

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ

Директор по образовательной
деятельности



С.Т. Князев
С.Т. Князев

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля
М.1.2

Модуль
Основы машинного обучения и искусственного
интеллекта

Екатеринбург, 2021

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа Инженерия искусственного интеллекта	Код ОП 09.04.01
Направление подготовки Информатика и вычислительная техника	Код направления и уровня подготовки 09.04.01

Области образования, в рамках которых реализуется модуль образовательной программы по СУОС УрФУ:

№ п/п	Перечень областей образования, для которых разработан СУОС УрФУ	Уровень подготовки
1.	Инженерное дело, технологии и технические науки	магистратура

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Созыкин Андрей Владимирович	Кандидат технических наук	Доцент	Кафедра информационных технологий и систем управления, ИРИТ-РТФ, УрФУ
2	Долганов Антон Юрьевич	Кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра радиоэлектроники и телекоммуникаций, ИРИТ-РТФ, УрФУ
3	Солодушкин Святослав Игоревич	Кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	Кафедра вычислительной математики и компьютерных наук, ИЕНиМ, УрФУ

Рекомендовано учебно-методическим советом института радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Основы машинного обучения и искусственного интеллекта

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из дисциплин: «Математические основы искусственного интеллекта» и «Машинное обучение».

Целью освоения дисциплины «Математические основы искусственного интеллекта» является усвоение студентами аппарата высшей математики, наиболее востребованного в области наук о данных и приложений искусственного интеллекта. Развить алгоритмические навыки при решении формализованных задач, изучить математические методы исследования функциональных систем, дать фундаментальную математическую подготовку, необходимую для изучения дисциплин, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для того чтобы уверенно решать задачи анализа данных и создавать собственные продукты в области искусственного интеллекта, мало владеть основными методами машинного обучения и нейронных сетей: важно понимать и уметь применить в работе законы математики и статистики у них "под капотом". Целью освоения дисциплины «Машинное обучение» является освоение студентами основных вопросов теории вероятности, методов оптимизации и стохастических процессов для дальнейшего применения в разработке алгоритмов машинного обучения.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах
1.	Машинное обучение	9 з.е., 324 час.
2.	Математические основы искусственного интеллекта	6 з.е., 216 час.
ИТОГО по модулю:		15 з.е., 540 час.

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<i>отсутствуют</i>
Постреквизиты и корреквизиты модуля	<i>отсутствуют</i>

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2.1

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Машинное обучение	ОПК-2. Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к	ОПК-2. 3-1. Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения

	<p>профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа.</p>	<p>задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2. У-1. Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа.</p> <p>ОПК-2. П-1. Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p>ОПК-2. Д-1. Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели.</p>
<p>Математические основы искусственного интеллекта</p>	<p>ОПК-2. Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа.</p>	<p>ОПК-2. 3-1. Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2. 3-2. Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2. У-1. Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа.</p> <p>ОПК-2. У-2. Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2. П-1. Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p>ОПК-2. Д-1. Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели.</p>

	<p>ОПК-3. Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов.</p>	<p>ОПК-3. 3-3. Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений.</p> <p>ОПК-3. У-2. Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-3. П-1. Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов.</p> <p>ОПК-3. Д-1. Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения.</p>
	<p>ОПК-7. Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>ОПК-7. 3-1. Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений.</p> <p>ОПК-7. У-3. Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы.</p> <p>ОПК-7. П-1. Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования.</p> <p>ОПК-7. Д-1. Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения.</p>

Таблица 2.2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
1	2	3	4
Машинное обучение	ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	ОПК-8.1. Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	ОПК-8.1. 3-1. Знает инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач. ОПК-8.1. У-1. Умеет применять

			инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач.
		ОПК-8.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	ОПК-8.2. З-1. Знает принципы разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач. ОПК-8.2. У-1. Умеет разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта.
	ПК-3. Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач	ПК-3.1. Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области	ПК-3.1. З-1. Знает классы методов и алгоритмов машинного обучения. ПК-3.1. У-1. Умеет ставить задачи и разрабатывать новые методы и алгоритмы машинного обучения.

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

ПРОГРАММА МОДУЛЯ
Основы машинного обучения и искусственного интеллекта

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 1
Машинное обучение

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Долганов Антон Юрьевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра радиоэлектроники и телекоммуникаций, ИРИТ-РТФ, УрФУ

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Институт радиоэлектроники
и информационных технологий-РТФ**

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 1 Машинное обучение

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;
- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ.

2.2. Содержание дисциплины 1

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
МО_1.1	История машинного обучения и базовые понятия	Определение машинного обучения (МО). Развитие МО: основные исторические этапы. Классификация задач в МО. Базовые понятия в МО.
МО_1.2	Данные	Типы данных. Представление данных. Базы данных. Библиотека Pandas для Машинного Обучения
МО_1.3	Линейная Алгебра	Векторы. Операции над векторами. Матрицы. Операции над матрицами. Определитель матрицы. Собственные векторы и значение. Библиотека NumPy для Машинного Обучения
МО_1.4	Методы разложения матриц	Матрица ковариации. Метод Главных Компонент (PCA). Сингулярное разложение Матрицы (SVD).
МО_1.5	Предварительная обработка данных	Стандартизация. Нормализация. Степенное преобразование. Поиск выбросов.
МО_1.6	Кластеризация	Метрики расстояния. Кластеризация k-Средних (k-Means). Оценка качества кластеризация. Коэффициент силуэта.
МО_1.7	Основы математического анализа	Элементарные функции. Производная. Общие понятия. Функция многих переменных. Частные производные. Градиент. Матрица Гессе. Оптимизация

