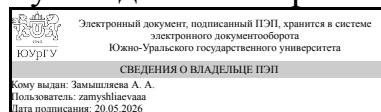


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



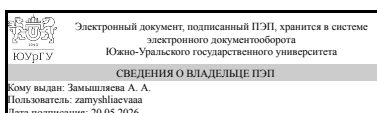
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.22 Машинное обучение  
для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Центр ОП топ-уровня в сфере ИИ "ВиртУм"

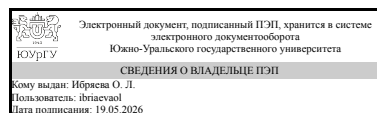
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



О. Л. Ибряева

## 1. Цели и задачи дисциплины

сформировать у студентов базовые теоретические знания и практические навыки по машинному обучению, необходимые для анализа данных и построения интеллектуальных систем. Студенты познакомятся с основными задачами машинного обучения, такими как классификация, регрессия, кластеризация и ранжирование. Освоят методы оценки качества моделей и принципы отбора признаков. Особое внимание в курсе уделяется борьбе с переобучением, регуляризации и автоматизации подбора гиперпараметров. Задача курса — подготовить студентов к решению прикладных задач с использованием современных инструментов машинного обучения.

## Краткое содержание дисциплины

В рамках дисциплины изучаются основные задачи и подходы машинного обучения, включая обучение с учителем и без учителя. Рассматриваются алгоритмы классификации и регрессии, такие как метод ближайших соседей, наивный Байес, линейная и логистическая регрессия, метод опорных векторов, деревья решений и ансамблевые методы. Изучаются методы кластеризации, включая k-means, DBSCAN, иерархическую кластеризацию и байесовские модели на основе ЕМ-алгоритма. Отдельное внимание уделяется методам понижения размерности, отбору и преобразованию признаков. Затрагиваются темы оценки качества моделей, переобучения, регуляризации и кросс-валидации. В завершение рассматриваются методы автоматизированного машинного обучения, включая подбор гиперпараметров и использование AutoML-систем. Практические занятия ориентированы на применение алгоритмов с использованием Python и библиотеки Scikit-learn.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                           | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 [LC-5] Способен применять и (или) проектировать различные инструменты и инженерные практики промышленной разработки, развертывания, эксплуатации и мониторинга систем ИИ | Умеет: - [И-1, СУ] выбирать и адаптировать оптимальный алгоритм машинного обучения для конкретной задачи<br>Имеет практический опыт: - [И-1, СУ] тестирования моделей перед развертыванием, оценки качества моделей машинного обучения |
| ПК-3 [MF-4] Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ                         | Знает: - [И-1, СУ] основные методы статистического машинного обучения<br>Имеет практический опыт: - [И-1, СУ] адекватного выбора методов статистического машинного обучения с учётом особенностей данных и задачи                      |
| ПК-6 [ML-3] Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения                                           | Знает: - [И-2, СУ] различные архитектуры ранжированного поиска (одно-двух-трехстадийное ранжирование)<br>Умеет: - [И-1, СУ] применять методы байесовской классификации и ансамблевые методы МО (бэггинг, бустинг, стэкинг моделей),    |

