

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности

В.Л. Шубаева

2023 г.

Технологии машинного обучения в создании цифровых двойников

Рабочая программа дисциплины

Направление подготовки/ Специальность 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль) программы/ Специализация Цифровизация экономической деятельности

Уровень высшего образования Бакалавриат

Форма обучения очная

Год набора 2023

Составитель(и):

к.т.н, Омелян Александр Владимирович

Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: Экзамен: семестр 8
в том числе:		
контактная работа	72	
самостоятельная работа	36	
практическая подготовка	0	
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины:

Семестр:	8
Вид занятий	Часы
Лекционные занятия	42
Практические занятия	30
Лабораторные работы	
Итого аудиторных часов	72
Самостоятельная работа	36
Часы на контроль	36
Итого академических часов	144
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4

Санкт-Петербург
2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	3
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ*	3
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
5.1 Рекомендуемая литература	7
5.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в т.ч. отечественного производства	8
5.3 Перечень информационных справочных систем (ИСС) и современных профессиональных баз данных (СПБД).....	8
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	11
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	12
1.1 Контрольные вопросы и задания к промежуточной аттестации	12
1.2 Темы письменных работ.....	13
1.3 Контрольные точки	13
1.4 Другие объекты оценивания	14
1.5 Самостоятельная работа обучающегося	14
1.6 Шкала оценивания результата	14

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель:	Формирование представления об методах и технологиях искусственного интеллекта, механизмах представления и обработки информации, инженерии знаний. Изучение принципов построения интеллектуальных информационных систем. Изучение основных используемых моделей знаний, принципов логического вывода.
--------------	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В Технологии машинного обучения в создании цифровых двойников относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 - Способен применять методы искусственного интеллекта в управлении информационно-коммуникационными системами	ПК-4.3 - Имеет навыки внедрения искусственного интеллекта в управление цифровыми платформами	<p>Знать: основы построения интеллектуальных информационных систем</p> <p>Уметь: сочетать традиционные методы и новые подходы для решения сложных задач.</p> <p>Владеть: технологией построения интеллектуальных информационных систем.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ*

Номер и наименование тем и/или разделов/тем	Содержание дисциплины	Объем дисциплины (академические часы)			
		Контактная работа			СРО
		ЗЛТ	ПЗ	ЛР	
Тема 1. Понятие машинного обучения.	Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные. Благодаря машинному обучению программист не обязан писать инструкции, учитывающие все возможные проблемы и содержащие все решения. Вместо этого в компьютер (или отдельную программу) закладывают алгоритм самостоятельного нахождения решений путём	2	2		2

	комплексного использования статистических данных, из которых выводятся закономерности и на основе которых делаются прогнозы.				
Тема 2. Типы задач машинного обучения. Задача регрессии.	Все задачи, решаемые с помощью ML, относятся к одной из следующих категорий. 1) Задача регрессии – прогноз на основе выборки объектов с различными признаками. На выходе должно получиться вещественное число (2, 35, 76.454 и др.), к примеру цена квартиры, стоимость ценной бумаги по прошествии полугода, ожидаемый доход магазина на следующий месяц, качество вина при слепом тестировании.	4	2		2
Тема 3. Типы задач машинного обучения. Задача классификации. Задача кластеризации.	Задача классификации – получение категориального ответа на основе набора признаков. Имеет конечное количество ответов (как правило, в формате «да» или «нет»): есть ли на фотографии кот, является ли изображение человеческим лицом, болен ли пациент раком. Задача кластеризации – распределение данных на группы: разделение всех клиентов мобильного оператора по уровню платёжеспособности, отнесение космических объектов к той или иной категории (планета, звезда, чёрная дыра и т. п.).	4	2		2
Тема 4. Типы задач машинного обучения. Задача уменьшения размерности. Задача выявления аномалий.	Задача уменьшения размерности – сведение большого числа признаков к меньшему (обычно 2–3) для удобства их последующей визуализации (например, сжатие данных). Задача выявления аномалий – отделение аномалий от стандартных случаев. На первый взгляд она совпадает с задачей классификации, но есть одно существенное отличие: аномалии – явление редкое, и обучающих примеров, на которых можно натаскать машинно обучающуюся модель на выявление таких объектов, либо исчезающе мало, либо просто нет, поэтому методы классификации здесь не работают. На практике такой задачей является, например, выявление мошеннических действий с банковскими картами.	2	2		2
Тема 5. Основные виды ML. Машинное обучение с учителем	Основная масса задач, решаемых при помощи методов машинного обучения, относится к двум разным видам: обучение с учителем (supervised learning) либо без него (unsupervised learning). Однако этим учителем вовсе не обязательно является сам программист, который стоит над компьютером и контролирует каждое действие в программе. «Учитель» в терминах машинного обучения – это само вмешательство человека в процесс обработки информации. В обоих видах обучения машине предоставляются исходные данные, которые ей предстоит проанализировать и найти закономерности. Различие лишь в том, что при обучении с учителем есть ряд гипотез, которые необходимо опровергнуть или подтвердить.	2	2		2
Тема 6. Основные виды ML. Машинное обучение без	В случае обучения без учителя, когда готовых «правильных ответов» системе не предоставлено, всё обстоит ещё интереснее. Например, у нас есть информация о весе и росте какого-то количества людей, и эти данные нужно распределить по трём	2	2		2