МО_1.8	Регрессия	Линейная Регрессия. Метрики моделей регрессии. Метод наименьших квадратов. Градиентный спуск. Регуляризация.
МО_1.9	Классификация	Типы задач классификации. Метрики классификации. Матрица ошибок. Логистическая регрессия.
МО_2.1	Библиотеки Машинного Обучения	Библиотека sklearn. Функции, классы, методы. Применение библиотеки sklearn для решения задач регрессии, классификации и кластеризации. Метрики качества машинного обучения.
МО_2.2	Продвинутые алгоритмы кластеризации	Задачи и подходы кластеризации. Условия задач кластеризации. Иерархическая кластеризация. Кластеризация DBSCAN. Сравнение алгоритмов
МО_2.3	Метод опорных векторов	Опорные вектора. Зазор (margin). Ядра. Kernel Trick. Применение метода опорных векторов в задачах классификации и регрессии.
МО_2.4	Ближайшие соседи.	Классификатор k-ближайших соседей (k-nearest neighbors). Регрессия k-ближайших соседей. Neighborhood Component Analysis. Визуализация данных методом t-SNE
МО_2.5	Байесовские методы	Теорема Байеса. Наивный Байесовский классификатор. Дискриминантный Анализ. Линейный дискриминант Фишера
МО_2.6	Деревья Решений	Применение деревьев решений для решения задач классификации и регрессии. Основные элементы деревьев решений.
МО_2.7	Ансамблевые методы	Методы усреднения. Бэггинг. Случайный Лес (Random Forest). Методы Бустинга. AdaBoost. Градиентный бустинг

МО_2.8	Лучшие практики применения методов машинного обучения	Получение Данных. Предварительная Обработка. Отбор значимых параметров (feature selection). Выбор Модели. Оценка Модели. Настройка модели (fine-tuning). Анализ Модели
МО_3.1	Продвинутая генерация признаков	Feature Engineering. Исследовательский анализ данных. One-hot encoding. Mean Encoding.
МО_3.2	Прикладное применение методов машинного обучения	Методология разработки задач. Определение бизнес-требований. Сбор и подготовка данных. Разработка модели. Тестирование и внедрение модели. Проблемы разработки моделей

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Машинное обучение

Электронные ресурсы (издания)

1. Курс Машинное обучение <https://elearn.urfu.ru/enrol/index.php?id=5948> (дата обращения: 04.10.2021).
2. Курс Methods of Machine Learning <https://elearn.urfu.ru/enrol/index.php?id=5960> (дата обращения: 04.10.2021).

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Цифровая библиотека научно-технических изданий Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)) на английском языке – <http://www.ieee.org/ieeexplore>
2. Oxford University Press – <http://www.oxfordjournals.org/en/>
3. Архив препринтов с открытым доступом – <https://arxiv.org/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Academic Search Ultimate EBSCO publishing – <http://search.ebscohost.com>
2. eBook Collections Springer Nature – <https://link.springer.com/>
3. Гугл Академия – <https://scholar.google.ru/>
4. Электронный научный архив УрФУ – <https://elar.urfu.ru/>
5. Зональная научная библиотека (УрФУ) – <http://lib2.urfu.ru/>
6. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ – study.urfu.ru
7. Электронно-библиотечная система «Лань» – e.lanbook.com
8. Университетская библиотека ONLINE – biblioclub.ru
9. Электронно-библиотечная система "Библиокомплектатор" (IPRbooks) –

bibliocomplectator.ru/available

10. Электронные информационные ресурсы Российской государственной библиотеки – www.rsl.ru
11. Научная электронная библиотека – <http://elibrary.ru/>
12. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» – <https://cyberleninka.ru/>
13. Web of Science Core Collection – <http://apps.webofknowledge.com/>

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Машинное обучение

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции, практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox)

ПРОГРАММА МОДУЛЯ
Основы машинного обучения и искусственного интеллекта

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 2
Математические основы искусственного интеллекта

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Солодушкин Святослав Игоревич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	Кафедра вычислительной математики и компьютерных наук, ИЕНиМ, УрФУ

Рекомендовано учебно-методическим советом института радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 2

Математические основы искусственного интеллекта

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;
- Смешанное обучение с использованием онлайн-курса;

2.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1.1	Основные понятия теории вероятностей	Пространство элементарных исходов. События. Алгебра и сигма-алгебра событий. Примеры алгебр, не являющихся сигма-алгебрами. Вероятностная мера. Вероятностное пространство. Аксиоматика А.Н. Колмогорова. Комбинаторика.
1.2	Условная вероятность	Зависимые и независимые попарно и в совокупности случайные события. Условная вероятность. Формула полной вероятности и Байеса. Теоремы сложения и умножения.
1.3	Дискретные случайные величины	Понятие случайной величины. Дискретные случайные величины (ДСВ). Распределение ДСВ: Бернулли, биномиальное, геометрическое, Пуассона. Теорема Лапласа. Числовые характеристики ДСВ: математическое ожидание, дисперсия.
1.4	Непрерывные случайные величины	Непрерывные случайные величины (НСВ). Функция и плотность распределения НСВ. Вероятностный смысл функции и плотности распределения. Числовые характеристики НСВ: моменты, математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение, асимметрия, эксцесс.

1.5	Нормальное распределение	Нормальное распределение, его параметры. Сумма двух независимых нормально распределенных случайных величин. Центральная предельная теорема.
1.6	Система нескольких случайных величин	Система двух случайных величин. Функция и плотность распределения двумерной случайной величины. Условные законы распределения. Условные математические ожидания. Зависимые и независимые случайные величины. Ковариация, корреляция.
2.1	Основные понятия статистики	Генеральная совокупность. Случайная выборка и выборка. Дизайн исследования.
2.2	Описательные статистики. Метод моментов. Доверительные интервалы	Описательные статистики. Метод моментов. Точечные оценки параметров генеральной совокупности. Точность оценки, доверительная вероятность, доверительные интервалы.
2.3	Метод максимального правдоподобия	Метод максимального правдоподобия. Оценка параметров генеральной совокупности с помощью метода максимального правдоподобия.
2.4	Проверка статистических гипотез	Формулировка статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Нулевая и альтернативная гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Статистический критерий, наблюдаемое значение критерия. Уровень значимости. Критические области. Мощность критерия. Теорема Неймана-Пирсона. Сравнение средних. Проверка конкретных гипотез.
2.5	Анализ статистических связей	Анализ статистических связей. Корреляционный анализ. Парный, множественный коэффициент корреляции. Ложная корреляция, частный коэффициент корреляции.

