

**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

«Основы обработки больших данных»

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 «Основы обработки больших данных».
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: «Основы обработки больших данных».

Цель курса «Основы обработки больших данных» - сформировать практические навыки выбора платформы хранения больших данных и выбора средств для решения задач анализа больших данных.

В курсе рассматривается специальный вид стека для параллельных архитектур оперирования данными в аналитических приложениях Big Data. Эти архитектуры полностью отличаются от архитектур суперкомпьютеров. Параллельная архитектура оперирования данными основана на кластере процессоров, обычно соединяемых быстрой сетью (например, гигабитной Ethernet). Центральной в таком архитектурном стеке является парадигма программирования, называемая MapReduce. Свободно распространяемая реализация такого стека включает HDFS, Hadoop Distributed File System, и поддержку MapReduce (в Hadoop). Такие архитектуры поддерживают разно-структурированные данные, которые могут быть представлены в разнообразных моделях данных (структурированных, слабоструктурированных, неструктурированных).

В курсе рассматриваются основные идеи и подходы параллельных архитектур оперирования разно-структурированными данными. Рассматриваются вопросы реализации различных алгоритмов в среде map-reduce (таких как матрично-векторное умножение, поддержка SQL-подобных операций и операций реляционной алгебры), сравнения реализации таких операций с традиционными. Map-reduce программирование в курсе изучается применяя собственно язык map-reduce Hadoop'a наряду с декларативными языками над Hadoop'ом (та-кими как PigLatin, Hive, Jaql (IBM)).

Также в курсе рассматривается перспективные методы анализа данных (в дополнении к MapReduce) в среде Hadoop 2.0, основанные на парадигме распределения ресурсов YARN (Yet Another Resource Negotiator). Yarn поддерживает выполнение любых программ, которые могут выполняться параллельно, и позволяет уйти от традиционной парадигмы программирования в Hadoop (map-shuffle-reduce). Это позволяет эффективно программировать сложные задачи, такие как ETL, обработку графов (Giraph), массивно параллельные алгоритмы машинного обучения и моделирования в среде Hadoop. Данная область является широко перспективной и открыта для множества исследований.

В комбинации с Hadoop'ом в курсе рассматриваются базы данных NoSQL (такие как HBase). Их использование совместно с Hadoop'ом изучается на примерах приложений. Подходы к интеграции Hadoop'a в хранилище данных также рассматриваются. В курсе рассматриваются методы применения аналитики данных над Hadoop'ом на примере методов извлечения информации из текстовых документов.

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-8. Способен разрабатывать	ПК-8.1. Разрабатывает программные компоненты извлечения, хранения,	Знать

системы анализа больших данных	подготовки больших данных с учетом вариантов использования больших данных, определений, словарей и эталонной архитектуры больших данных	основные понятия и архитектуру системы хранения и обработки больших данных Hadoop; языки высокого уровня анализа больших данных; основные понятия, потенциальные возможности и особенности применения No-SQL баз данных. Уметь разрабатывать программы для решения задач анализа больших данных на основе парадигмы MapReduce; разрабатывать программы для решения задач анализа больших данных с помощью языков высокого уровня на платформе Hadoop. Владеть основными навыками выбора платформы хранения больших данных и выбора средств для решения задач анализа больших данных.
--------------------------------	---	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Основы обработки больших данных» представляет собой дисциплину Части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.04.02), 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 курс.	Основные понятия курса. Введение в проблематику управления большими данными. Что такое большие данные? Характеристики больших данных. Примеры применения технологий больших данных в разных областях. Платформы больших данных.
2.	Тема 2 Введение в Hadoop	Введение в Hadoop. Архитектура Hadoop. Распределенная файловая система HDFS. Репликация. Компоненты HDFS. Работа с HDFS, запуск простейших заданий (подсчет слов), администрирование Hadoop-кластера, Импорт/экспорт больших данных в/из HDFS. Парадигма распределенных вычислений MapReduce. Компоненты MapReduce. Запуск MapReduce-приложений, мониторинг приложений. Алгоритмы известных операций в MapReduce (матрично-векторное умножение, реляционные операции и др.). Разработка приложений MapReduce на языке Java. Теория сложности алгоритмов для MapReduce.
3.	Тема 3 Введение в Hadoop 2	Архитектура YARN. Введение в Hadoop 2. Основные недостатки Hadoop 1. Федерация HDFS. Архитектура YARN. Компоненты YARN.
4.	Тема 4 Современные и перспективные технологии связанные с Hadoop	Языки программирования высокого уровня над Hadoop: Pig, Hive, JAQL. Разработка приложений и запуск программ на Pig, Hive, JAQL. Технология Spark. Основные преимущества Spark перед традиционной технологией MapReduce.
5.	Тема 5 Введение в базы нетрадиционных моделей данных not only SQL (NoSQL)	Введение в NoSQL базы данных. Сравнение с традиционными базами данных. Виды NoSQL баз данных. CAP-теорема. BASE-свойства NoSQL баз данных. Базы данных с поколочным хранением BigTable и HBase. Модель данных HBase. Архитектура HBase. HBase и CAP-теорема.

