\pi}{2}) \cdot 110\rangle + \exp(i\pi) \cdot 001\rangle + \exp(\frac{i\pi}{4}) \cdot 101\rangle + \exp(\frac{i3\pi}{2}) \cdot 011\rangle + \exp(\frac{i3\pi}{4}) \cdot 111\rangle)$
$ \psi\rangle_{out} = \frac{1}{\sqrt{8}} (000\rangle + \exp(\frac{i5\pi}{4}) \cdot 100\rangle + \exp(\frac{i\pi}{2}) \cdot 010\rangle + \exp(\frac{i7\pi}{4}) \cdot 110\rangle + \exp(i\pi) \cdot 001\rangle + \exp(\frac{i\pi}{4}) \cdot 101\rangle + \exp(\frac{i3\pi}{2}) \cdot 011\rangle + \exp(\frac{i3\pi}{4}) \cdot 111\rangle)$
$ \psi\rangle_{out} = \frac{1}{\sqrt{8}} (000\rangle + \exp(\frac{i5\pi}{4}) \cdot 100\rangle + \exp(\frac{i\pi}{2}) \cdot 010\rangle + \exp(\frac{i7\pi}{4}) \cdot 110\rangle + \exp(i\pi) \cdot 001\rangle + \exp(\frac{i\pi}{4}) \cdot 101\rangle + \exp(\frac{i3\pi}{4}) \cdot 011\rangle + \exp(\frac{i3\pi}{2}) \cdot 111\rangle)$

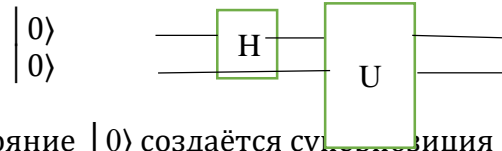
$$|\Psi\rangle_{\text{out}} = \frac{1}{\sqrt{8}} (|000\rangle + \exp(i\frac{5\pi}{4}) \cdot |100\rangle + \exp(i\frac{\pi}{4}) \cdot |010\rangle + \exp(i\frac{7\pi}{4}) \cdot |110\rangle + \exp(i\pi) \cdot |001\rangle + \exp(i\frac{\pi}{2}) \cdot |101\rangle + \exp(i\frac{3\pi}{2}) \cdot |011\rangle + \exp(i\frac{3\pi}{4}) \cdot |111\rangle)$$

2. Рассмотрим вычисление функции от битовой переменной x , результатом которого является битовое значение $f(x): \{0,1\} \rightarrow \{0,1\}$.

Приемлемый способ вычисления этой функции на квантовом компьютере-это рассмотрение двухкубитового регистра, который оперирует с состоянием $|x, y\rangle$. Используя подходящую последовательность гейтов, можно преобразовать исходное состояние $|x, y\rangle$ в состояние $|x, y \oplus f(x)\rangle$. Положим, что преобразование $|x, y\rangle \rightarrow |x, y \oplus f(x)\rangle$ осуществляется некоторым унитарным преобразованием U :



В частности, если $y=0$, то $|x, 0\rangle \rightarrow |x, f(x)\rangle$, т.е. состояние второго кубита в этом случае определяет значение вычисляемой функции $f(x)$.
 Далее рассмотрим квантовую цепь вида:

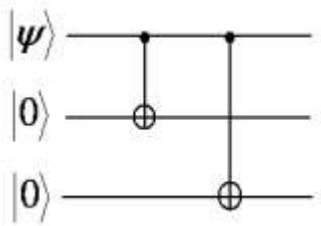


где действием гейта Адамара на состояние $|0\rangle$ создаётся суперпозиция $(|0\rangle + |1\rangle)/\sqrt{2}$. Какое состояние будет на выходе этой цепи?