учителя.	группам, для каждой из которых предстоит пошить рубашки подходящих размеров. Это задача кластеризации. В этом случае предстоит разделить все данные на 3 кластера (но, как правило, такого строгого и единственно возможного деления нет).				
Тема 7. Основные алгоритмы моделей ML. Дерево принятия решений	Это метод поддержки принятия решений, основанный на использовании древовидного графа: модели принятия решений, которая учитывает их потенциальные последствия (с расчётом вероятности наступления того или иного события), эффективность, ресурсозатратность. Для бизнес-процессов это дерево складывается из минимального числа вопросов, предполагающих однозначный ответ — «да» или «нет». Последовательно дав ответы на все эти вопросы, мы приходим к правильному выбору. Методологические преимущества дерева принятия решений – в том, что оно структурирует и систематизирует проблему, а итоговое решение принимается на основе логических выводов.	2	2		2
Тема 8. Основные алгоритмы моделей ML. Наивная байесовская классификация	Байесовский подход. Принцип максимума совместного правдоподобия данных и модели. Некоторые разновидности регуляризаторов, применяемые на практике. Квадратичный (L2) регуляризатор. L1- и L0- регуляризаторы и их связь с отбором признаков. Метод релевантных векторов. Сложностный подход. Радемахеровская сложность и некоторые её свойства. Верхняя оценка вероятности ошибки для линейных классификаторов.	2	2		2
Тема 9. Основные алгоритмы моделей ML. Метод наименьших квадратов	Всем, кто хоть немного изучал статистику, знакомо понятие линейной регрессии. К вариантам её реализации относятся и наименьшие квадраты. Обычно с помощью линейной регрессии решают задачи по подгонке прямой, которая проходит через множество точек. Вот как это делается с помощью метода наименьших квадратов: провести прямую, измерить расстояние от неё до каждой из точек (точки и линию соединяют вертикальными отрезками), получившуюся сумму перенести вверх. В результате та кривая, в которой сумма расстояний будет наименьшей, и есть искомая (эта линия пройдёт через точки с нормально распределённым отклонением от истинного значения). Линейная функция обычно используется при подборе данных для машинного обучения, а метод наименьших квадратов – для сведения к минимуму погрешностей путем создания метрики ошибок.	2	2		2
Тема 10. Основные алгоритмы моделей ML. Логистическая регрессия	Логистическая регрессия – это способ определения зависимости между переменными, одна из которых категориально зависима, а другие независимы. Для этого применяется логистическая функция (аккумулятивное логистическое распределение). Практическое значение логистической регрессии заключается в том, что она является мощным статистическим методом предсказания событий, который включает в себя одну или несколько	2	2		2

