

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

**«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ОНК
Институт высоких
технологий
Юров А. В.**

«_____» _____ 2025 г.

ПРОГРАММА КОМПЛЕКСНОГО ЭКЗАМЕНА

по программе магистратуры

Направление ***11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»***

Программа ***«Системы и сети мобильной радиосвязи»***

Лист согласования

Составители: *руководитель образовательных программ Высшей школы киберфизических систем ОНК «Институт высоких технологий» Бурмистров В. И.; заместитель руководителя ОНК «Институт высоких технологий», к. ф.-м. н., доцент ОНК «Институт высоких технологий» Шпилевой А. А.; к. т. н., доцент ОНК «Институт высоких технологий» Савченко М. П.*

Программа одобрена Ученым советом ОНК *«Институт высоких технологий»*

Протокол № 14 от «31» января 2025 г.

Председатель Ученого совета ОНК *«Институт высоких технологий»* _____ *Юров А. В.*

Руководитель образовательных программ _____ *Бурмистров В. И.*

Настоящая программа разработана для поступающих в магистратуру 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», магистерская программа «Системы и сети мобильной радиосвязи».

Абитуриенты, желающие освоить основную образовательную программу магистратуры по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», должны иметь образование не ниже высшего образования (бакалавриат, специалитет или магистратура), в том числе образование, полученное в иностранном государстве, признанное в Российской Федерации, и ознакомиться с Правилами приема в Балтийский федеральный университет им. И. Канта на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

Целью вступительного испытания является оценка базовых знаний, поступающих в магистратуру с точки зрения их достаточности для освоения образовательной программы по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Комплексный экзамен по программе магистратуры проводится на русском языке в дистанционном формате в письменной форме по билетам, включающим 2 вопроса. На подготовку ответа отводится 80 – 90 минут.

Содержание программы

1. Инфокоммуникационные системы; их классификация. Особенности кабельных и беспроводных систем связи. Области применения различных телекоммуникационных систем.
2. Основные временные и спектральные характеристики сигналов. Преобразование Фурье.
3. Кодирование источников дискретных сообщений. Классификация методов кодирования.
4. Скорость передачи информации и пропускная способность дискретных каналов связи.
5. Дискретизация сигналов по времени. Теорема отсчетов (Котельникова). Восстановление непрерывных функций по отсчетам.
6. Цифровая обработка сигналов (ЦОС). Обобщенная схема ЦОС. Цифровые фильтры (ЦФ). Эффекты квантования в ЦФ.
7. Способы выделения сигналов из шумов. Теорема Котельникова – Шеннона.
8. Виды модуляции в современных системах связи. Цифровая фазовая и частотная модуляции сигналов.
9. Помехоустойчивое кодирование в системах связи.
10. Частотное, временное и кодовое разделение каналов.
11. Распространение радиоволн. Дисперсионная формула ионосферы. Радиоволны в ионосфере: рефракция, рассеяние, поглощение.
12. Понятие о линии радиосвязи (радиолинии) и трассе (тракте) распространения радиоволн. Разновидности радиолиний.
13. Классификация радио трактов и их характеристики. Особенности функционирования радио трактов различных частотных диапазонов.
14. Спутниковые радиоэлектронные телекоммуникационные системы; особенности спутниковых радиолиний.
15. Волоконно-оптические линии связи. Основные достоинства и недостатки. Типы оптических волокон. Геометрические параметры оптического волокна.