$ 0, f(0)\rangle/\sqrt{2} + 1, f(1)\rangle/\sqrt{2}$
$ 0, f(0)\rangle/\sqrt{2} - 1, f(1)\rangle/\sqrt{2}$
$ 1, f(1)\rangle/\sqrt{2} - 0, f(0)\rangle/\sqrt{2}$

К теме 6. Квантовая коррекция ошибок.

1. Трёхкубитовая квантовая цепь, выполняющая кодирование для защиты от амплитудной ошибки имеет вид:



Если $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$, то какое состояние будет на выходе этой цепи?

$\alpha 010\rangle + \beta 101\rangle$
$\alpha 011\rangle + \beta 100\rangle$
$\alpha 000\rangle + \beta 111\rangle$
$\alpha 100\rangle + \beta 001\rangle$

Перечень тем практических занятий:

К теме 1. Математический аппарат квантовой теории информации.

1. Возвести в квадрат оператор $\frac{d}{dx} + x$.
2. Найти оператор, переводящий функцию $\psi(x)$ в функцию $\psi(x + a)$.
3. Найти оператор, сопряженный оператору $\frac{d}{dx}$.
4. Найти оператор, сопряженный произведению операторов \hat{A} и \hat{B} .
5. Доказать соотношение $e^{\hat{L}}\hat{a}e^{-\hat{L}} = \hat{a} + \frac{1}{1!}[\hat{L}, \hat{a}] + \frac{1}{2!}[\hat{L}, [\hat{L}, \hat{a}]] + \dots$, где $[\hat{L}, \hat{a}]$ – коммутатор.
6. Рассмотреть следующие операторы:
 - 1) Отражения (инверсии) $\hat{I}: \hat{I}\psi(x) \equiv \psi(-x)$;
 - 2) Сдвига $\hat{T}_a: \hat{T}_a\psi(x) \equiv \psi(x + a)$;
 - 3) Изменения масштаба $\hat{M}_c: \hat{M}_c\psi(x) \equiv \sqrt{c}\psi(cx), c > 0$;
 - 4) Комплексного сопряжения $\hat{K}: \hat{K}\psi(x) \equiv \psi^*(x)$;
 - 5) Перестановки координат двух частиц \hat{P}_{12} :
 $\hat{P}_{12}\psi(x_1, x_2) \equiv \psi(x_2, x_1)$.

Являются ли эти операторы линейными? Найти вид операторов, которые по отношению к ним являются:

- а) эрмитово сопряженными;
- б) обратными.

7. Операторы \hat{A} и \hat{B} эрмитовы, \hat{L} – произвольный линейный оператор. Показать эрмитовость следующих операторов:

- 1) $\hat{L}^+\hat{L}$ и $\hat{L}\hat{L}^+$
- 2) $\hat{L} + \hat{L}^+$
- 3) $i(\hat{L} - \hat{L}^+)$

- 4) $\hat{L}\hat{A}\hat{L}^+$
- 5) $\hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A}$
- 6) $i(\hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A})$

8. Показать, что произвольный оператор \hat{L} можно представить в виде $\hat{L} = \hat{A} + i\hat{B}$, где \hat{A} и \hat{B} - эрмитовы операторы.
9. Выразить коммутаторы $[\hat{A}, \hat{B}\hat{C}]$ и $[\hat{A}\hat{B}, \hat{C}]$ через коммутаторы $[\hat{A}, \hat{B}]$, $[\hat{A}, \hat{C}]$, $[\hat{B}, \hat{C}]$.
10. Для трех операторов $\hat{A}, \hat{B}, \hat{C}$; скаляра k , если $[\hat{A}, \hat{B}] = i\hat{C}$ и $[\hat{A}, \hat{C}] = -i\hat{B}$, то

$$e^{-ik\hat{A}}\hat{B}e^{ik\hat{A}} = \hat{B} \cos k + \hat{C} \sin k,$$

$$e^{-ik\hat{A}}\hat{C}e^{ik\hat{A}} = \hat{C} \cos k - \hat{B} \sin k.$$
 Кроме того, если $[\hat{A}, \hat{B}] = 0$, то $e^{-ik\hat{A}}\hat{B}e^{ik\hat{A}} = \hat{B}$.