	независимых переменных. Это востребовано в следующих ситуациях: кредитный скоринг; замеры успешности проводимых рекламных кампаний; прогноз прибыли с определённого товара; оценка вероятности землетрясения в конкретную дату.				
Тема 11. Основные алгоритмы моделей ML. Метод опорных векторов (SVM)	Это целый набор алгоритмов, необходимых для решения задач на классификацию и регрессионный анализ. Исходя из того что объект, находящийся в N-мерном пространстве, относится к одному из двух классов, метод опорных векторов строит гиперплоскость с мерностью $(N - 1)$, чтобы все объекты оказались в одной из двух групп. На бумаге это можно изобразить так: есть точки двух разных видов, и их можно линейно разделить. Кроме сепарации точек, данный метод генерирует гиперплоскость таким образом, чтобы она была максимально удалена от самой близкой точки каждой группы. SVM и его модификации помогают решать такие сложные задачи машинного обучения, как сплайсинг ДНК, определение пола человека по фотографии, вывод рекламных баннеров на сайты.	2	2		2
Тема 12. Основные алгоритмы моделей ML. Метод ансамблей	Он базируется на алгоритмах машинного обучения, генерирующих множество классификаторов и разделяющих все объекты из вновь поступающих данных на основе их усреднения или итогов голосования. Изначально метод ансамблей был частным случаем байесовского усреднения, но затем усложнился и оброс дополнительными алгоритмами: бустинг (boosting) – преобразует слабые модели в сильные посредством формирования ансамбля классификаторов (с математической точки зрения это является улучшающим пересечением); бэггинг (bagging) – собирает усложнённые классификаторы, при этом параллельно обучая базовые (улучшающее объединение); корректирование ошибок выходного кодирования.	2	1		2
Тема 13. Основные алгоритмы моделей ML. Алгоритмы кластеризации	Кластеризация заключается в распределении множества объектов по категориям так, чтобы в каждой категории – кластере – оказались наиболее схожие между собой элементы. Кластеризовать объекты можно по разным алгоритмам. Чаще всего используют следующие: на основе центра тяжести треугольника; на базе подключения; сокращения размерности; плотности (основанные на пространственной кластеризации); вероятностные; машинное обучение, в том числе нейронные сети.	2	1		2
Тема 14. Основные алгоритмы. Метод главных компонент (PCA)	Метод главных компонент, или PCA, представляет собой статистическую операцию по ортогональному преобразованию, которая имеет своей целью перевод наблюдений за переменными, которые могут быть как-то взаимосвязаны между собой, в набор главных компонент – значений, которые линейно не коррелированы.	2	1		2
Тема 15. Основные алгоритмы. Сингулярное	В линейной алгебре сингулярное разложение, или SVD, определяется как разложение прямоугольной матрицы, состоящей из комплексных или вещественных чисел. Так, матрицу M размерностью	2	1		2

разложение.	$[m \times n]$ можно разложить таким образом, что $M = U \cdot V$, где U и V будут унитарными матрицами, а Λ – диагональной.				
Тема 16. Основные алгоритмы. Анализ независимых компонент (ICA)	Это один из статистических методов, который выявляет скрытые факторы, оказывающие влияние на случайные величины, сигналы и пр. ICA формирует порождающую модель для баз многофакторных данных. Переменные в модели содержат некоторые скрытые переменные, причем нет никакой информации о правилах их смешивания. Эти скрытые переменные являются независимыми компонентами выборки и считаются негауссовскими сигналами.	2	1		2
Тема 17. Примеры применения методов ML. Диагностика заболеваний	Пациенты в данном случае являются объектами, а признаками – все наблюдающиеся у них симптомы, анамнез, результаты анализов, уже предпринятые лечебные меры (фактически вся история болезни, формализованная и разбитая на отдельные критерии). Некоторые признаки – пол, наличие или отсутствие головной боли, кашля, сыпи и иные – рассматриваются как бинарные.	2	1		2
Тема 18. Примеры применения методов ML. Поиск мест залегания полезных ископаемых	В роли признаков здесь выступают сведения, добытые при помощи геологической разведки: наличие на территории местности каких-либо пород (и это будет признаком бинарного типа), их физические и химические свойства (которые раскладываются на ряд количественных и качественных признаков).	2	1		1
Тема 19. Примеры применения методов ML. Оценка надёжности и платёжеспособности кандидатов на получение кредитов	С этой задачей ежедневно сталкиваются все банки, занимающиеся выдачей кредитов. Необходимость в автоматизации этого процесса назрела давно, ещё в 1960–1970-е годы, когда в США и других странах начался бум кредитных карт.	2	1		1
Контроль:					36
Всего по дисциплине:		42	30	0	36

*ЗЛТ – занятия лекционного типа, ПЗ – все виды занятий семинарского типа, кроме лабораторных работ, ЛР – лабораторные работы, СРО – самостоятельная работа обучающегося

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Рекомендуемая литература

Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)	Электронные ресурсы
Платонов, А. В. Машинное обучение : учебное пособие для	https://urait.ru/viewer/mashinnoe-obuchenie-520544#page/1