16. Механизмы потерь в оптических волокнах. Окна прозрачности. Кабельные потери.
17. Дисперсия в оптических волокнах. Влияние дисперсии на параметры оптических линий связи.
18. Закономерности распространения электромагнитных колебаний в волноводах. Затухание, дисперсия. Способы возбуждения колебаний в резонаторах и волноводах.
19. Интегральная электроника и её основные направления: создание интегральных микросхем, функциональных интегральных узлов, оптоэлектронных устройств.
20. Основные понятия микроэлектроники. Особенности конструктивной, схемотехнической и функциональной интеграции микроэлементов.
21. Понятие наноэлектроники. Основные задачи наноэлектроники: разработка физических основ работы активных квантовых приборов, разработка технологий их изготовления, разработка интегральных схем с нанометровыми технологическими размерами.
22. Разновидности печатных плат: по количеству слоев проводящего материала, по технологии монтажа, по гибкости.
23. Основные уравнения электродинамики в веществе; взаимозависимость пространственного и временного изменения векторов напряженности электрического и магнитного полей.
24. Метод электродинамических потенциалов. Основные уравнения электродинамики в комплексной форме.
25. Зависимость электромагнитного поля от расстояния между передающей и приемной антеннами и высоты их расположения над поверхностью земли.
26. Особенности распространения электромагнитных волн в свободном пространстве.
27. Распространение радиоволн над однородной сферической поверхностью Земли в освещенной зоне, в области тени и полутени.
28. Понятие о плоских, сферических и цилиндрических электромагнитных волнах. Структура поля плоской волны, как частного случая сферической (цилиндрической) волны. Волновое сопротивление.
29. Определение напряженности поля в зависимости от расстояния и энергетических характеристик приемо-передающих радиоэлектронных средств.
30. Ослабление, рефракция, рассеяние оптических волн в атмосфере. Окна прозрачности в атмосфере и их использование в оптических системах. Помехи радиоприему в оптическом диапазоне волн.
31. Переходные процессы при передаче и обработке импульсных сигналов.
32. Основные принципы построения сетей сотовой связи.
33. Сети сотовой связи стандарта GSM. Характеристики, архитектура, особенности радиointерфейса.
34. Сети сотовой связи стандарта UMTS. Характеристики, архитектура, особенности радиointерфейса.
35. Сети сотовой связи стандарта LTE и LTE advanced. Характеристики, архитектура, особенности радиointерфейса.
36. Сети сотовой связи пятого поколения. Характеристики, архитектура, особенности радиointерфейса.
37. Частотно-территориальное планирование сетей сотовой связи.
38. Режимы работы линий СВЧ. Понятие коэффициента отражения и коэффициента стоячей волны.

39. Телеграфные уравнения; входное сопротивление длинной линии. Свойства отрезков длинных линий.
40. Полупроводниковые приборы СВЧ диапазона.
41. Квантовые приборы СВЧ-диапазона. Принцип действия и устройство.
42. Генераторы СВЧ. Клитроны и магнетроны: разновидности, принцип работы, характеристики, область применения.
43. Электронные свойства полупроводников. Собственная и примесная проводимости. Акцепторные и донорные полупроводники.
44. Полупроводниковые материалы, используемые как основа для производства электронных приборов. Структура, основные электрофизические свойства.
45. Полупроводниковые электронные приборы и способы их классификации: по назначению и принципу действия, по типу материала, конструкции и технологии, по области применения и т.п.
46. Основные составляющие технологии производства микроэлектронных изделий. Технологические операции (основные, вспомогательные, контрольные); технологические переходы.
47. Особенности электроснабжения телекоммуникационных объектов.
48. Особенности построения профессиональных систем радиосвязи.
49. Технологии построения современных магистральных сетей связи.
50. Технологии построения широкополосных абонентских сетей доступа.
51. Тенденции развития рынка современных телекоммуникационных услуг и сервисов.
52. Особенности использования антенно-фидерных устройств в современных системах связи.
53. Принципы построения систем цифрового телевидения.
54. Методы и средства обеспечения информационной безопасности в инфокоммуникационных системах.
55. Квантовые приборы СВЧ и оптического диапазона.

Критерии оценивания уровня знаний

Оценка знаний поступающего в магистратуру производится по 100-бальной шкале. Максимальный балл за ответ на один вопрос – 50. Максимальный балл за ответ на два вопроса – 100. Минимальный балл, соответствующий положительной оценке – 25.

На экзаменах запрещается использование технических устройств и печатных материалов. В противном случае поступающий удаляется с экзамена, и ему выставляется 0 баллов.

При ответе на вопросы поступающий должен продемонстрировать:

1. Правильность содержания, корректность формулировок.
2. Полноту содержания, наличие математических выкладок, графиков, схем, поясняющих суть явлений или принципы функционирования устройств.
3. Техническую грамотность.
4. Аргументированность.
5. Логичность и последовательность.