К теме 2. Квантовая информация.

1. Показать, что при унитарной эволюции квантовая энтропия остаётся неизменной.
2. Состояние системы удобно описывать статистическим оператором (матрицей плотности) $\rho_\psi = |\psi\rangle\langle\psi|$. Какой вид будет иметь спиновый оператор (матрица плотности) ρ_ψ для частицы со спином 1/2, если $|\psi\rangle = \alpha|1/2\rangle + \beta|-1/2\rangle$?
3. Показать, что при унитарной эволюции квантовая энтропия остаётся неизменной.
4. Состояние системы удобно описывать статистическим оператором (матрицей плотности) $\rho_\psi = |\psi\rangle\langle\psi|$. Какой вид будет иметь спиновый оператор (матрица плотности) ρ_ψ для частицы со спином 1/2, если $|\psi\rangle = \alpha|1/2\rangle + \beta|-1/2\rangle$?
5. Две частицы А и В со спином 1/2 находятся в перепутанном состоянии $|\psi\rangle_{AB} = 1/\sqrt{2}(|\uparrow\rangle_A(1/2)|\uparrow\rangle_B + \sqrt{3}/2|\downarrow\rangle_B) + 1/\sqrt{2}|\downarrow\rangle_A(\sqrt{3}/2|\uparrow\rangle_B + 1/2|\downarrow\rangle_B)$. Какой вид имеет редуцированный спиновый статистический оператор (матрица плотности) спина А?
6. Показать, что, если статистический оператор (матрица плотности) задан в своём собственном представлении, то для вычисления квантовой энтропии такого состояния можно пользоваться классической формулой Шеннона.

К теме 3. Квантовые коммуникации.

1. Изобразить схему и объяснить протокол телепортации кубита без измерения состояний Белла.

- Изобразить схему и объяснить протокол телепортации кубита с измерением состояний Белла.
- Изобразить схему и объяснить протокол квантового распределения ключа с помощью поляризованных фотонов (протокол BB-84).
- Покажите инвариантность перепутанного синглетного состояния

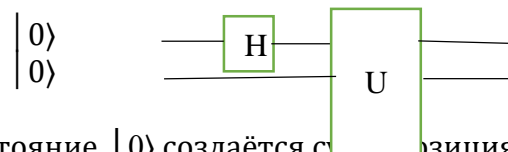
$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\uparrow\downarrow\rangle - |\downarrow\uparrow\rangle)$$

относительно оси квантования.

- Изобразить схему и объяснить протокол сверхплотного кодирования.

К теме 4. Классические и квантовые логические гейты, квантовые цепи.

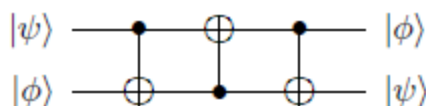
- Рассмотреть квантовую цепь вида



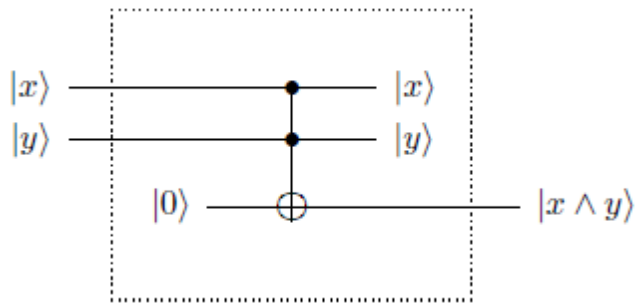
где действием гейта Адамара на состояние $|0\rangle$ создается суперпозиция $(|0\rangle + |1\rangle)/\sqrt{2}$, которая подаётся на вход “чёрного ящика” U . В результате действия унитарного преобразования U состояние на выходе будет иметь вид $|0, f(0)\rangle/\sqrt{2} + |1, f(1)\rangle/\sqrt{2}$.

