

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Высшая школа компьютерных наук и прикладной математики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Нейросетевые методы обработки изображений»

Шифр: 01.03.02

Направление подготовки: «Прикладная математика и информатика»

Профиль: «Искусственный интеллект и анализ данных»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

1. Верещагин Сергей Дмитриевич, к. ф.-м.н., доцент
2. Верещагин Михаил Дмитриевич, к. ф.-м.н., доцент
3. Мищук Богдан Ростиславович, к. ф.-м.н., доцент

Рабочая программа утверждена на заседании
Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 4 от «24» января 2023 г.

Председатель Ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В. Юров

Руководитель ОПОП ВО

Е.П. Ставицкая

Содержание

1. Наименование дисциплины «Нейросетевые методы обработки изображений».
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. Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы.
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: «Нейросетевые методы обработки изображений».

Целью курса «Нейросетевые методы обработки изображений» - сформировать практические навыки владения методами библиотеки `pytorch` для создания и настройки нейросетевых моделей.

В курсе дается введение в машинное обучение (методы настройки моделей, извлечения признаков, основные целевые функции, метрические методы прогнозирования и кластеризации), обзор нейросетевых методов для стилизации изображений и видео, классификации и сегментации изображений, определения глубины изображений, а также автоматического определения на них текста и лиц. Даются методы безусловной и условной генерации новых изображений с помощью нейросетей, а также классические методы обработки изображений — преобразование гистограмм цветов, извлечение контуров и сфокусированных областей.

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
ПК-9. Способен создавать и внедрять одну или несколько сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта	ПК-9.1. Участвует в реализации проектов в области сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение»	знать основные понятия, концепции, проблемы машинного обучения; архитектуры нейросетей для обработки изображений и методы их настройки; методы наложения стиля на изображения. уметь выбирать архитектуру нейросетей и настраивать их параметры для решения задач обработки изображений — классификации, сегментации, выделения контуров, стилизации и генерации. владеть методами библиотеки <code>pytorch</code> для создания и настройки нейросетевых моделей.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Нейросетевые методы обработки изображений» представляет собой дисциплину Части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.05.01), дисциплина по выбору, направления подготовки бакалавриата 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Искусственный интеллект и анализ данных».

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

обучающегося 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 с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	Тема 1. Введение в машинное обучение и нейронные сети.	Дискриминантные функции, активации, функции потерь, регуляризация — L2, dropout, batchnorm, instance normalization. Оценка модели по кросс-валидации.
2.	Тема 2. Оптимизация нейросетей.	Методы оптимизации нейросетей, метод обратного распространения ошибки.
3.	Тема 3. Сверточные сети.	Архитектуры слоев в сверточных нейросетях. Основные архитектуры для классификации изображений. Методы визуализации работы сверточных нейросетей.
4.	Тема 4. Библиотека pytorch.	Практическая демонстрация работы с использованием библиотеки нейросетевых вычислений pytorch.
5.	Тема 5. Задача стилизации изображений.	Оффлайн и онлайн методы стилизации изображений, методы сохранения цвета, объектов, деталей, границ, сфокусированности и глубины при стилизации. Методы смешения стилей и обучения на разные стили в онлайн постановке. Стилизация видео и стилизация, основанная на патчах.

6.	Тема 6. Обработка изображений и выделение дополнительной информации.	Преобразования гистограммы цветов на изображении, детекция сфокусированных областей, выделение контуров на изображении. Метрики схожести изображений по контурам и оптимизация их вычисления.
7.	Тема 6. Метрические методы машинного обучения.	Поиск похожих патчей на изображении-метод К ближайших соседей, его обобщения, оптимизация его работы. Методы кластеризации патчей изображения и оценка качества кластеризации.
8.	Тема 7. Сегментация изображений.	Сегментация изображений без учителя и с учителем.
9.	Тема 8. Обнаружение объектов на изображениях.	Детекция текста и лиц на изображениях.
10.	Тема 9. Генерация изображений.	Генерация изображений с помощью генеративно- состязательных сетей и вариационного автокодировщика.

6. Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы

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

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1	Тема 1. Введение в машинное обучение и нейронные сети.	Лекция 1. Дискриминантные функции, оценка модели по кросс-валидации.
2	Тема 2. Оптимизация нейросетей.	Лекция 2-3. Методы оптимизации нейросетей, метод обратного распространения ошибки.
3	Тема 3. Сверточные сети.	Лекция 4. Архитектуры слоев в сверточных нейросетях. Основные архитектуры для классификации изображений. Лекция 5. Методы визуализации работы сверточных нейросетей.
4	Тема 4. Библиотека pytorch.	Лекция 6. Практическая демонстрация работы с использованием библиотеки нейросетевых вычислений pytorch.
5	Тема 5. Задача стилизации изображений.	Лекция 7. Оффлайн и онлайн методы стилизации изображений Лекция 8. Методы смешения стилей и обучения на разные стили в онлайн постановке.
6	Тема 6. Обработка изображений и выделение дополнительной информации.	Лекция 9. Преобразования гистограммы цветов на изображении