Развёрнутые критерии оценивания письменного ответа представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Критерии оценивания письменного ответа на экзамене по направлению подготовки

№	Критерий	Содержание ответа	Балл
1	Правильность содержания, корректность формулировок	ответ правильный, все формулировки корректны или есть незначительные погрешности в 1 – 2 формулировках	10 - 8
		ответ в целом правильный, но есть погрешности в 3 формулировках и/или есть 1 – 2 некорректные, двусмысленные, расплывчатые формулировки	7 - 5
		ответ в целом правильный, но есть погрешности в 4 и более формулировках и/или есть некорректные, двусмысленные, расплывчатые формулировки – 3 и более; или ответ неправильный	4 - 0
2	Полнота содержания, наличие математических выкладок, графиков, схем, поясняющих суть явлений или принципы функционирования устройств	ответ полный, представлены все необходимые математические выкладки и схемы	10 - 8
		ответ в целом полный, имеются 1 - 2 неточности в математических выкладках, графиках, схемах	7 - 5
		ответ в целом неполный, имеются 3 или более неточностей/ошибок в математических выкладках, графиках, схемах	4 - 0
3	Техническая грамотность	фактических неточностей и ошибок нет или допущена 1 фактическая неточность, не влияющая на общий смысл ответа	10 - 8
		допущены 2 фактические неточности и/или 1 – 2 негрубые фактические ошибки и/или количество фактического материала недостаточно для оценивания ответа	7 - 5
		допущены 3 фактические неточности и/или 1 грубая фактическая ошибка и/или 3 негрубые фактические ошибки и/или фактический материал не представлен	4 - 0
4	Аргументированность	все утверждения обоснованы убедительными аргументами (приведено 3 – 4 аргумента), ошибок нет или допущена 1 незначительная погрешность в обосновании	10 - 8
		ответ в целом обоснован (приведено 2 – 3 убедительных аргументов), но допущены 2 погрешности и/или 1 – 2 негрубые ошибки в обосновании и/или приведено 2 неубедительных аргумента	7 - 5
		ответ слабо обоснован (приведён 1 убедительный аргумент) и/или допущены 3 погрешности и/или 3 негрубые ошибки и/или 1 грубая ошибка в обосновании и/или приведён 1 неубедительный аргумент или ответ не обоснован	4 - 0
5	Логичность и последовательность	ответ отличается строгой логичностью и последовательностью, нарушения и логические ошибки отсутствуют или допущено 1 незначительное отступление от сути вопроса	10 - 8
		ответ в целом логичен и последователен, но допущено 1 – 2 значительных отступления и/или 1 логическая ошибка	7 - 5
		ответ в целом логичен, но допущено 3 и более отступления и/или 2 (и более) логические ошибки или ответ непоследователен	4 - 0
Максимальный балл за ответ на один вопрос			50
Максимальный балл за ответ на два вопроса			100

Основная и дополнительная литература

Основная литература

1. Санников В.Г. Основы теории систем инфокоммуникаций. М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – ISBN 978-5-9912-0561-0.
2. Попов В.И., Скуднов В.А. Основы проектирования сотовых сетей мобильной связи.

- М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – ISBN 978-5-9912-0664-8.
3. Немировский М.С., Локшин Б.А., Аронов Д.А. Основы построения систем спутниковой связи. М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – ISBN 978-5-9912-0580-1.
 4. Катунин Г.П., Мамчев Г.В., Носов В.И., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3-х томах. Том 2 – Радиосвязь, радиовещание, телевидение. М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – ISBN 978-5-9912-0494-1.
 5. Алексеев Е.Б., Гордиенко В.Н., Крухмалев В.В., Моченов А.Д., Тверецкий М.С. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей. М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – ISBN 978-5-9912-0254-1.
 6. Гордиенко В.Н., Крухмалев В.В., Моченов А.Д., Шарафутдинов Р.М. Оптические телекоммуникационные системы. М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – ISBN 978-5-9912-0146-9.
 7. Гребешков А.Ю. Вычислительная техника, сети и телекоммуникации. М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – ISBN 978-5-9912-0492-7.
 8. Баранов С.А. Устройства СВЧ и антенны. М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – ISBN 978-5-9912-0753-9.
 9. Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б., Панкратов Д.Ю. Технологии в системах радиосвязи на пути к 5G. М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – ISBN 978-5-9912-0689-1.
 10. Аджемов А.С., Санников В.Г. Общая теория связи. М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – ISBN 978-5-9912-0690-7.
 11. Рихтер С.Г. Кодирование и передача речи в цифровых системах подвижной радиосвязи. М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – ISBN 978-5-9912-0116-2.
 12. Карпухин Е.О. Технологии и методы защиты инфокоммуникационных систем и сетей. М.: Горячая линия – Телеком, 2020. – ISBN 978-5-9912-0896-3.
 13. Мылов Г.В., Медведев А.М. Производство электроники. М.: Горячая линия – Телеком, 2020. – ISBN 978-5-9912-0848-2.
 14. Кубанов В.П., Ружников В.А., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. Основы теории антенн и распространения радиоволн. М.: Горячая линия – Телеком, 2022. – ISBN 978-5-9912-0935-9.
 15. Соколов С.В., Титов Е.В. Электроника. М.: Горячая линия – Телеком, 2022. – ISBN 978-5-9912-0344-9.
 16. Афанасьев А.А., Рыболовлев А.А., Рыжков А.П. Цифровая обработка сигналов. М.: Горячая линия – Телеком, 2022. – ISBN 978-5-9912-0869-7.
 17. Крук Б.И., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 1. - Современные технологии. М.: Горячая линия – Телеком, 2022. – ISBN 978-5-9912-0208-4.
 18. Портнов Э. Л. Волоконная оптика в телекоммуникациях. М.: Горячая линия – Телеком, 2022. – ISBN 978-5-9912-0540-5.
 19. Шаров Г. А. Волноводные устройства сантиметровых и миллиметровых волн. – М.: Горячая линия – Телеком, 2022. – ISBN 978-5-9912-0473-6.
 20. Лохвицкий М. С., Сорокин А. С., Шорин О. А. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы планирование. – М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – ISBN 978-5-9912-0757-7.