Показать, что получить полную информацию и об $f(0)$, и об $f(1)$ можно проектированием суперпозиционного состояния $|0, f(0)\rangle/\sqrt{2} + |1, f(1)\rangle/\sqrt{2}$ на однокубитовые состояния $|0\rangle, |1\rangle$ и состояния Белла $|\Phi^+\rangle = (|00\rangle + |11\rangle)/\sqrt{2}$, $|\Psi^+\rangle = (|01\rangle + |10\rangle)/\sqrt{2}$.

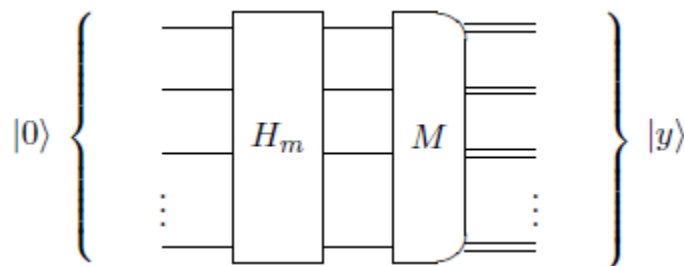
- Показать, что квантовая цепь, содержащая три CNOT-гейта, эквивалентна SWAP-гейту, т. е. приводит к обмену состояниями кубитов:
- Показать, что действие Toffoli-гейта в данной квантовой цепи эквивалентно



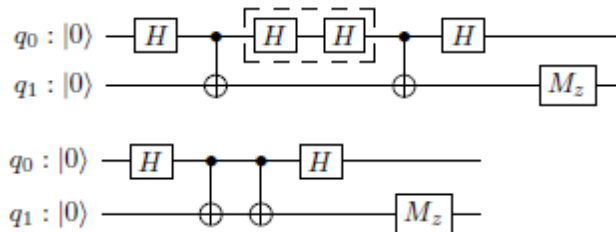
действию AND-гейта:



4. Показать, что квантовая цепь, содержащая m гейтов Адамара и предусматривающая измерение состояния каждого кубита, приводит к генерации последовательности из m случайных битов:



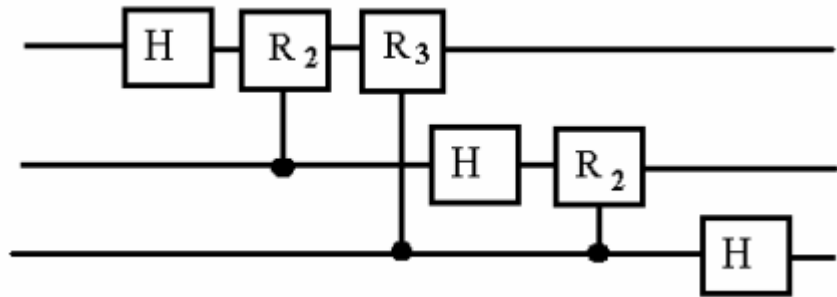
5. Убедиться в эквивалентности двух квантовых цепей, т. е. показать, что два гейта Адамара между двумя CNOT-гейтами могут быть исключены:



6. Для двухкубитовой квантовой цепи, генерирующей состояния Белла и состоящей из однокубитового гейта Адамара и CNOT-гейта, в базисе двухкубитовых состояний $|00\rangle$, $|01\rangle$, $|10\rangle$, $|11\rangle$ построить оператор Белла, описывающий результат действия этой цепи.
7. Показать, что гейт CCNOT обратим.
8. Начертить и объяснить схемы полусумматора, полного сумматора и схему сложения двоичных чисел.
9. Показать, что в полном сумматоре мусор может быть сведен в точности к тому, что имеется на входе, если к блоку FA добавить дополнительно CNOT на две верхние линии.
10. Предложить квантовую цепь, генерирующую трёхкубитовые перепутанные состояния.

К теме 5. Квантовые алгоритмы.