|                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                   | а также производных от них (случайные леса, градиентный бустинг на деревьях)<br>Имеет практический опыт: - [И-2, СУ] использования инструментов оценки качества моделей ранжирования и сравнения ранжирующих моделей между собой; применения методов обучения типа pairwise и listwise; использования различных архитектур ранжированного поиска (одно-двух-трехстадийное ранжирование)                              |
| ПК-7 [ML-4] Способен применять методы обучения без учителя для анализа данных и выявления скрытых закономерностей | Знает: - [И-3, СУ] базовые метрики качества обучения без учителя (silhouette score adjusted rand index)<br>Умеет: - [И-1, СУ] использовать инструменты очистки данных и предварительной подготовки данных методами понижения размерности и визуализации для анализа данных<br>Имеет практический опыт: - [И-3, СУ] использования готовых инструментов для оценки качества кластеризации и других моделей без учителя |
| ПК-9 [BD-1] Способен осуществлять поиск, сбор, очистку и предварительный анализ данных                            | Умеет: - [И-1, СУ] проводить одномерный и многомерный анализ признаков, в том числе с использованием средств визуализации [И-4, СУ] применять стандартные методы отбора признаков и выбирать оптимальное подмножество признаков<br>Имеет практический опыт: - [И-3, СУ] использования методов понижения размерности и подбора оптимальной размерности в зависимости от необходимой доли объяснённой дисперсии        |
| ПК-12 [ML-7] Способен применять автоматическое машинное обучение                                                  | Знает: - [И-1, СУ] категории задач автоматического машинного обучения<br>Умеет: - [И-1, СУ] анализировать специфику задачи с учётом современных трендов (например, использование AutoML для обработки больших данных, интеграция с MLOps), выбирать подходящие AutoML-инструменты                                                                                                                                    |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                     | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.15 Компьютерные сети,<br>1.Ф.01 Трек индустриального партнёра,<br>1.О.12 Операционные системы,<br>1.О.17 Сбор, анализ и предобработка данных в машинном обучении,<br>1.О.10 Архитектура вычислительных систем | 1.О.38 Базы данных NoSQL,<br>1.О.35 Основы распределённых и облачных вычислений,<br>1.О.34 Проектирование человеко-машинного интерфейса,<br>1.О.24 Основы DevOps,<br>1.О.23 Web-программирование для систем искусственного интеллекта,<br>1.О.25 Анализ временных рядов,<br>1.О.33 Технологии и системы обработки |