вузов / А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15561-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].	
Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник / В. С. Ростовцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с.	https://e.lanbook.com/book/160142

5.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в т.ч. отечественного производства

- 7-Zip
- LibreOffice
- ОС Альт образование 10

5.3 Перечень информационных справочных систем (ИСС) и современных профессиональных баз данных (СПБД)

№	Наименование СПБД/ ИСС
1.	Электронная библиотека Grebennikon.ru – www.grebennikon.ru
2.	Научная электронная библиотека eLIBRARY – www.elibrary.ru
3.	Научная электронная библиотека КиберЛеника – www.cyberleninka.ru
4.	База данных ПОЛПРЕД Справочники – www.polpred.com
5.	База данных OECD Books, Papers & Statistics на платформе OECD iLibrary www.oecd-ilibrary.org
6.	Справочная правовая система КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс СПБГЭУ или www.consultant.ru)
7.	Справочная правовая система «ГАРАНТ» (инсталлированный ресурс СПБГЭУ или www.garant.ru)
8.	Информационно-справочная система «Кодекс» (инсталлированный ресурс СПБГЭУ или www.kodeks.ru)
9.	Электронная библиотечная система BOOK.ru - www.book.ru
10.	Электронная библиотечная система ЭБС ЮРАЙТ – www.urait.ru
11.	Электронно-библиотечная система ЗНАНИУМ (ZNANIUM) – www.znanium.com
12.	Электронная библиотека СПБГЭУ – opac.unicon.ru

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа,

курсового проектирования (выполнения курсовых работ) групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Помещения оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование учебных аудиторий, перечень	Адрес (местоположение) учебных аудиторий
Ауд. 2045 Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного типа и занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации), оборудована мультимедийным комплексом. Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 78 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска меловая (3-х секционная) - 1 шт., кафедра - 1 шт., стульев - 2 шт. Переносной мультимедийный комплект: Ноутбук HP 250 G6 1WY58EA, Мультимедийный проектор LG PF1500G. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия.	191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р»
Ауд. 2034 Компьютерный класс (для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) с применением вычислительной техники). Оборудован мультимедийным комплексом. Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 25 посадочных мест, рабочее место преподавателя (стол 1шт., кресло 1шт.), доска маркерная 1 шт., вешалки стойки 2шт., стульев 3шт. Компьютер I5-7400/8Gb/1Tb/DELL S2218H - 21 шт., Сетевой коммутатор Cisco WS-C2960-48TT-L (Catalyst2960) 48портов 10/100Мбит/с+2п - 1 шт., Коммутатор Cisco Catalyst 2960 24 WS-C2960-24PC-L - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия.	191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р»
Ауд. 2032 Компьютерный класс (для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) с применением вычислительной техники). Оборудован мультимедийным комплексом. Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 25 посадочных мест, рабочее место преподавателя (стол 1шт., кресло 1шт.), доска маркерная на колесиках 1 шт., маркерная доска на ножках 1шт., вешалки стойки 1шт., стол 2шт., стульев 4шт., доска объявлений 1шт., жалюзи 2шт., Компьютер Intel I5-7400/16Gb/1Tb/ видеокарта NVIDIA GeForce GT 710/Монитор. DELL S2218H - 25 шт., Интерактивная доска SMARTB 680 - 1 шт., Шкаф телекоммуникационный настенный ЦМО ШРН-Э-6.650 - 1 шт.,	191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р»

Коммутатор ProCurve Switch 2626 - 1 шт., Терминальная станция тонкий клиент в составе Sun Ray 2 client - 1 шт., Стойка для интерактивной доски 660х680 - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия.	
---	--

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться со следующими документами:

- учебно-методической документацией;
- локальными нормативными актами, регламентирующими основные вопросы организации и осуществления образовательной деятельности, в том числе регламентирующие порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся;
- графиком консультаций сотрудников профессорско-преподавательского состава.

Уровень и глубина освоения дисциплины определяются активной и систематической работой обучающихся на лекционных занятиях, занятиях семинарского типа, выполнением самостоятельной работы, в том числе в части выделения наиболее значимых и актуальных проблем для дальнейшего изучения. Особым условием качественного освоения дисциплины является эффективная организация труда, позволяющая распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком учебного процесса.