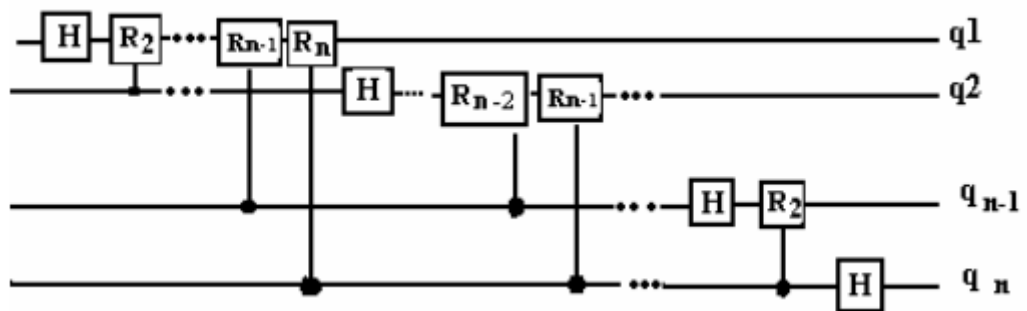
1. Трёхкубитовая цепь, обеспечивающая квантовое преобразование Фурье, имеет вид:



Пусть на вход этой квантовой цепи подается состояние $|\psi_{in}\rangle = |5\rangle$. Покажите, что на выходе будет состояние:

$$|\psi_{out}\rangle = \frac{1}{\sqrt{8}} \left(|000\rangle + \exp\left(\frac{i5\pi}{4}\right) |100\rangle + \exp\left(\frac{i\pi}{2}\right) |010\rangle + \exp\left(\frac{i7\pi}{4}\right) |110\rangle + \right. \\ \left. + \exp(i\pi) |001\rangle + \exp\left(\frac{i\pi}{4}\right) |101\rangle + \exp\left(\frac{i3\pi}{2}\right) |011\rangle + \exp\left(\frac{i3\pi}{4}\right) |111\rangle \right)$$

2. Общий алгоритм n-кубитового квантового преобразования Фурье может быть реализован с помощью схемы, изображенной на рисунке:



Подсчитайте число операций, необходимых для осуществления квантового преобразования Фурье.

3. Показать, что для того, чтобы записать число в N-кубитный регистр квантового компьютера нужно осуществить 1 операцию.
 4. Элемент обмена состояниями двух кубитов имеет следующее графическое изображение и матрицу (в вычислительном базисе, упорядоченном по алфавиту):



Докажите следующее утверждение:

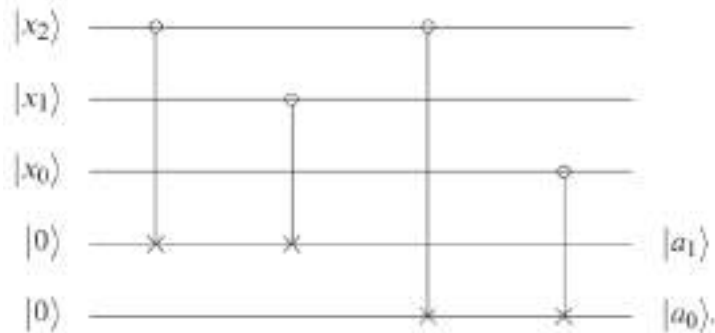


где графическое изображение гейта CNOT (управляемое “не”) имеет вид:



К теме 6. Квантовая коррекция ошибок.

1. Квантовая цепь детектирования ошибок для кода с повторением [3, 1] является пятикубитной. При этом три кубита соответствуют коду с повторением [3,1] плюс два вспомогательных (холостых) кубита в состоянии $|0\rangle$:



Как работает эта цепь?