|  |                                                                                            |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | больших данных,<br>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (7 семестр) |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                                     | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.10 Архитектура вычислительных систем                       | Знает: -[И-1, БУ] архитектуры вычислительных систем, необходимых для проектирования и реализации высокопроизводительных решений в сфере промышленного внедрения систем искусственного интеллекта, основные понятия и принципы построения вычислительных систем<br>Умеет: -[И-1, БУ] подбирать инструменты и технологии для ресурсного обеспечения систем искусственного интеллекта различных масштабов согласно требованиям проекта, анализировать и выбирать подходящее аппаратное обеспечение для конкретной задачи<br>Имеет практический опыт: монтажа и настройки серверного оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.О.17 Сбор, анализ и предобработка данных в машинном обучении | Знает: -[И-2, СУ] опасности предвзятых данных ,<br>-[И-1, БУ] основные требования к наборам данных для решения задач машинного обучения,<br>-[И-1, БУ] основные числовые характеристики статистических данных и методы их нахождения, источники данных: типы и формы представления данных (структурированные, полуструктурированные, неструктурированные); методы статистической обработки и визуализации данных; методологии сбора данных; современные технологии хранения больших объемов данных<br>Умеет: -[И-2, СУ] проверять обучающую выборку на наличие различных искажений, -[И-2, СУ] подбирать инструментарий разметки данных под условия задачи, -[И-1, БУ] вычислять числовые характеристики статистических данных, применять методы визуализации данных [И-3. БУ] применять методы понижения размерности для первичной интерпретации и визуализации многомерных данных, собирать и интегрировать разнородные наборы данных из разных источников<br>Имеет практический опыт: -[И-2, СУ] анализа обучающей выборки на предмет репрезентативности, возможных искажений, скрытых предвзятостей, -[И-1, БУ] проверки данных на корректность, разметки данных, поиска и извлечения необходимых данных из различных источников; организации хранилищ данных и настройки инфраструктуры для хранения и быстрого доступа к данным |
| 1.О.15 Компьютерные сети                                       | Знает: принципы работы с сетевым                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <p>оборудованием, принципы построения и функционирования компьютерных сетей, методы и технологии сетевой безопасности, общие характеристики коммуникационного оборудования (концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы), принципы организации, планирования и документирования компьютерных сетей, принципы коммутации в LAN сетях, принципы маршрутизации в LAN и WAN сетях, основные принципы построения и функционирования компьютерных сетей, сетевую модель взаимодействия открытых систем OSI, сетевую модель стека протоколов TCP/IP, протокол безопасной передачи данных https</p> <p>Умеет: настраивать сетевое оборудование для организации компьютерных сетей, -[И-2, БУ] организовать сетевые взаимодействия и передачу данных в рамках создания систем искусственного интеллекта, проектировать и настраивать компьютерные сети, обеспечивать безопасность и защиту сетей, планировать компьютерную сеть на основе требований, предъявляемых к сети, и технической документации оборудования, планировать модификацию (расширение) компьютерной сети на основе растущих требований к сети</p> <p>Имеет практический опыт: конфигурирования сетевого оборудования и организации компьютерных сетей, -[И-2, БУ] работы с основными средствами и методами, используемыми в индустрии ИТ для поддержания сетевой инфраструктуры промышленных систем искусственного интеллекта, планирования и организации, модификации и документирования компьютерной сети малого предприятия, настройки и конфигурирования VLAN и STP, настройки и конфигурирования статической и динамической маршрутизации, применения различных протоколов для поиска неисправностей в компьютерных сетях, настройки механизма NAT, настройки ACL списков</p> |
| 1.Ф.01 Трек индустриального партнёра | <p>Знает: -[И-2, СУ] методы анализа и учета неопределенности в моделях ИИ, -[И-1, СУ] современные технологии и инструменты, применяемые в индустрии информационных технологий (ИТ), включая новые версии популярных языков программирования, библиотек и фреймворков, -[И-1, СУ] особенности распределения ролей между участниками проектной команды в рамках коллективной проектной работы в сфере ИИ</p> <p>Умеет: -[И-1. СУ] учитывать в работе когнитивные искажения человека, выявлять предвзятости систем ИИ, аргументированно оценивать надежность данных и выдачи ИИ[И-2,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | <p>СУ] выявлять неопределенность в данных и рекомендациях ИИ, -[И-1, СУ] ставить задачу разметки данных для машинного обучения и оценивать качество работы разметчиков, -[И-2, СУ] осуществлять интеграцию готовых программных модулей и подсистем в общую систему искусственного интеллекта, -[И-2, СУ] использовать продвинутые методы повышения устойчивости моделей AutoML, -[И-2, СУ] учитывать уровень цифровой грамотности собеседника в сфере ИИ при обсуждении специфичных ИИ-рисков Имеет практический опыт: -[И-3, СУ] поиска оптимальных решений с учетом имеющихся данных и прогнозов, -[И-2, СУ] организации краудсорсинга разметки данных для машинного обучения, -[И-1, СУ] развертывания и сопровождения моделей машинного обучения в продуктивной среде, -[И-2, СУ] использования базовых методов защиты от атак и искажений данных в области машинного обучения, -[И-2, СУ] адаптации описания ИИ-системы под нужды стейкхолдеров: от HR-специалиста до юриста</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>1.О.12 Операционные системы</p> | <p>Знает: основные концепции современных операционных систем, -[И-1, СУ] основные средства мониторинга и диагностики ОС, структуру современных операционных систем, принципы работы их основных компонентов: ядра, менеджера памяти, подсистемы ввода-вывода, файловой системы, основные средства, предоставляемые современными операционными системами прикладным программам для решения системных и пользовательских задач, основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с построением современных операционных систем Умеет: использовать стандартные инструменты современных ОС при решении задач профессиональной деятельности, -[И-1, СУ] выбирать операционную систему и ее параметры с учетом требований к развертыванию и сопровождению моделей искусственного интеллекта в среде эксплуатации, использовать стандартные интерфейсы современных операционных систем для решения задач профессиональной деятельности, использовать интерфейсы прикладного программирования, предоставляемые современными операционными системами, устанавливать и настраивать операционную систему, создавать прикладные программы в терминах API ОС, использовать стандартные инструменты современных операционных систем при решении практических задач Имеет практический опыт: работы с основными видами интерфейсов ОС - командным и API, -[И-1, БУ] реализации</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | скриптов и настройки операционной системы для автоматизации запуска, мониторинга и устойчивой работы сервисов искусственного интеллекта в среде эксплуатации[И-1, СУ] использования средств мониторинга и диагностики ОС для анализа стабильности и производительности сервисов искусственного интеллекта в среде эксплуатации, создания командных файлов, использования API операционных систем при разработке прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности, создания прикладных программ с использованием API Windows, использования основных видов интерфейсов операционной системы Windows, работы с основными компонентами современных операционных систем |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 70,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                           | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                              |             | Номер семестра                     |
|                                                                              |             | 4                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                                | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                   | 64          | 64                                 |
| Лекции (Л)                                                                   | 32          | 32                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)   | 0           | 0                                  |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                     | 32          | 32                                 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                          | 37,5        | 37,5                               |
| Изучение ноутбука "Отбор признаков"                                          | 4           | 4                                  |
| Изучение темы "Байесовская оптимизация и применение в AutoML"                | 13          | 13                                 |
| Изучение и анализ статей уровня 1 Белого списка (статьи в свободном доступе) | 10          | 10                                 |
| Подготовка к зачету                                                          | 10,5        | 10.5                               |
| Консультации и промежуточная аттестация                                      | 6,5         | 6,5                                |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                     | -           | диф.зачет                          |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины           | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----|
|           |                                            | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Основы машинного обучения и базовые модели | 24                                        | 12 | 0  | 12 |
| 2         | Модели и методы обучения с учителем        | 14                                        | 6  | 0  | 8  |
| 3         | Обучение без учителя и уменьшение          | 10                                        | 6  | 0  | 4  |