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

Математические основы искусственного интеллекта

Электронные ресурсы (издания)

1. Колмогоров, А. Н. Основные понятия теории вероятностей / А. Н. Колмогоров. – Изд. 2-е. – Москва : Наука, 1974. – 120 с. – (Теория вероятностей и математическая статистика). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=446149> (дата обращения: 07.10.2021).
2. Ширяев, А. Н. Вероятность-1: Элементарная теория вероятностей. Математические основания. Предельные теоремы : в 2 книгах / А. Н. Ширяев. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва : МЦНМО, 2007. – 552 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63256> (дата обращения: 07.10.2021).
3. Ширяев, А. Н. Вероятность-2: Суммы и последовательности случайных величин — стационарные, мартингалы, марковские цепи : в 2 книгах / А. Н. Ширяев. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва : МЦНМО, 2007. – 416 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63257> (дата обращения: 07.10.2021).
4. Чернова, Н. И. Введение в теорию вероятностей / Чернова Н. И. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. URL: <https://tvims.nsu.ru/chernova/tv/portr.pdf> (дата обращения: 07.10.2021).
5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика (4-е изд.). М.: Высшая школа, 1972. URL: http://lib.maupfib.kg/wp-content/uploads/2015/12/Teoria_veroatnosty_mat_stat.pdf (дата обращения: 07.10.2021).
6. Кендалл М., Стюарт А. Том. 1. Теория распределений. М.: Наука, 1965. URL: <https://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=8a1efdd1-2957-4be0-bb65-b6fa6100f0f6%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbmc9cnUmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=ufu.ubo458343&db=cat08742a> (дата обращения: 07.10.2021).
7. Кендалл М., Стюарт А. Том 2. Статистические выводы и связи. М.: Наука, 1973. URL: https://nmetau.edu.ua/file/kendallstjuart_t2_1973ru.pdf (дата обращения: 07.10.2021).
8. Кендалл М., Стюарт А. Том 3. Многомерный статистический анализ и временные ряды. М.: Наука, 1976. URL: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=e7e9311a-3fbd-4ad4-b466-a29e882908be%40sessionmgr103&bdata=Jmxhbmc9cnUmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=ufu.ubo458342&db=cat08742a> (дата обращения: 07.10.2021).

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

9. Цифровая библиотека научно-технических изданий Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)) на английском языке – <http://www.ieee.org/ieeexplore>
10. Oxford University Press – <http://www.oxfordjournals.org/en/>
11. Архив препринтов с открытым доступом – <https://arxiv.org/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Academic Search Ultimate EBSCO publishing – <http://search.ebscohost.com>
2. eBook Collections Springer Nature – <https://link.springer.com/>
3. Гугл Академия – <https://scholar.google.ru/>
4. Электронный научный архив УрФУ – <https://elar.urfu.ru/>
5. Зональная научная библиотека (УрФУ) – <http://lib2.urfu.ru/>

6. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ – study.urfu.ru
7. Электронно-библиотечная система «Лань» – e.lanbook.com
8. Университетская библиотека ONLINE – biblioclub.ru
9. Электронно-библиотечная система "Библиокомплектатор" (IPRbooks) – bibliocomplectator.ru/available
10. Электронные информационные ресурсы Российской государственной библиотеки – www.rsl.ru
11. Научная электронная библиотека – <http://elibrary.ru/>
12. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» – <https://cyberleninka.ru/>
13. Web of Science Core Collection – <http://apps.webofknowledge.com/>

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 2

Математические основы искусственного интеллекта

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции, практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Код модуля
М.1.2

Модуль
Основы машинного обучения и искусственного
интеллекта

Екатеринбург, 2021

Оценочные материалы по модулю составлены авторами:

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Долганов Антон Юрьевич	Кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра радиоэлектроники и телекоммуникаций, ИРИТ-РТФ, УрФУ
2	Солодушкин Святослав Игоревич	Кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	Кафедра вычислительной математики и компьютерных наук, ИЕНиМ, УрФУ

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ МОДУЛЯ Основы машинного обучения и искусственного интеллекта

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Машинное обучение	9/324	Зачёт, зачёт, экзамен
2	Математические основы искусственного интеллекта	6/216	Экзамен, экзамен
ИТОГО по модулю:		15/540	

2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО МОДУЛЮ

не предусмотрено

Раздел 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 1

Машинное обучение

Модуль М.1.2 Основы машинного обучения и искусственного интеллекта

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Долганов Антон Юрьевич	Кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра радиоэлектроники и телекоммуникаций, ИРИТ-РТФ, УрФУ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

Машинное обучение

Таблица 1.1

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Планируемые результаты обучения	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	3	4
<p>ОПК-2. Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа.</p>	<p>ОПК-2. З-1. Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2. У-1. Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа.</p> <p>ОПК-2. П-1. Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p>ОПК-2. Д-1. Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели.</p>	<p>Контрольная работа; домашняя работа; зачёт; экзамен</p>

Таблица 1.2

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3	4
<p>ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области</p>	<p>ОПК-8.1. Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения</p>	<p>ОПК-8.1. З-1. Знает инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач.</p> <p>ОПК-8.1. У-1. Умеет применять</p>	<p>Контрольная работа; домашняя работа; зачёт</p>

создания и применения искусственного интеллекта	искусственного интеллекта	инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач.	
	ОПК-8.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	ОПК-8.2. З-1. Знает принципы разработки оригинальных программных средств для решения профессиональных задач. ОПК-8.2. У-1. Умеет разрабатывать оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта.	Контрольная работа; домашняя работа; зачёт
ПК-3. Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач	ПК-3.1. Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области	ПК-3.1. З-1. Знает классы методов и алгоритмов машинного обучения. ПК-3.1. У-1. Умеет ставить задачи и разрабатывать новые методы и алгоритмы машинного обучения.	Контрольная работа; домашняя работа; экзамен

2. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Распределение объема времени по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Наименование дисциплины модуля	Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля								Всего по дисциплине	
		Аудиторные занятия, час.				Промежуточная аттестация (форма итогового контроля /час.)	Контактная работа (час.)	Самостоятельн ая работа студента, включая текущую аттестацию (час.)	Час.	Зач. ед.	
		Занятия лекцион ного типа	Практиче ские работы	Лаборато рные работы	Всего						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1.	Машинное обучение	54	108	0	324	зачёт, зачёт, экзамен	189.13	134,87	324	9	

2.2. Виды СРС, количество и объем времени на контрольно-оценочные мероприятия СРС по дисциплине Машинное обучение

Таблица 3

№ п/п	Вид самостоятельной работы студента по дисциплине модуля	Количество контрольно-оценочных мероприятий СРС	Объем контрольно-оценочных мероприятий СРС (час.)
1.	Подготовка к лекционным, практическим занятиям		40,5 час.
2.	Выполнение и оформление мероприятий текущего контроля:		
2.1	Контрольная работа	2	10 час.
2.2	Домашняя работа	7	35 час.
3.	Подготовка к зачету	2	24 час.
4.	Подготовка к экзамену	1	12 час.
5.	Самостоятельное изучение материала для подготовки к выполнению контрольных мероприятий		13,37
Итого на СРС по дисциплине:			134,87 час.

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине Машинное обучение

1 семестр		
1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Контрольная работа 1</i>	<i>1 сем., 15 нед.</i>	<i>100</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 1		
Промежуточная аттестация по лекциям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,6		
Текущая аттестация на практических/семинарских	Сроки – семестр,	Максималь

занятиях	учебная неделя	ная оценка в баллах
<i>Домашняя работа 1</i>	<i>1 сем., 7 нед.</i>	<i>50</i>
<i>Домашняя работа 2</i>	<i>1 сем., 15 нед.</i>	<i>50</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,5		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– <i>зачёт</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,5		

2 семестр		
1.Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Контрольная работа 2</i>	<i>2 сем., 15 нед.</i>	<i>100</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 1		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>не предусмотрено</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,6		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Домашняя работа 3</i>	<i>2 сем., 5 нед.</i>	<i>20</i>
<i>Домашняя работа 4</i>	<i>2 сем., 10 нед.</i>	<i>40</i>
<i>Домашняя работа 5</i>	<i>2 сем., 15 нед.</i>	<i>40</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,5		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– <i>зачёт</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,5		

3 семестр		
1.Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Домашняя работа 6</i>	<i>3 сем., 15 нед.</i>	<i>100</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 1		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>не предусмотрено</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных		

результатов практических/семинарских занятий – 0,6		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Домашняя работа 7</i>	<i>3 сем., 15 нед.</i>	<i>100</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,5		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0,5		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Личностные качества	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2. Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

Задания по контрольно-оценочным мероприятиям в рамках текущей и промежуточной аттестации должны обеспечивать освоение и достижение результатов обучения (индикаторов) и предметного содержания дисциплины на соответствующем уровне.

5.1. Описание контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

5.1.1. Практические занятия

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий
1.1	Операции над векторами и матрицами с использованием библиотеки NumPy
1.2	Работа с Наборами Данных с использованием библиотеки Pandas
1.3	Разложение матриц с использованием метода главных компонент и сингулярного разложения матрица
1.4	Предварительная обработка данных
1.5	Кластеризация данных методом k-Средних
1.6	Реализация алгоритма линейной регрессии

1.7	Реализация алгоритма логистической регрессии
2.1	Применение библиотеки sklearn для решения задач регрессии, классификации и кластеризации
2.2	Кластеризация данных методом DBSCAN
2.3	Кластеризация данных методом иерархической кластеризации
2.4	Классификация и Регрессия данных методом опорных векторов
2.5	Классификация и Регрессия данных методом k-Ближайших соседей
2.6	Визуализация данных методом Neighbourhood Component Analysis
2.7	Визуализация данных методом t-SNE
2.8	Классификация данных с использованием Наивного Байесовского классификатора
2.9	Классификация данных с использованием Дискриминантного Анализа
2.10	Визуализация данных с использованием Линейного дискриминанта Фишера
2.11	Классификация и Регрессия данных с использованием Деревьев Решений
2.12	Классификация и Регрессия данных с использованием ансамблевых методов
3.1	Продвинутая генерация признаков

5.1.2. Лабораторные занятия

не предусмотрено

5.1.3. Курсовая работа / Курсовой проект

не предусмотрено

5.1.4. Контрольная работа

Примерная тематика контрольных работ:

Номер работы	Примерная тематика контрольных работ
1.1	История машинного обучения и базовые понятия
1.2	Данные
1.3	Линейная Алгебра
1.4	Методы разложения матриц
1.5	Предварительная обработка данных

1.6	Кластеризация
1.7	Основы математического анализа
1.8	Регрессия
1.9	Классификация
2.1	Библиотеки Машинного Обучения
2.2	Продвинутые алгоритмы кластеризации
2.3	Метод опорных векторов
2.4	Ближайшие соседи.
2.5	Байесовские методы
2.6	Деревья Решений
2.7	Ансамблевые методы
2.8	Лучшие практики применения методов машинного обучения
3.1	Продвинутая генерация признаков

Примерные задания в составе контрольных работ:

1.1.1 Опишите разницу между подходом машинного обучения и традиционным программированием

1.1.2 Опишите разницу между задачами классификации и задачами регрессии

1.2.1 Приведите несколько примеров непрерывных и дискретных данных

1.2.2 К какому типу данных можно отнести диагноз, поставленный врачом?