Дополнительная литература

1. Марченко А.Л. Основы электроники. – М.: ДМК ПРЕСС, 2015. – ISBN 978-5-94074-432-0.
2. Цуканов В.Н., Яковлев М.Я. Волоконно-оптическая техника. – М.: Инфра-Инженерия, 2014. - ISBN 978-5-9729-0078-7

3. Хамадулин Э. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах. Учебное пособие для вузов. - М.: Юрайт, 2014. - ISBN 978-5-9916-4276-7.
4. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. – Санкт-Петербург.: Питер, 2015.
5. Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С. Многоканальные телекоммуникационные системы. - М.: Горячая линия – Телеком, 2015. - ISBN 978-5-9912-0251-0.
6. Васин В.А., Калмыков В.В., Себекин Ю.Н., Сенин А.И., Федоров И.Б. Радиосистемы передачи информации. - М.: Горячая линия – Телеком, 2015. ISBN 978-5-9912-0506-1.
7. Катунин Г.П., Мамчев Г.В., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3-х томах. Том 2 – Радиосвязь, радиовещание, телевидение. - М.: Горячая линия – Телеком, 2014. ISBN 978-5-9912-0338-8.
8. В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учеб. пособие. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2015. ISBN 978-5-9775-0877-3.
9. Росляков А. В. Зарубежные и отечественные платформы сетей NGN. – М.: Горячая линия-Телеком, 2014. –ISBN 978-5-9912-0401-9.
10. Андреев Р.Н., Краснов Р.П., Чепелев М.Ю. Теория электрической связи. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. –ISBN 978-5-9912-0381-4.
11. Величко В.В., Субботин Е.А., Шувалов В.П., Ярославцев А.Ф. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3-х томах. Том 3. - Мультисервисные сети. – М.: Горячая линия–Телеком, 2015. – ISBN 978-5-9912-0484-2.
12. Головин О. В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов. – М.: Горячая линия–Телеком, 2014 . –ISBN 978-5-9912-0196-4.
13. Приходько А. И. Детерминированные сигналы. – М.: Горячая линия–Телеком, 2015. – ISBN 978-5-9912-0262-6.
14. Гребешков А.Ю. Вычислительная техника, сети и телекоммуникации Учебное пособие для вузов.– М.: Горячая линия–Телеком, 2015. – ISBN 978-5-9912-0492-7.
15. Кукк К. И. Спутниковая связь: прошлое, настоящее, будущее. – М.: Горячая линия–Телеком, 2015. – ISBN 978-5-9912-0512-2.
16. Боридько С.И., Дементьев Н.В., Тихонов Б.Н., Ходжаев И.А. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. – М.: Горячая Линия - Телеком, 2015. –ISBN 978-5-9912-0245-9.
17. Зиатдинов С.И., Суетина Т.А., Поваренкин Н.В. Схемотехника телекоммуникационных устройств. Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. – М.: Академия, 2016. – ISBN 978-5-7695-9359-8.
18. Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов. – М.: Солон-Пресс, 2015. – ISBN 978-5-91359-117-3.
19. Хартов В.Я.. Микропроцессорные системы. - М.: Академия, 2014. – ISBN 978-5-4468-0440-5.
20. Миловзоров О., Панков И. Электроника. Учебник для бакалавров. 5-е издание. – М.: Юрайт, 2015. – ISBN 978-5-9916-2541-8.