|   |                                  |    |   |   |   |
|---|----------------------------------|----|---|---|---|
|   | размерности                      |    |   |   |   |
| 4 | Продвинутые темы и автоматизация | 16 | 8 | 0 | 8 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                    | Кол-во часов |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Введение в машинное обучение Искусственный интеллект и машинное обучение. Задачи ML. Метод ближайших соседей для задач регрессии и классификации. Наивный Байес.                                           | 3            |
| 2        | 1         | Метрики оценки качества моделей Accuracy, Precision, Recall, F1-score, ROC-AUC. MSE, RMSE, MAE, MAPE, R <sup>2</sup> , Adjusted R <sup>2</sup> .                                                           | 1            |
| 3        | 1         | Линейная регрессия и ее вероятностная интерпретация Градиентный спуск, нормализация. Нормальное уравнение. Метод максимального правдоподобия в линейной регрессии. Байесовский вывод в линейной регрессии. | 3            |
| 4        | 1         | Логистическая регрессия Метод максимального правдоподобия в логистической регрессии. Сигмоида. Логистическая функция потерь. Байесовский вывод в логистической регрессии.                                  | 3            |
| 5        | 1         | Инструменты ML-инженера Регуляризация (Lasso, Ridge, ElasticNet), переобучение, кросс-валидация, решетчатый поиск.                                                                                         | 2            |
| 6        | 2         | Метод опорных векторов (SVM) Линейный и нелинейный SVM, ядра, Hinge loss. RVM.                                                                                                                             | 3            |
| 7        | 2         | Деревья решений Индекс Джини, энтропия.                                                                                                                                                                    | 1            |
| 8        | 2         | Ансамбли методов Бэггинг, случайный лес, градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM), стекинг.                                                                                                                 | 2            |
| 9        | 3         | Кластеризация k-means, Elbow method, Silhouette score, DBSCAN. Иерархическая кластеризация. Байесовский GMM, EM-алгоритм.                                                                                  | 4            |
| 10       | 3         | Методы понижения размерности PCA, t-SNE, UMAP, PACMAP.                                                                                                                                                     | 2            |
| 11       | 4         | Задача ранжирования (2 часа) Pointwise, Pairwise, Listwise, метрики ранжирования.                                                                                                                          | 2            |
| 12       | 4         | Отбор и преобразование признаков Методы отбора: статистические, модельные, итеративные..                                                                                                                   | 4            |
| 13       | 4         | Автоматизация ML и гиперпараметров (2 часа) Grid and Random Search, Bayesian Optimization (Optuna), AutoML-системы (LightAutoML).                                                                          | 2            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы                                                                  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Задачи классификации и регрессии, метод ближайших соседей, наивного Байесовского классификатора. Оценка точности моделей | 6            |
| 2         | 1         | Метод линейной регрессии. Метод логистической регрессии                                                                  | 6            |
| 3         | 2         | Метод опорных векторов                                                                                                   | 4            |
| 4         | 2         | Деревья решений и их ансамбли                                                                                            | 4            |
| 5         | 3         | Методы кластеризации и понижения размерности                                                                             | 4            |
| 6         | 4         | Задача ранжирования                                                                                                      | 4            |