1.3.1 У вас есть три матрицы A, B, C: A имеет размеры 5×4 , B имеет размеры 4×6 , C имеет размеры 3×5 . Напишите все возможные матрицы, которые можно перемножить между собой, и укажите размеры результирующих матриц

1.4.1 Что означают собственные значения и собственные векторы ковариационной матрицы в методе главных компонент?

1.4.2 Что означают матрицы U, S и V в сингулярном разложении матрицы?

1.5.1 Опишите разные ситуации, в которых вы будете использовать разные типы предварительной обработки данных

1.6.1 Какая связь между евклидовым расстоянием и расстоянием Минковского?

1.6.2 Какой гиперпараметр нужно настроить для работы алгоритма кластеризации k-средних?

1.6.3 Может ли коэффициент силуэта быть равным отрицательному числу? Если «да» - в каких случаях, если «нет» - почему?

- 1.8.1 В чем заключаются основные различия между методом наименьших квадратов и градиентным спуском для нахождения коэффициентов регрессии?
- 1.8.2 В каком случае среднеквадратичная логарифмическая ошибка более подходящая метрика, чем среднеквадратичная ошибка?
- 1.8.3 Может ли коэффициент детерминации быть отрицательным числом? Если «да» - в каких случаях, если «нет» - почему?
- 1.8.4 Почему L1-регуляризация может привести к отбору значимых признаков (в отличие от L2-регуляризации)?
- 1.9.1 В чем основное различие между задачами классификации и задачами регрессии?
- 1.9.2 Допустим, пришли результаты теста мр. К на коронавирус. Тест дал положительный ответ, хотя на самом деле у мр. К нет коронавируса. Ошибку какого рода допустил тест?
- 1.9.3 Как можно построить поверхность принятия решений для логистической регрессии?
- 2.2.1 Иерархическая кластеризация: в чем разница между разными типами связей?
- 2.2.2 DBSCAN: какие точки считаются шумом, граничной точкой, основной точкой?
- 2.3.1 Какие точки считаются опорными векторами (для задач классификации и регрессии)?
- 2.3.2 В чем разница между Hard Margin SVM (жестким зазором) и Soft Margin SVM (мягким зазором)?
- 2.3.3 Почему Kernel trick помогает улучшить результаты метода опорных векторов?
- 2.4.1 В чем основное отличие использования метода k-ближайших соседей в при классификации и при регрессии?
- 2.4.2 Как найти оптимальное значение гиперпараметра k для методов ближайших соседей?
- 2.4.3 Как можно уменьшить размерность данных с помощью Nearest Components Analysis?
- 2.4.4 Какой гиперпараметр в реализации t-sne связан с балансом между локальными и глобальными аспектами структуры данных?
- 2.5.1 Какого рода информацию нужно получить, чтобы использовать теорему Байеса?
- 2.5.2 Что означает «наивный» в наивном байесовском классификаторе?
- 2.5.3 Предположим есть некое заболевание. Распространенность заболевания 1%. У Вас есть тест, который имеет чувствительность 90% и специфичность 91%. Сколько испытуемых, у которых тест дал положительный результат на самом имеют заболевание?
- 2.5.4 В чем разница между линейным и квадратичным дискриминантным анализом?
- 2.5.5 Почему линейный дискриминантный анализ может использоваться как метод уменьшения размерности?

- 2.6.1 Перечислите основные элементы дерева решений?
- 2.6.2 Как выбираются наиболее оптимальные узлы решения?
- 2.6.3 В чем разница между использованием деревьев решений при классификации и при регрессии?
- 2.7.1 В чем разница между методами бустинга и методами усреднения?
- 2.7.2 Что такое «слабый предсказатель» в контексте ансамблевых методов?
- 2.7.3 В чем разница в объединении деревьев для алгоритмов Random Forest, Gradient Boosting и AdaBoost?
- 2.8.1 В чем заключается основная идея методов фильтрации для выбора значимых параметров?
- 2.8.2 Каков основной принцип, лежащий в основе методов Wrapper для выбора значимых параметров?
- 2.8.3 Какие концепции необходимы для успешного применения генетического алгоритма для выбора значимых параметров?
- 3.1 Каким образом категориальные признаки могут быть корректно использованы в линейных моделях?
- 3.2 Каким образом методы, основанные на деревьях решений, могут использовать комбинаторные признаки?

5.1.5. Домашняя работа

Примерная тематика домашних работ:

1. Основы линейной алгебры в среде Python.
2. Базовые алгоритмы машинного обучения.
3. Алгоритмы кластеризации и визуализации данных в библиотеке sklearn.
4. Алгоритмы регрессии в библиотеке sklearn.
5. Алгоритмы классификации в библиотеке sklearn.
6. Методы продвинутой генерации признаков.
7. Применение алгоритмов Машинного обучения для решения задач уменьшения размерности, кластеризации, регрессии и классификации.

Примерные задания в составе домашних работ:

1. Тема: Основы линейной алгебры в среде Python

Примерные задания:

- а. выполните импорт и визуализацию набора данных с использованием библиотеки Pandas
- б. выполните предварительную обработку данных используя векторные и матричные операции с использованием библиотеки NumPy

в. реализуйте алгоритм разложения матриц с использованием библиотеки NumPy

2. Тема: Базовые алгоритмы машинного обучения

Примерные задания:

а. выполните реализацию алгоритма кластеризации данных методом k-Средних с использованием библиотеки NumPy

б. выполните реализацию алгоритма линейной регрессии с использованием библиотеки NumPy

в. выполните реализацию алгоритма логистической регрессии с использованием библиотеки NumPy

3. Тема: Алгоритмы кластеризации и визуализации данных в библиотеке sklearn

Примерные задания:

а. выполните кластеризацию учебного набора данных с использованием метода k-Средних

б. выполните кластеризацию учебного набора данных с использованием метода DBSCAN

в. выполните кластеризацию учебного набора данных с использованием метода иерархической кластеризации