		Лекция 10. Метрики схожести изображений по контурам и оптимизация их вычисления.
7	Тема 6. Метрические методы машинного обучения.	Лекция 11. Поиск похожих патчей на изображении-метод К ближайших соседей, его обобщения, оптимизация его работы. Лекция 12. Методы кластеризации патчей изображения и оценка качества кластеризации.
8	Тема 7. Сегментация изображений.	Лекция 13-14. Сегментация изображений без учителя и с учителем.
9	Тема 8. Обнаружение объектов на изображениях.	Лекция 15-16. Детекция текста и лиц на изображениях.
10	Тема 9. Генерация изображений.	Лекция 17-18. Генерация изображений с помощью генеративно- состязательных сетей и вариационного автокодировщика.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Не предусмотрены учебным планом.

Требования к самостоятельной работе обучающихся

1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.
2. Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей 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 с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме

самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся 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 машинное обучение и нейронные сети.	ПК-9.1.	решение задач
Тема 2. Оптимизация нейросетей.	ПК-9.1.	решение задач
Тема 3. Сверточные сети.	ПК-9.1.	решение задач

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 4. Библиотека pytorch.	ПК-9.1.	решение задач
Тема 5. Задача стилизации изображений.	ПК-9.1.	решение задач
Тема 6. Обработка изображений и выделение дополнительной информации.	ПК-9.1.	решение задач
Тема 7. Метрические методы машинного обучения.	ПК-9.1.	решение задач
Тема 8. Сегментация изображений.	ПК-9.1.	решение задач
Тема 9. Обнаружение объектов на изображениях.	ПК-9.1.	решение задач
Тема 10. Генерация изображений.	ПК-9.1.	решение задач

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

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем оценки результатов выполнения заданий практических (семинарских) занятий, самостоятельной работы, предусмотренных учебным планом и посещения занятий/активность на занятиях.

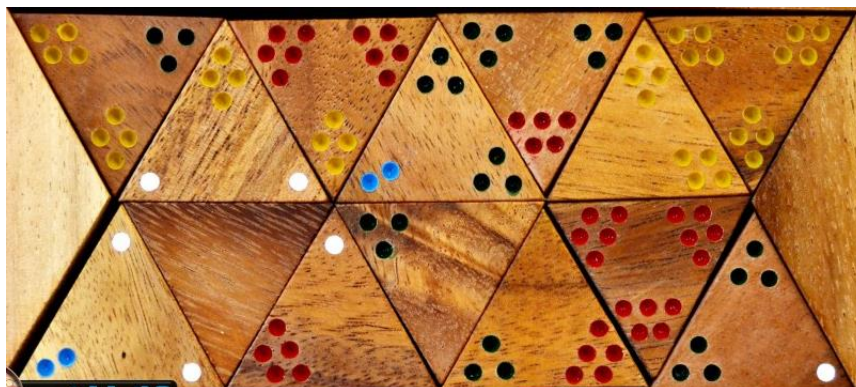
В качестве оценочных средств текущего контроля успеваемости предусмотрены:

решение индивидуальных заданий

Пример задания

Задание

Разработать и реализовать программу для работы с изображениями фишек игрового набора Тримино.

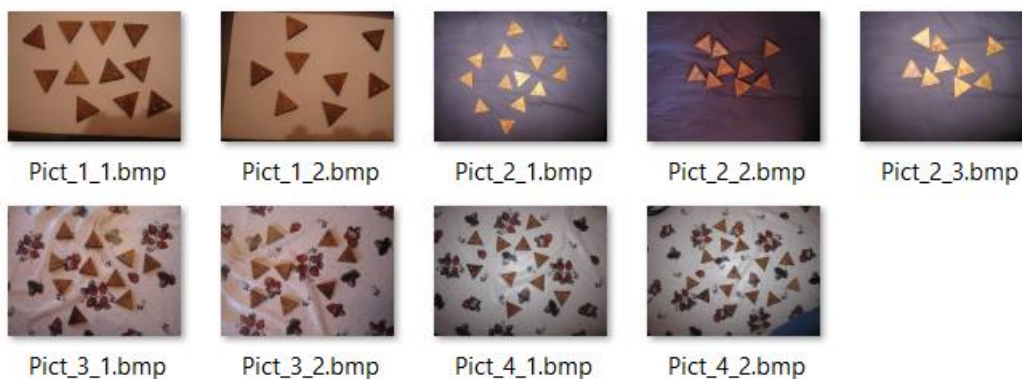


Программа должна обеспечить;

- ввод и отображение на экране изображений в формате BMP;

- сегментацию изображений на основе точечных и пространственных преобразований;
- поиск фишек на картинках;
- классификацию фишек на картинках.

Для отладки и обучения алгоритма к заданию прилагаются 9 изображений различной сложности. Сложность определяется фоном, на котором расположены фишки. количеством и взаимным расположением фишек.



В задание входят две задачи на изображениях разной сложности:

1. Определить положение фишек на изображении;
2. Определить маркировку фишек на изображении.

Сложность изображений соответствует трём классам: Beginner, Intermediate, Expert.