|   |   |                                          |   |
|---|---|------------------------------------------|---|
| 7 | 4 | Отбор признаков и автоматизация обучения | 4 |
|---|---|------------------------------------------|---|

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |              |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                                                                   | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Семестр | Кол-во часов |
| Изучение ноутбука "Отбор признаков"                                          | Приложенный файл                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4       | 4            |
| Изучение темы "Байесовская оптимизация и применение в AutoML"                | Хуттер, Ф. Введение в автоматизированное машинное обучение (AutoML) : справочник / Ф. Хуттер, Л. Коттхофф, Х. Ваншорен ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 256 с. — ISBN 978-5-93700-196-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/348104">https://e.lanbook.com/book/348104</a> (дата обращения: 26.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. С. 18-43                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4       | 13           |
| Изучение и анализ статей уровня 1 Белого списка (статьи в свободном доступе) | 1) Kim, S.-J.; Bae, S.-J.; Jang, M.-W. Linear Regression Machine Learning Algorithms for Estimating Reference Evapotranspiration Using Limited Climate Data. Sustainability 2022, 14, 11674. <a href="https://doi.org/10.3390/su141811674">https://doi.org/10.3390/su141811674</a> 2) Rymarczyk, T.; Kozłowski, E.; Kłosowski, G.; Niderla, K. Logistic Regression for Machine Learning in Process Tomography. Sensors 2019, 19, 3400. <a href="https://doi.org/10.3390/s19153400">https://doi.org/10.3390/s19153400</a> 3) Kim, S.; Ko, B.-C.; Nam, J. Model Simplification of Deep Random Forest for Real-Time Applications of Various Sensor Data. Sensors 2021, 21, 3004. <a href="https://doi.org/10.3390/s21093004">https://doi.org/10.3390/s21093004</a> | 4       | 10           |
| Подготовка к зачету                                                          | Митяков, Е. С. Искусственный интеллект и машинное обучение : учебное пособие для вузов / Е. С. Митяков, А. Г. Шмелева, А. И. Ладынин. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 252 с. — ISBN 978-5-507-51465-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/450827">https://e.lanbook.com/book/450827</a> (дата обращения: 26.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. С. 16-28, 78-90, 104-118, 136-150, 229-241.                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4       | 10,5         |