г. выполните визуализацию учебного набора данных методом Neighnorhood Component Analysis

д. выполните визуализацию учебного набора данных методом t-SNE

4. Тема: Алгоритмы регрессии в библиотеке sklearn

Примерные задания:

а. выполните регрессию для учебного набора данных с использованием линейной регрессии

б. выполните регрессию для учебного набора данных с использованием метода ближайших соседей

в. выполните регрессию для учебного набора данных с использованием метода опорных векторов

г. выполните регрессию для учебного набора данных с использованием деревьев решений

д. выполните регрессию для учебного набора данных с использованием ансамблевых методов

5. Тема: Алгоритмы классификации в библиотеке sklearn

Примерные задания:

а. выполните классификацию для учебного набора данных с использованием логистической регрессии

б. выполните классификацию для учебного набора данных с использованием метода ближайших соседей

в. выполните классификацию для учебного набора данных с использованием метода опорных векторов

г. выполните классификацию для учебного набора данных с использованием деревьев решений

д. выполните классификацию для учебного набора данных с использованием ансамблевых методов

6. Тема: Методы продвинутой генерации признаков

Примерные задания:

а. выполните генерацию дополнительных категориальных признаков с использованием one-hot encoding для реального набора данных

б. выполните генерацию дополнительных числовых признаков с использованием mean encoding для реального набора данных

7. Тема: Применение алгоритмов Машинного обучения для решения задач уменьшения размерности, кластеризации, регрессии и классификации.

Примерные задания:

а. Приведите описание набора данных. Описание должно как минимум включать название набора данных, краткую аннотацию, количество параметров и экземпляров в наборе данных. Желательно добавлять небольшие таблицы с примерами

б. Для представления результаты алгоритмов уменьшения размерности необходимо включить представление исходного набора данных в новом пространстве, выделив одни и те же классы отдельными маркерами. Также рекомендуется представить матрицы преобразования, чтобы увидеть какие параметры каждый метод использует. Для t-sne представьте несколько результатов для разных значений perplexity

с. Представьте результаты наиболее оптимальной кластеризации, указав гиперпараметры, которые использовались для получения этого оптимального разделения

д. Представьте результаты оптимальной классификации, указав гиперпараметры, которые использовались для получения этой оптимальной классификации. Представьте метрики классификации как для обучающих, так и для тестовых данных. Выполните визуализацию в зависимости от используемого алгоритма.

е. Представьте результаты оптимальной регрессии, указав гиперпараметры, которые использовались для получения этой оптимальной регрессии. Представьте метрики регрессии как для обучающих, так и для тестовых данных. Выполните визуализацию в зависимости от используемого алгоритма.

5.1.6. Расчетная работа

не предусмотрено

5.1.7. Реферат / эссе / творческая работа

не предусмотрено

5.1.8. Проектная работа

не предусмотрено

5.1.9. Деловая (ролевая) игра / Дебаты / Дискуссия / Круглый стол

не предусмотрено

5.1.10. Кейс-анализ

не предусмотрено

5.2. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.2.1. Экзамен /зачет в форме независимого тестового контроля (НТК)

НТК по дисциплине модуля не проводится.

5.2.2. Зачет в традиционной форме (устные ответы на вопросы экзаменационных билетов):

Билет на зачет состоит из 5 вопросов, по одному на тематику:

Тематика	Тема	Вопрос
1. Основные понятия	1.1 Типы задач машинного обучения:	Дайте необходимые определения. Приведите примеры.
	1.2 Типы данных	
	1.3 Недостаточное обучение и переобучение (Underfitting и Overfitting)	
	1.4 Градиентный спуск	
	1.5 Перекрестная проверка	
	1.6 Матрица ошибок и метрики классификации.	
	1.7 Метрики регрессии	
	1.8 Предварительная обработка данных	
2. Кластеризация	2.1 Кластеризация k-средних	Перечислите основные этапы работы метода, укажите его сильные и слабые стороны, возможности и трудности.
	2.2 Иерархическая кластеризация	
	2.3 DBSCAN	
	2.4 Метрики кластеризации	
3.Снижение	3.1 Метод главных компонент	Перечислите

размерности	3.2 Сингулярное Разложение Матриц	основные этапы работы метода, укажите его сильные и слабые стороны, возможности и трудности.
	3.3 Neighborhood Components Analysis	
	3.4 Визуализация данных методом t-SNE	
	3.5 Применение Линейного дискриминантного анализа для уменьшения размерности	
4. Регрессия	4.1 Линейная регрессия	Перечислите основные этапы работы метода, укажите его сильные и слабые стороны, возможности и трудности.
	4.2 Регуляризация линейной регрессии.	
	4.3 Регрессия k-ближайших соседей	
	4.4 Регрессия деревьев решений	
	4.5 Метод опорных векторов для регрессии	
	4.6 Регрессия с использованием AdaBoost	
	4.7 Регрессия с использованием Gradient Boosting	
	4.8 Регрессия с использованием Random Forest	
5. Классификация	5.1 Логистическая регрессия	Перечислите основные этапы работы метода, укажите его сильные и слабые стороны, возможности и трудности.
	5.2 Классификатор k-ближайших соседей	
	5.3 Наивный байесовский классификатор	
	5.4 Дискриминантный анализ (интерпретация Фишера)	
	5.5 Дискриминантный анализ (байесовская версия)	
	5.6 Классификация с использованием деревьев решений	
	5.7 Метод опорных векторов (soft и hard margin)	
	5.8 Метод опорных векторов (kernel trick)	
	5.9 Классификация с использованием AdaBoost	
	5.10 Классификация с использованием Gradient Boosting	
	5.11 Классификация с использованием	

	Random Forest	
--	---------------	--

Пример билета:

1. Матрица ошибок и метрики классификации. Дайте необходимые определения. Приведите примеры.
2. Визуализация данных методом t-SNE. Перечислите основные этапы работы метода, укажите его сильные и слабые стороны, возможности и трудности.
3. Иерархическая кластеризация. Перечислите основные этапы работы метода, укажите его сильные и слабые стороны, возможности и трудности.
4. Линейная регрессия. Перечислите основные этапы работы метода, укажите его сильные и слабые стороны, возможности и трудности.
5. Классификация с использованием AdaBoost. Перечислите основные этапы работы метода, укажите его сильные и слабые стороны, возможности и трудности.