При подготовке к учебным занятиям обучающимся предоставляется возможность посещения консультаций сотрудников профессорско-преподавательского состава СПбГЭУ согласно расписанию, установленному в графике консультаций.

Аудиторная и внеаудиторная работа обучающихся должна быть направлена на формирование:

- фундаментальных основ мировоззрения обучающихся и естественнонаучного познания;
- базисных знаний, соответствующих направлению подготовки и заявленной профессиональной области, формирующих целевую и профессиональную основу для подготовки кадров;
- профессиональных компетенций ориентированных на удовлетворение потребностей рынка труда;
- индивидуальной траектории посредством освоения уникального набора профессиональных компетенций дополняющих компетентностную модель обучающегося, за счет ориентации на конкретные

профессиональные специализированные области знаний, определяемые представителями рынка труда;

- метанавыков обучающихся, таких как: командная работа и лидерство, анализ данных, цифровые навыки, разработка и реализация проектов, межкультурное взаимодействие.

8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает:

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1 Контрольные вопросы и задания к промежуточной аттестации

- 1 Основные понятия машинного обучения. Определения.
- 2 Основные постановки задач при машинном обучении. Примеры прикладных задач.
- 3 Линейные методы классификации и регрессии: функционалы качества, методы настройки, особенности применения.
- 4 Метрики качества алгоритмов регрессии и классификации.
- 5 Оценивание качества алгоритмов. Отложенная выборка, ее недостатки.
- 6 Деревья решений. Методы построения деревьев. Их регуляризация.
- 7 Композиции алгоритмов. Разложение ошибки на смещение и разброс.
- 8 Градиентный бустинг, его особенности при использовании деревьев в качестве базовых алгоритмов.
- 9 Кластеризация. Постановка задачи кластеризации.
- 10 Роль компьютерного моделирования. Философские основания нейронауки. Исторический обзор.
- 11 Векторное пространство. Базис. Ортогональные проекции.
- 12 Гиперсферы и гиперповерхности. Матрицы. Линейные преобразования.
- 13 Нейробиология. Биологический нейрон, его строение и функции.
- 14 Объединение нейронов в сети. Биологическая изменчивость и обучаемость нейронных сетей. Кибернетическая модель нейрона - формальный нейрон МакКаллока и Питса.
- 15 Обучение нейрона. Обучение нейронных сетей на примерах. Формирование обобщений (категорий) при обучении.
- 16 Признаковое и конфигурационное (фазовое) пространство нейронной сети. Обучение как задача многофакторной оптимизации.
- 17 Многослойный ПЕРСЕПТРОН. Алгоритм обратного распространения ошибок.
- 18 Конфигурация и устойчивость сетей с обратными связями. Модель Хопфилда.
- 19 Правило обучения Хебба. Ассоциативная память. Распознавание образов.
- 20 Вероятностные обобщения модели Хопфилда и статистическая машина Больцмана.
- 21 Двухнаправленная ассоциативная память Коско. Представление информации в сети Хопфилда, решающей задачу комбинаторной оптимизации.
- 22 Нейровычисления и нейроматематика. Принципы организации вычислительных процессов в нейроЭВМ.
- 23 Сведения из биологии, физиологии высшей нервной деятельности, психологии, кибернетики, статистической физики и дискретной математики;
- 24 Биологический нейрон и его математическая модель;
- 25 ПЕРСЕПТРОН, линейная разделимость и теорема Розенблатта об обучении;
- 26 Обучение нейронной сети, как задача комбинаторной оптимизации;
- 27 Правило Хебба, модель Хопфилда и ее обобщения;
- 28 Иерархические нейронные сети;
- 29 Алгоритм обратного распространения ошибок;
- 30 Модели Липпмана-Хемминга, Хехт-Нильсена, Коско;
- 31 Способы представления информации в нейронных сетях;
- 32 Современные нейросетевые архитектуры, КОГНИТРОН и НЕОКОГНИТРОН Фукушимы;
- 33 Теория адаптивного резонанса;
- 34 Алгоритмы генетического поиска для построения топологии и обучения нейронных