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Учитывается в ПА         |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1    | 4        | Текущий контроль | Контрольная работа 1              | 1   | 4          | Вариант контрольной работы содержит 3 задания.<br>Первое задание нужно выполнить, используя Наивный Байесовский классификатор и метод kNN.<br>Наивный Байес: правильно найден выход классификатора - 1 балл.<br>kNN: правильно решена задача с использованием данного метода - 1 балл.<br>За правильное решение второго и третьего задания также по 1 баллу.<br>Максимальный балл - 4. | дифференцированный зачет |
| 2    | 4        | Текущий контроль | Лабораторная работа 1             | 1   | 10         | Задание и количество баллов - в приложенном файле.<br>Максимальный балл - 10.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | дифференцированный зачет |
| 3    | 4        | Текущий контроль | Контрольная работа 2              | 1   | 4          | Верно составлено и решено нормальное уравнение - 1 балл.<br>Верно найден выход построенной модели для входных данных - 1 балл.<br>Верно найдена оценка MSE модели - 1 балл.<br>Верно решена задача 2 - 1 балл.<br>Максимальный балл - 4.                                                                                                                                               | дифференцированный зачет |
| 4    | 4        | Текущий контроль | Лабораторная работа 2             | 1   | 10         | Задание - в приложенном файле. В файле 20 вопросов по 0.5 балла. Максимальный балл - 10.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | дифференцированный зачет |
| 5    | 4        | Текущий контроль | Контрольная работа 3              | 1   | 2          | Вариант контрольной работы состоит из двух заданий.<br>Первое задание: верно записана система для нахождения модели - 1 балл.<br>Верно найдены параметры - 1 балл.<br>Верно найдены опорные векторы - 1 балл..<br>Верно сделано второе задание - 1 балл.<br>Максимальный балл - 4.                                                                                                     | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |                       |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |
|---|---|------------------|-----------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 6 | 4 | Текущий контроль | Лабораторная работа 3 | 1 | 10 | <p>Кейс от индустриального партнёра. Решение задачи классификации спама с использованием метода опорных векторов (SVM). В почтовых сервисах и корпоративных системах защиты от киберугроз требуется высокоточный спам-фильтр, способный отличать важные письма от фишинговых и рекламных рассылок.</p> <p>Вы решаете реальную задачу бинарной классификации: по тексту электронного письма определить, является ли оно спамом, используя метод опорных векторов и преобразование текста в вектор признаков. Задание - в приложенном файле. В файле 20 вопросов по 0.5 балла. Максимальный балл - 10.</p> | дифференцированный зачет |
| 7 | 4 | Текущий контроль | Контрольная работа 4  | 1 | 4  | <p>Вариант контрольной работы содержит 2 задания.</p> <p>Первое задание:<br/>Верно найдена глубина и количество точек - 1 балл.<br/>Верно найден Information Gain - 1 балл.</p> <p>Второе задание:<br/>Верно определены информативные признаки для разделения - 1 балл.<br/>Верно найден выход построенной модели - 1 балл.<br/>Максимальный балл - 4</p>                                                                                                                                                                                                                                                | дифференцированный зачет |
| 8 | 4 | Текущий контроль | Лабораторная работа 4 | 1 | 10 | <p>Кейс от индустриального партнера. Решение задачи коррекции показаний кориолисового расходомера на основе ансамблей деревьев решений.</p> <p>В нефтегазовой отрасли кориолисовы расходомеры используются для учёта объёмов добычи, но их точность падает при наличии газа в жидкости.</p> <p>Вы разрабатываете модель машинного обучения, которая корректирует погрешность измерений массового расхода на основе данных о влажности, плотности и</p>                                                                                                                                                   | дифференцированный зачет |

|    |   |                  |                       |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |
|----|---|------------------|-----------------------|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|    |   |                  |                       |   |    | наблюдаемом расходе — задача, востребованная в системах промышленной автоматизации и учёта ресурсов.<br>Задание - в приложенном файле. В файле 20 вопросов по 0.5 балла. Максимальный балл - 10.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |
| 9  | 4 | Текущий контроль | Контрольная работа 5  | 1 | 4  | Вариант контрольной работы содержит три задания.<br>Первое задание:<br>Верно использован метод иерархической кластеризации - 1 балл<br>Построена дендрограмма - 1 балл<br>Второе и третье задание - по 1 баллу<br>Максимальный балл - 4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | дифференцированный зачет |
| 10 | 4 | Текущий контроль | Лабораторная работа 5 | 1 | 10 | Кейс от индустриального партнера. Решение задачи определения эффективности когнитивно-поведенческой терапии у пациентов с депрессией с использованием кластерного подхода. В персонализированной медицине важно прогнозировать, какие пациенты с депрессией будут хорошо реагировать на психотерапию, а кому потребуется медикаментозная поддержка.<br>Вы применяете кластерный подход для выявления скрытых подгрупп пациентов и построения индивидуальных моделей прогнозирования эффективности лечения — задача, аналогичная реальным кейсам в клинической практике и биомедицинских исследованиях.<br>Задание - в приложенном файле. В файле 10 вопросов по 1 баллу. Максимальный балл - 10. | дифференцированный зачет |
| 11 | 4 | Текущий контроль | Лабораторная работа 6 | 1 | 10 | Задание и количество баллов - в приложенном файле.<br>Максимальный балл - 10.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | дифференцированный зачет |
| 12 | 4 | Текущий контроль | Лабораторная работа 7 | 1 | 10 | Кейс от индустриального партнёра. Решение задачи классификации и регрессии с                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | дифференцированный зачет |