Класс **Beginner**: Фишки расположены на светлом фоне, картинки типа Pict_1_1 и Pict_1_2.

Класс **Intermediate**: Фишки расположены на синем фоне с неоднородным освещением, картинки типа Pict_2_1, Pict_2_2 и Pict_2_3.

Класс **Expert**: Фишки расположены на пестром фоне с неоднородным освещением, картинки типа Pict_3_1, Pict_3_2, Pict_4_1, Pict_4_2.

При сдаче работы для демонстрации могут быть использованы эти учебные изображения, но будут также предложены дополнительные тестовые изображения аналогичного типа.

Полное решение предполагает получение ответов по обоим указанным задачам (положение и маркировка). Решения для уровня Intermediate и Expert не требуют представления решений для задач более низкого уровня.

Выбор программной среды и языка для реализации решения не регламентируется. Автор сам делает этот выбор, но при сдаче работы автор должен обеспечить возможность демонстрации программы в выбранной им среде на новых тестовых данных, которые будут выданы при демонстрации.

Входные и выходные данные

Входом программы являются изображения в формате BMP24. Файлы с изображениями прилагаются.

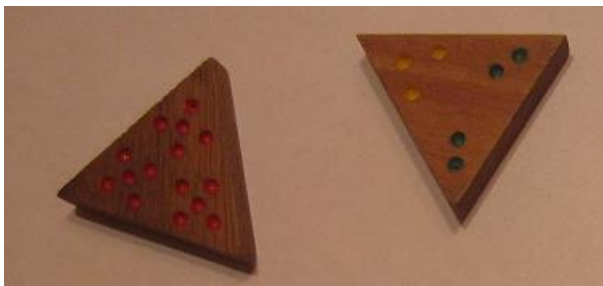
Выход программы – текстовый файл, в котором каждая запись описывает положение и код одной фишки в следующем формате:

N – количество фишек на картинке,

X, Y; m1, m2, m3;

Здесь (X, Y) - координаты центра фишки на изображении (X - номер столбца, Y - номер строки), m1, m2, m3 – код фишки – количество точек в углах треугольника.

Пример:



Для этой картинки выходной результат имеет вид:

2

109, 98; 5, 5, 5

284, 58; 3, 2, 2

Считается, что положение фишки определено верно, если отклонение от истинного центра составляет не более 60 пикселей. Примерный размер стороны треугольной фишки равен 130 пикселям.

Форма представления работы

1. Отчет о выполнении задания представляется в электронном виде (в виде MS Word-, HTML-, PDF-документа), содержащий постановку задачи, описание метода решения, скриншоты, иллюстрирующие работу программы. Также представляется программный код. Архив тестовых изображений присылать не нужно.
2. При сдаче задания выполняется демонстрация работы программы (авторский показ) и оценивается качество работы.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к экзамену

- 1) Активации, функции потерь и регуляризация в нейронных сетях. Dropout, batch-нормализация и instance-нормализация.
- 2) Методы оптимизации нейросетей, метод обратного распространения ошибки.
- 3) Архитектуры слоев в сверточных нейросетях. Основные архитектуры для классификации изображений.
- 4) Методы интерпретирования работы сверточных сетей.
- 5) Оффлайн и онлайн методы стилизации изображений.
- 6) Методы сохранения цвета, слоев, деталей, границ, сфокусированности и глубины изображения при стилизации. Методы смещения стилей.
- 7) Методы обучения на разные стили в онлайн постановке.
- 8) Стилизация изображений, основанная на патчах. Метод сохранения слоев изображения при стилизации.
- 9) Стилизация видео.

- 10) Преобразования гистограммы цветов на изображении, детекция сфокусированных областей.
- 11) Выделение контуров на изображении. Метрики схожести изображений по контурам и оптимизация их вычисления.
- 12) Поиск похожих патчей на изображении-метод К ближайших соседей, его обобщения, оптимизация его работы.
- 13) Методы кластеризации патчей изображения и оценка качества кластеризации.
- 14) Сегментация изображений без учителя и с учителем.
- 15) Детекция текста и лиц на изображениях.
- 16) Генерация изображений с помощью генеративно- состязательных сетей и вариационного автокодировщика.

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. Шелудько, В. М. Основы программирования на языке высокого уровня Python : учебное пособие / В. М. Шелудько ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. - 146 с. - ISBN 978-5-9275-2649-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021662> (дата обращения: 03.04.2023). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Гуриков, С. Р. Основы алгоритмизации и программирования на Python : учебное пособие / С.Р. Гуриков. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 343 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-017142-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1356003> (дата обращения: 23.03.2023). – Режим доступа: по подписке.

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- ЭБС IBOOKS.RU
- 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.lms3.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 webinar.ru;

- установленное на рабочих местах обучающихся ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- СУБД PostgreSQL (Свободное ПО, лицензия - Freeware).
- MongoDB (Свободное ПО, лицензия - Freeware).
- Python 2.7.15 (Anaconda2 5.2.0 64-bit)
- Python 3.6.5 (Anaconda3 5.2.0 64-bit)

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.