2. Пусть суперпозиция

$$|\phi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$$

закодирована с помощью кода с повторением [3, 1] как

$$|\tilde{\phi}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\tilde{0}\rangle + |\tilde{1}\rangle) = \frac{1}{\sqrt{2}}(|000\rangle + |111\rangle).$$

Положим, что на $|\tilde{\phi}\rangle$ действует оператор $F = Z \otimes I \otimes I$, приводящий к фазовой ошибке

$$F(|\tilde{\phi}\rangle) = Z \otimes I \otimes I(|\tilde{\phi}\rangle) = Z \otimes I \otimes I(|000\rangle + |111\rangle)/\sqrt{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}(|000\rangle - |111\rangle).$$

Показать, что с помощью оператора извлечения синдрома U_{BF} , применённого к состоянию

$F(|\tilde{\phi}\rangle) \otimes |00\rangle$ фазовая ошибка не детектируется.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине.

Примерный перечень вопросов к зачёту:

1. Какой набор гейтов называется универсальным?
2. Какой объём информации можно закодировать состояниями кубита ?
3. В чем принципиальное отличие квантового описания состояний кубита от описания состояний классического бита?
4. Для описания каких состояний применяется сфера Блоха?
5. Приведите примеры реализаций кубита.
6. Приведите пример квантового состояния, которое можно клонировать.
7. Записать NOT-гейт и гейт Адамара с помощью матриц Паули.
9. Почему невозможно клонирование кубита и как это отражается на передаче квантовой информации?
10. На чём основано сверхплотное кодирование?

11. В чем состоит квантовый параллелизм вычислений?
12. Какие задачи, доступные для решения с помощью квантовых алгоритмов, практически недоступны классическим компьютерам?
13. Какой вид в обозначениях Дирака для 2-мерных кет-векторов имеет выражение для максимально перепутанных состояний двух кубитов?
14. Почему возможна абсолютно секретная квантовая генерация шифровального ключа?
15. Какую роль в квантовой информации играет квантовая оптика?
16. Какое принципиальное отличие имеет квантовый алгоритм от своего классического аналога?
17. Что такое граф (карта) связи квантового компьютера?
18. Приведите примеры унитарной декомпозиции гейта.
19. В чём состоит протокол квантового распределения ключа BB-84?
20. Какую роль играет унитарность гейтов в квантовых вычислениях?
21. Что такое компиляция?
22. Запишите формулу квантового преобразования Фурье.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70

Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55
---------------	---	---------------------	------------	----------

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература:

1. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. С-Пб, Москва, Краснодар: Лань, 2011.- 538 с. <http://e.lanbook.com/view/book/684>
2. Кудинов Ю.И. Основы современной информатики [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю. И. Кудинов. - Москва : Лань, 2011. - 256 с.
3. Филиппов С.Н. Квантовые поляризационные состояния фотонов. Учебно-методическое пособие. -Москва. МФТИ. 2017. – 37с.

Дополнительная литература:

1. Хренников А.Ю. Введение в квантовую теорию информации.- М: Физматлит,2008 (НБ)
2. Прескилл Д. Квантовая информация и квантовые вычисления.- Москва – Ижевск: : Регулярная и хаотическая динамика, 2008. 462 с.
3. Нильсен М.А. Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация.- М: Мир, 2006
4. Баумейстер Д., Экерт А., Цайлингер А. Физика квантовой информации. Квантовая криптография. Квантовая телепортация. Квантовые вычисления.- М: Постмаркет, 2002.
5. Ожигов, Ю.И. Квантовые вычисления.- М: Макс Пресс, 2003.
6. Валиев К.А., Кокин А.А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность. Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2002. 320 с.
7. Кокин А.А. Твердотельные квантовые компьютеры на ядерных спинах. Москва, Ижевск, 2004. 204 с.
8. Кайе Ф., Лафлам Р., Моска М. Введение в квантовые вычисления.- М: Ин-т. комп. иссл., 2009.
9. Кулик С.Д., Берков А.В., Яковлев В.П. Введение в теорию квантовых вычислений (Методы квантовой механики в кибернетике). Книга 1, 2.- М: МИФИ, 2008.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента

- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.