|    |   |                          |                       |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                          |
|----|---|--------------------------|-----------------------|---|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|    |   |                          |                       |   |    | использованием LightAutoML и анализа важности признаков.<br>В банковской сфере, страховании и HR-аналитике требуются быстрые и точные модели для принятия решений: от оценки рисков до подбора кандидатов.<br>Вы решаете реальную задачу (классификация транзакций, предсказание стоимости страховки и др.) с помощью современных AutoML-технологий, автоматически подбирая модели и анализируя, какие признаки наиболее важны для принятия решения.<br>Задание - в приложенном файле. В файле 10 вопросов по 1 баллу. Максимальный балл - 10. |                          |
| 13 | 4 | Текущий контроль         | Командный мини-проект | 1 | 10 | Командный мини проект. Проанализирован датасет, проведен отбор признаков - 1 балл, понижена размерность и визуализированы данные - 1 балл. Проведен анализ решений этой задачи другими исследователями, обзор аналогов - 1 балл. Применены три метода машинного обучения для решения задачи, с настройкой гиперпараметров - 3 балла. Применен AutoML - 1 балл. Проведена защита в виде научного доклада с ответами на вопросы - 3 балла. Максимальный балл - 10.                                                                               | дифференцированный зачет |
| 14 | 4 | Промежуточная аттестация | Зачетная работа       | - | 5  | В билете 5 заданий (каждое по 1 баллу).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | дифференцированный зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                              | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| дифференцированный зачет     | Письменно, по билетам. Время подготовки - 1 час, далее защита, ответы на вопросы. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

|             |                     |      |
|-------------|---------------------|------|
| Компетенции | Результаты обучения | № КМ |
|-------------|---------------------|------|