5.2.2. Экзамен в традиционной форме (устные ответы на вопросы экзаменационных билетов):

Билет на экзамен содержит два вопроса.

Первый вопрос – теоретический (из списка):

1. Ключевые шаги (pipeline) применения машинного обучения для анализа данных. Описание конкретного примера.
2. Особенности применения линейных моделей и моделей основанных на деревьях решений.
3. Ошибки моделей. Компромисс смещения и дисперсии. Ансамблевые модели машинного обучения.
4. Переобучение и недообучение. Методы перекрестной проверки. Особенности разбиения выборки для задач регрессии, классификации и временных рядов.
5. Градиентный спуск. Применение градиентного спуска в линейной регрессии, Neighborhood Components Analysis, t-SNE.
6. Интерпретация моделей машинного обучения. Описание примеров для различных подходов.
7. Параметры и гиперпараметры моделей машинного обучения. Подходы к оптимизации гиперпараметров моделей.
8. Генерация новых параметров на основе моделей машинного обучения.

Второй вопрос – в виде рассказа о конкретном кейсе всех этапов применения машинного обучения для обработки реальных данных

Пример:

Обработка набора данных «House Prices - Advanced Regression Techniques».

- Предварительная обработка данных
- Генерация дополнительных параметров
- Обучение модели
- Проверка достоверности результатов модели
- Анализ полученной модели

Раздел 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 2

Математические основы искусственного интеллекта

Модуль Основы машинного обучения и искусственного интеллекта

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Солодушкин Святослав Игоревич	Кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	Кафедра вычислительной математики и компьютерных наук, ИЕИМ, УрФУ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

Математические основы искусственного интеллекта

Таблица 1

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Планируемые результаты обучения	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	3	4
<p>ОПК-2. Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа.</p>	<p>ОПК-2. 3-1. Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2. 3-2. Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2. У-1. Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа.</p> <p>ОПК-2. У-2. Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2. П-1. Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p>ОПК-2. Д-1. Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели.</p>	<p>Контрольная работа; домашняя работа; экзамен</p>
<p>ОПК-3. Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач, относящихся к</p>	<p>ОПК-3. 3-3. Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений.</p> <p>ОПК-3. У-2. Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности.</p>	<p>Контрольная работа; домашняя работа; экзамен</p>

<p>профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов.</p>	<p>ОПК-3. П-1. Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов.</p> <p>ОПК-3. Д-1. Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения.</p>	
<p>ОПК-7. Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>ОПК-7. З-1. Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений.</p> <p>ОПК-7. У-3. Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы.</p> <p>ОПК-7. П-1. Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования.</p> <p>ОПК-7. Д-1. Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения.</p>	<p>Контрольная работа; домашняя работа; экзамен</p>

2. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Распределение объема времени по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Наименование дисциплины модуля	Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Промежуточная аттестация (форма итогового контроля /час.)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа студента, включая текущую аттестацию (час.)	Всего по дисциплине	
		Занят ия лекци онного типа	Практи ческие работы	Лаборат орные работы	Всего				Час.	Зач. ед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Математические основы искусственного интеллекта	36	54	0	90	экзамен, экзамен	106,08	109,92	216	6

Виды СРС, количество и объем времени на контрольно-оценочные мероприятия СРС по дисциплине

Математические основы искусственного интеллекта

Таблица 3

№ п/п	Вид самостоятельной работы студента по дисциплине модуля	Количество контрольно-оценочных мероприятий СРС	Объем контрольно-оценочных мероприятий СРС (час.)
1.	Подготовка к лекционным, практическим занятиям		27 час.
2.	Выполнение и оформление мероприятий текущего контроля:		
2.1	Контрольная работа	2	10 час.
2.2	Домашняя работа	4	20 час.
3.	Подготовка к экзамену	2	24 час.
4.	Самостоятельное изучение материала для подготовки к выполнению контрольных мероприятий		28,92
Итого на СРС по дисциплине:			109,92 час.

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1 семестр		
1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Контрольная работа</i>	<i>1 сем., 4 нед.</i>	<i>30</i>
<i>Домашняя работа №1</i>	<i>1 сем., 8 нед.</i>	<i>70</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,6		
Текущая аттестация на	Сроки – семестр,	Максималь

практических/семинарских занятиях	учебная неделя	ная оценка в баллах
<i>Выполнение и оформление практических работ</i>	<i>1 сем., 16 нед.</i>	<i>50</i>
<i>Домашняя работа №2</i>	<i>1 сем., 12 нед.</i>	<i>50</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0		

2 семестр		
1.Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Контрольная работа</i>	<i>2 сем., 4 нед.</i>	<i>30</i>
<i>Домашняя работа №1</i>	<i>2 сем., 8 нед.</i>	<i>70</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,6		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение и оформление практических работ</i>	<i>2 сем., 16 нед.</i>	<i>50</i>
<i>Домашняя работа №2</i>	<i>2 сем., 12 нед.</i>	<i>50</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0		

4.КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на

	уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Личностные качества	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2. Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительн о (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворител ьно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