6.	Тема 6 Методы и средства текстовой аналитики над большими данными	Введение в методы извлечения информации из текстов. Примеры приложений. Основные этапы извлечения информации из текстов. Извлечение сущностей с помощью регулярных выражений и с помощью словарей. Аннотирование сущностей с помощью правил и статистических моделей. Методы разрешения неоднозначностей. Алгебра спанов. Язык извлечения информации AQL. Основные компоненты языка AQL. Разработка и выполнение программ на языке AQL.
----	---	---

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 курс.	Лекция 1. Основные понятия курса. Введение в проблематику управления большими данными.
2	Тема 2 Введение в Hadoop	Лекция 2. Введение в Hadoop. Архитектура Hadoop. Распределенная файловая система HDFS. Репликация. Лекция 3. Компоненты HDFS. Лекция 4. Парадигма распределенных вычислений MapReduce. Алгоритмы известных операций в MapReduce Лекция 5. Разработка приложений MapReduce на языке Java. Лекция 6. Теория сложности алгоритмов для MapReduce.
3	Тема 3 Введение в Hadoop 2	Лекция 7. Введение в Hadoop 2. Лекция 8. Федерация HDFS. Архитектура YARN. Компоненты YARN.
4	Тема 4 Современные и перспективные технологии связанные с Hadoop	Лекция 9. Языки программирования высокого уровня над Hadoop: Pig, Hive, JAQL. Лекция 10. Разработка приложений и запуск программ на Pig, Hive, JAQL. Лекция 11. Технология Spark. Основные преимущества Spark перед традиционной технологией MapReduce.
5	Тема 5 Введение в базы нетрадиционных моделей данных not only SQL (NoSQL)	Лекция 12. Введение в NoSQL базы данных. Сравнение с традиционными базами данных. Виды NoSQL баз данных. Лекция 13. CAP-теорема. BASE-свойства NoSQL баз данных. Лекция 14. Базы данных с поколоночным хранением BigTable и HBase. Модель данных HBase. Архитектура HBase. HBase и CAP-теорема.

6	Тема 6 Методы и средства текстовой аналитики над большими данными	Лекция 15. Введение в методы извлечения информации из текстов. Лекция 16. Основные этапы извлечения информации из текстов. Лекция 17. Методы разрешения неоднозначностей. Алгебра спанов. Лекция 18. Язык извлечения информации AQL.
---	---	---

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1	Тема 2 Введение в Hadoop	<ol style="list-style-type: none"> 1. Введение в Hadoop. Архитектура Hadoop. Распределенная файловая система HDFS. 2. Репликация. Компоненты HDFS. Работа с HDFS, запуск простейших заданий (подсчет слов), администрирование Hadoop-кластера, Импорт/экспорт больших данных в/из HDFS. Парадигма распределенных вычислений MapReduce. Компоненты MapReduce. Запуск MapReduce-приложений, мониторинг приложений. 3. Алгоритмы известных операций в MapReduce (матрично-векторное умножение, реляционные операции и др.). Разработка приложений MapReduce на языке Java. Теория сложности алгоритмов для MapReduce.
2	Тема 5 Введение в базы нетрадиционных моделей данных not only SQL (NoSQL)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Введение в NoSQL базы данных. Сравнение с традиционными базами данных. Виды NoSQL баз данных. 2. CAP-теорема. BASE-свойства NoSQL баз данных. Базы данных с поделочным хранением BigTable и HBase. 3. Модель данных HBase. Архитектура HBase. HBase и CAP-теорема.
3	Тема 6 Методы и средства текстовой аналитики над большими данными	<ol style="list-style-type: none"> 1. Введение в методы извлечения информации из текстов. Примеры приложений. Основные этапы извлечения информации из текстов. Извлечение сущностей с помощью регулярных выражений и с помощью словарей. Аннотирование сущностей с помощью правил и статистических моделей. 2. Методы разрешения неоднозначностей. Алгебра спанов. 3. Язык извлечения информации AQL. Основные компоненты языка AQL. Разработка и выполнение программ на языке AQL.