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| ПК-1  | Умеет: - [И-1, СУ] выбирать и адаптировать оптимальный алгоритм машинного обучения для конкретной задачи                                                                                                                                                                                                |   |   | + | + | + |   | + | + |   |    |    | +  | +  | +  |
| ПК-1  | Имеет практический опыт: - [И-1, СУ] тестирования моделей перед развертыванием, оценки качества моделей машинного обучения                                                                                                                                                                              |   | + | + | + | + | + |   | + |   | +  |    | +  | +  | +  |
| ПК-3  | Знает: - [И-1, СУ] основные методы статистического машинного обучения                                                                                                                                                                                                                                   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | +  | +  |
| ПК-3  | Имеет практический опыт: - [И-1, СУ] адекватного выбора методов статистического машинного обучения с учётом особенностей данных и задачи                                                                                                                                                                | + | + |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | +  | +  |
| ПК-6  | Знает: - [И-2, СУ] различные архитектуры ранжированного поиска (одно-двух-трехстадийное ранжирование)                                                                                                                                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | +  |    |    | +  | +  |
| ПК-6  | Умеет: - [И-1, СУ] применять методы байесовской классификации и ансамблевые методы МО (бэггинг, бустинг, стэкинг моделей), а также производных от них (случайные леса, градиентный бустинг на деревьях)                                                                                                 |   |   |   |   | + |   | + | + |   |    |    |    | +  | +  |
| ПК-6  | Имеет практический опыт: - [И-2, СУ] использования инструментов оценки качества моделей ранжирования и сравнения ранжирующих моделей между собой; применения методов обучения типа pairwise и listwise; использования различных архитектур ранжированного поиска (одно-двух-трехстадийное ранжирование) | + |   |   |   |   |   |   |   |   |    | +  |    | +  | +  |
| ПК-7  | Знает: - [И-3, СУ] базовые метрики качества обучения без учителя (silhouette score adjusted rand index)                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   | + | +  |    |    | +  | +  |
| ПК-7  | Умеет: - [И-1, СУ] использовать инструменты очистки данных и предварительной подготовки данных методами понижения размерности и визуализации для анализа данных                                                                                                                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   | +  |    |    | +  | +  |
| ПК-7  | Имеет практический опыт: - [И-3, СУ] использования готовых инструментов для оценки качества кластеризации и других моделей без учителя                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   | + | +  |    |    | +  | +  |
| ПК-9  | Умеет: - [И-1, СУ] проводить одномерный и многомерный анализ признаков, в том числе с использованием средств визуализации [И-4, СУ] применять стандартные методы отбора признаков и выбирать оптимальное подмножество признаков                                                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   | +  |    |    | +  | +  |
| ПК-9  | Имеет практический опыт: - [И-3, СУ] использования методов понижения размерности и подбора оптимальной размерности в зависимости от необходимой доли объяснённой дисперсии                                                                                                                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   | +  |    |    | +  | +  |
| ПК-12 | Знает: - [И-1, СУ] категории задач автоматического машинного обучения                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | +  | +  | +  |
| ПК-12 | Умеет: - [И-1, СУ] анализировать специфику задачи с учётом современных трендов (например, использование AutoML для обработки больших данных, интеграция с MLOps), выбирать подходящие AutoML-инструменты                                                                                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | +  | +  | +  |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### а) основная литература:

Не предусмотрена

### б) дополнительная литература:

1. Демидов А. К. Искусственный интеллект : учеб. пособие / А. К. Демидов, Б. М. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. математика ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2008. - 65, [1] с. : ил.
2. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект : учеб. пособие / Л. Н. Ясницкий. - 2-е изд., испр.. - М. : Академия, 2008. - 174, [1 ] с.

### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Отбор признаков

### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Отбор признаков

## Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|---------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Дополнительная литература | ЭБС издательства Лань                    | Хуттер, Ф. Введение в автоматизированное машинное обучение (AutoML) : справочник / Ф. Хуттер, Л. Коттхофф, Х. Ваншорен ; перевод с английского В. С. Яценкова.. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 256 с. — ISBN 978-5-93700-196-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/348104">https://e.lanbook.com/book/348104</a> (дата обращения: 26.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Основная литература       | ЭБС издательства Лань                    | Митяков, Е. С. Искусственный интеллект и машинное обучение : учебное пособие для вузов / Е. С. Митяков, А. Г. Шмелева, А. И. Ладынин. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 252 с. — ISBN 978-5-507-51465-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/450827">https://e.lanbook.com/book/450827</a> (дата обращения: 26.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                       |
| 3 | Дополнительная литература | ЭБС издательства Лань                    | Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — ISBN 978-5-97060-273-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/69955">https://e.lanbook.com/book/69955</a> (дата обращения: 26.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                                                |
| 4 | Дополнительная литература | ЭБС издательства Лань                    | Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение. Введение / К. П. Мэрфи ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 940 с. — ISBN 978-5-93700-119-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-                                                                                                                                                                                                                                             |

|  |  |                                                                                                                                                                                                 |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | библиотечная система. — URL:<br><a href="https://e.lanbook.com/book/314891">https://e.lanbook.com/book/314891</a> (дата обращения:<br>26.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий              | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|--------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Дифференцированный зачет | 333<br>(36) | Доска, компьютеры, проектор                                                                                                                      |
| Лекции                   | 336<br>(36) | Доска, компьютер, проектор                                                                                                                       |
| Лабораторные занятия     | 333<br>(36) | Доска, компьютеры, проектор                                                                                                                      |