- сетей;
- 35 Адаптивный кластерный анализ и карта самоорганизации Кохонена;
 - 36 Конечные автоматы и нейронные сети;
 - 37 Современные достижения нейронауки, нейро-ЭВМ шестого поколения, нейропроцессоры, математическое обеспечение.
 - 38 Линейные преобразования. Преобразования координат, при которых не происходит искажения пространств. Т.е. все параллельные прямые остаются параллельными
 - 39 Нейробиология. Нейробиология — наука, изучающая устройство, функционирование, развитие, генетику, биохимию, физиологию и патологию нервной системы. Изучение поведения является также разделом нейробиологии.
 - 40 Что явилось стимулом появления искусственных нейронных сетей.
 - 41 Биологический нейрон, Биологический нейрон (нервная клетка) является особой биологической клеткой, которая обрабатывает информацию
 - 42 Искусственный нейрон — узел искусственной нейронной сети, являющийся упрощённой моделью естественного нейрона. Математически искусственный нейрон обычно представляют как некоторую нелинейную функцию от единственного аргумента — линейной комбинации всех входных сигналов.
 - 43 Объединение нейронов в сети. Биологическая изменчивость и обучаемость нейронных сетей.
 - 44 Кибернетическая модель нейрона - формальный нейрон МакКаллока и Питса.
 - 45 Обучение нейрона. Обучение нейронных сетей на примерах. Формирование обобщений (категорий) при обучении.
 - 46 Признаковое и конфигурационное (фазовое) пространство нейронной сети. Обучение как задача многофакторной оптимизации.
 - 47 Многослойный ПЕРСЕПТРОН. Алгоритм обратного распространения ошибок.
 - 48 Конфигурация и устойчивость сетей с обратными связями. Модель Хопфилда.
 - 49 Правило обучения Хебба. Ассоциативная память. Распознавание образов.
 - 50 Вероятностные обобщения модели Хопфилда и статистическая машина Больцмана.
 - 51 Двухнаправленная ассоциативная память Коско. Представление информации в сети Хопфилда, решающей задачу комбинаторной оптимизации.
 - 52 Нейровычисления и нейроматематика. Принципы организации вычислительных процессов в нейроЭВМ.
 - 53 Сведения из биологии, физиологии высшей нервной деятельности, психологии, кибернетики, статистической физики и дискретной математики;
 - 54 Биологический нейрон и его математическая модель;
 - 55 ПЕРСЕПТРОН, линейная разделимость и теорема Розенблатта об обучении.

1.2 Темы письменных работ

Рабочей программой дисциплины не предусмотрено.

1.3 Контрольные точки

Номер контрольной точки	Тип контрольной точки	Способ проведения	Номера тем
1	Контрольная работа	письменно	1-5
2	Практическая работа	письменно	6-10
3	Текущий контроль	с помощью технических средств и информационных систем	1-19

1.4 Другие объекты оценивания

Рабочей программой дисциплины не предусмотрено.

1.5 Самостоятельная работа обучающегося

Наименования самостоятельной работы	Номера тем
Выполнение домашних заданий	1-5
Выполнение расчетных, аналитических, расчетно-графических и др. заданий	6-10
Подготовка к лекционным и практическим занятиям	11-14
Подготовка к экзамену	1-19

1.6 Шкала оценивания результата

Шкалы оценивания и процедуры оценивания результатов обучения **по дисциплине** регламентируются Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования и Положением о балльно-рейтинговой системе.

Для оценки сформированности результатов обучения по дисциплине используется **балльно-рейтинговая система успеваемости обучающихся**:

Формой итогового контроля по дисциплине является экзамен (или дифференцированный зачет), итоговая оценка формируется в соответствии со шкалой, приведенной ниже в таблице:

Баллы	Оценка
≤ 54	неудовлетворительно
55-69	удовлетворительно
70-84	хорошо
≥ 85	отлично

Шкала оценивания результата

2 (балл до 54)	Демонстрирует непонимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. Демонстрируется первичное восприятие материала. Работа незакончена и /или это плагиат.
3 (балл 55-69)	Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых, к заданию выполнены. Владение элементами заданного материала. В основном выполненный материал понятен и носит целостный характер.
4 (балл 70-84)	Демонстрирует значительное понимание проблемы обозначенной дисциплиной. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены. Содержание выполненных заданий раскрыто и рассмотрено с разных точек

	зрения.
5 (балл 85-100)	<p>Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.</p> <p>Продemonстрировано уверенное владение материалом дисциплины.</p> <p>Выполненные задания носят целостный характер, выполнены в полном объеме, структурированы, представлены различные точки зрения, продемонстрирован творческий подход.</p>