5.1.1. Практические занятия

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий
1-2	Пространство элементарных исходов. События. Алгебра событий. Вероятностное пространство. Комбинаторика.
3	Зависимые и независимые попарно и в совокупности случайные события. Условная вероятность. Формула полной вероятности и Байеса. Теоремы сложения и умножения.
4	Понятие случайной величины. Дискретные случайные величины (ДСВ). Распределение ДСВ: Бернулли, биномиальное, геометрическое, Пуассона. Теорема Лапласа. Числовые характеристики ДСВ: математическое ожидание, дисперсия.
5-6	Непрерывные случайные величины (НСВ). Функция и плотность распределения НСВ. Вероятностный смысл функции и плотности распределения. Числовые характеристики НСВ: моменты, математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение, асимметрия, эксцесс.
7	Нормальное распределение, его параметры. Сумма двух независимых нормально распределенных случайных величин. Центральная предельная теорема.
8-9	Система двух случайных величин. Функция и плотность распределения двумерной случайной величины. Условные законы распределения. Условные математические ожидания. Зависимые и независимые случайные величины. Ковариация, корреляция.
10	Генеральная совокупность. Случайная выборка и выборка. Дизайн исследования.
11-12	Описательные статистики. Метод моментов. Точечные оценки параметров генеральной совокупности. Точность оценки, доверительная вероятность, доверительные интервалы.
13-14	Метод максимального правдоподобия. Оценка параметров генеральной совокупности с помощью метода максимального правдоподобия.
15-20	Формулировка статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Нулевая и альтернативная гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Статистический критерий, наблюдаемое значение критерия. Уровень

	<p>значимости. Критические области. Мощность критерия. Теорема Неймана-Пирсона.</p> <p>Сравнение средних. Проверка конкретных гипотез.</p>
21-22	<p>Анализ статистических связей. Корреляционный анализ. Парный, множественный коэффициент корреляции. Ложная корреляция, частный коэффициент корреляции.</p>
23-24	<p>Регрессионные модели. Отбор признаков, доверительные интервалы для параметров. Выбор наилучшей модели с использованием информационных критериев (например, Акаяки).</p>
25-27	<p>Анализ выживаемости. Цензурированные наблюдения. Таблицы жизни. Критерий Каплана-Майера. Модель пропорциональных рисков и Кокс-регрессия.</p>

5.1.2. Лабораторные занятия

не предусмотрено

5.1.3. Курсовая работа / Курсовой проект

не предусмотрено

5.1.4. Контрольная работа

Примерная тематика контрольных работ:

1. Комбинаторика и классическое определение вероятности.
2. Оценка параметров генеральной совокупности.

Примерные задания в составе контрольных работ:

1. Сколько "слов" (из 10 букв) можно получить, переставляя буквы слова "математика"?
2. Сколько чисел среди первых 1000 натуральных чисел не делятся ни на 2, ни на 3, ни на 5?
3. Василий выписал все различные делители числа 2016. Сколько чисел выписал Василий?
4. Сколько 6-значных чисел можно получить из цифр 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, если число должно состоять из 3 четных и 3 нечетных цифр и никакие две цифры не повторяются?
5. Сколькими способами можно переставить буквы слова "вероятность", чтобы две одинаковые буквы не стояли рядом?
6. Сколько существует строк длины 30, состоящих из нулей и единиц, таких, что никакие два нуля не стоят рядом?
7. Шеренга солдат называется неправильной, если никакие три подряд стоящих солдата не стоят по росту (ни в порядке возрастания, ни в порядке убывания). Сколько неправильных шеренг можно построить из n солдат разного роста?
8. Построить несмещенную оценку для среднего квадратического отклонения нормально распределенной генеральной совокупности по выборке из наблюдений.
9. Построить оценку по методу максимального правдоподобия для параметра Пуассоновского распределения.

5.1.5. Домашняя работа

Примерная тематика домашних работ:

- 1. Условная вероятность.**
- 2. Дискретные случайные величины.**
3. Проверка статистических гипотез.
4. Анализ статистических связей.

Примерные задания в составе домашних работ:

1. В одном маленьком французском городке полиция разыскивает бродягу. Вероятность того, что он находится в одном из восьми баров этого городка, безразлично в каком, равна 0,8. Двое полицейских посетили семь баров, но бродягу не обнаружили. С какой вероятностью он будет найден в восьмом баре?
2. Предположим, что Клавдия Ивановна (тёща Ипполита Матвеевича Воробьянинова) спрятала бриллианты в одном из 12 стульев с вероятностью 90%, а с вероятностью 10% не спрятала их вовсе. Предположим также, что мы вскрыли 11 стульев и ни в одном из них бриллиантов не нашли. Какова вероятность того, что мы найдем их в последнем, 12-м, стуле?
3. В группе детского сада n человек разного роста. Они встали в круг. Ребенок скажет, что он высокий, если он выше двух своих соседей. Сколько в среднем детсадовцев назовут себя высокими?
4. В комнате n ящиков, в каждом лежит по одному подарку. По очереди в комнату заходит m детей, каждый из которых случайным образом выбирает ящик и забирает оттуда подарок, если таковой там ещё есть. Сколько в среднем детей уйдут без подарка?
5. Сравнить мощность двух статистических критериев.
6. По имеющемуся набору данных исследовать значимость коэффициента корреляции Пирсона.

5.1.6. Расчетная работа / Расчетно-графическая работа

не предусмотрено

5.1.7. Реферат / эссе / творческая работа

не предусмотрено

5.1.8. Проектная работа

не предусмотрено

5.1.9. Деловая (ролевая) игра / Дебаты / Дискуссия / Круглый стол

не предусмотрено

5.1.10. Кейс-анализ

не предусмотрено

5.2. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.2.1. Экзамен /зачет в форме независимого тестового контроля (НТК)

НТК по дисциплине модуля не проводится.

5.2.2. Экзамен в традиционной форме (письменные ответы на вопросы экзаменационных билетов):

1. Основные понятия теории вероятностей

2. Условная вероятность
3. Дискретные случайные величины
4. Непрерывные случайные величины
5. Нормальное распределение
6. Система нескольких случайных величин
7. Основные понятия статистики
8. Описательные статистики. Метод моментов. Доверительные интервалы
9. Метод максимального правдоподобия
10. Проверка статистических гипотез
11. Анализ статистических связей
12. Регрессионные модели
13. Анализ выживаемости