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 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 в курс.	ПК-8	решение задач
Тема 2 Введение в Hadoop	ПК-8	решение задач
Тема 3 Введение в Hadoop 2	ПК-8	решение задач
Тема 4 Современные и перспективные технологии связанные с Hadoop	ПК-8	решение задач
Тема 5 Введение в базы нетрадиционных моделей данных not only SQL (NoSQL)	ПК-8	решение задач
Тема 6 Методы и средства текстовой аналитики над большими данными	ПК-8	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:

выполнение заданий на практических (семинарски) занятиях

Примерные практические контрольные задания для текущего контроля успеваемости.

1. Реализовать операции Select, Project и Join в виде MapReduce- приложения.
2. Реализовать алгоритм TF*IDF в виде MapReduce- приложения.
3. Реализовать алгоритм поиска кратчайшего пути в графе в виде MapReduce- приложения.
4. Реализовать метод кластеризации K-means в виде MapReduce- приложения.
5. Написать представление на языке AQL для извлечения информации (список стран и протяженность границы) о граничащих странах
6. Написать представление на языке AQL для извлечения информации о продолжительности железных дорог по типу колеи
7. Написать представление на языке AQL для извлечения списка международных организаций, упорядоченных по числу стран, принимающих участие в этой организации
8. Написать представление на языке AQL для извлечения количества вхождений используемых природных ресурсов
9. Написать представление на языке AQL для извлечения количества импортируемых товаров для каждой страны

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к экзамену

1. Что такое большие данные (3v, 4v)
2. Чем знаменит IBM Watson
3. Что называют традиционными архитектурами хранения данных
4. В чем отличие систем хранения больших данных (масштабируемость, отказоустойчивость)
5. Что такое Hadoop (HDFS+MapReduce)
6. На каком языке написан Hadoop
7. Какие технологии, связанные с Hadoop, Вы знаете
8. Хорошо ли использовать Hadoop для транзакций
9. Что такое блок в hadoop
10. Что такое репликация
11. Назовите любую команду для работы с Hadoop
12. Какие узлы есть в Hadoop кластере
13. Что на вход принимает map
14. Что на вход принимает reduce
15. Что происходит между Map и reduce
16. Отказоустойчивость, что если упадет DataNode, NameNode, TaskTracker, JobTracker
17. Зачем нужен Combiner
18. Что такое Hadoop 2
19. Основные отличия Hadoop 2 от Hadoop 1

20. Что такое Yarn, основная идея
21. Какие языки высокоуровневого программирования Вы знаете
22. Что такое Pig
23. Что такое Hive, пример команды на Hive
24. Что такое Jaql
25. Что такое Spark, основная идея
26. Зачем нужны NoSQL базы данных
27. Модель данных HBase
28. Основные этапы извлечения информации из текстов
29. Подходы к распознаванию сущностей из текстов
30. Язык AQL. Компоненты языка AQL

Примерное практическое контрольное задание для промежуточной аттестации.

Тема – Разработка приложений MapReduce на языке Java.

Реализация алгоритма TF*IDF в виде MapReduce-приложения на языке Java (допускается использование и других языков программирования). Входными данными являются: директория, содержащая несколько текстовых файлов, и поисковая строка, состоящая из нескольких слов. Формат представления входных и выходных данных выбирается магистрами.

Тема – Разработка и выполнение программ на языке AQL

Написать представление для извлечения информации (список стран и протяженность границы) о граничащих странах из заданного файла. Представление должно содержать 3 поля: country, bordered_country, distance. Пример фрагмента текста с извлекаемой информацией:

Geography Afghanistan

...

Land boundaries: total: 5,529 km border countries: China 76 km, Iran 936 km, Pakistan 2,430 km, Tajikistan 1,206 km, Turkmenistan 744 km, Uzbekistan 137 km

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. Умение самостоятельно принимать решение, решать</i>	отлично	зачтено	86-100

		проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
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. Протодьяконов, А. В. Алгоритмы Data Science и их практическая реализация на Python : учебное пособие / А. В. Протодьяконов, П. А. Пылов, В. Е. Садовников. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 392 с. - ISBN 978-5-9729-1006-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902689> (дата обращения: 04.04.2023). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Ярушкина, Н. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов : учебное пособие / Н. Г. Ярушкина, Т. В. Афанасьева, И. Г. Перфильева. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 160 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0496-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1842559> (дата обращения: 04.04.2023). – Режим доступа: по подписке.
2. Зарова, Е. В. Методы Data mining в обработке и анализе статистических данных (решения в R) : монография / Е.В. Зарова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 232 с. : ил. - ISBN 978-5-16-016814-2. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/1240276> (дата обращения: 04.04.2023). – 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.