

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 22

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

(подпись)

« 20 » февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Машинное обучение в задачах радиотехники»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности/ специализации	Радиотехнические технологии и аппаратный интерфейс нейронных сетей
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)



17.02.2026

(подпись, дата)

В.Ю. Волков

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22

«17 » февраля 2026 г, протокол № 2

Заведующий кафедрой № 22

к.т.н.

(уч. степень, звание)



17.02.2026

(подпись, дата)

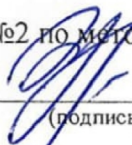
Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



17.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Машинное обучение в задачах радиотехники» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности/специализации «Радиотехнические технологии и аппаратный интерфейс нейронных сетей». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-1 «Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, а также с использованием методов искусственного интеллекта»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных методами машинного и глубокого обучения, в том числе применительно к задачам радиотехники.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, семинары, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (4 семестр), дифференцированного зачета (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Машинное обучение в задачах радиотехники» является формирование у обучающихся системных представлений о принципах построения и функционирования обучающихся систем, а также получение необходимых знаний, умений и навыков в области применения методов машинного обучения к анализу и обработке данных, характерных для радиотехнических приложений. Дисциплина закладывает методологическую и практическую основу для последующего изучения специализированных методов интеллектуальной обработки сигналов, радиолокационной и радионавигационной информации.

В рамках дисциплины решается задача введения обучающихся в предметную область машинного и глубокого обучения: от базовых понятий и постановок задач (классификация, регрессия, кластеризация, снижение размерности) до принципов построения простейших искусственных нейронных сетей. Преподавание дисциплины ориентировано на создание поддерживающей образовательной среды, в которой обучающиеся осваивают широкий спектр методов машинного обучения на модельных и прикладных примерах, приобретают навыки формализации радиотехнических задач в терминах обучающихся систем и получают возможность развить и продемонстрировать умение обоснованно выбирать и применять соответствующие алгоритмы для решения инженерных задач.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, а также с использованием методов искусственного интеллекта	ПК-1.У.4 уметь проводить патентный поиск, выявлять аналоги разрабатываемых узлов, блоков радиотехнических устройств и систем, аппаратного интерфейса нейронных сетей ПК-1.В.1 владеть навыками компьютерного моделирования ПК-1.В.2 владеть навыками применения методов искусственного интеллекта

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- « Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра »,
- « Математика Математический анализ »,
- « Математика. Теория вероятностей и математическая статистика »,
- « Алгоритмизация и программирование »,
- « Введение в нейронные сети »,

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№4	№5
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	68	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	68	34	34
в том числе:			
лекции (Л), (час)			
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	68	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)			
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)			
Самостоятельная работа, всего (час)	76	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач., Дифф. зач.,	Дифф. зач.,	Дифф. зач.,

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Введение Тема 1.1 Понятие обучающихся систем и место машинного обучения в задачах радиотехники.		2			
Раздел 2. Методы оптимизации Тема 2.1. Задача оптимизации. Функции потерь, эмпирический риск, минимизация Тема 2.2. Выпуклые и невыпуклые задачи Тема 2.3. Градиентный спуск и модификации		8			6

Раздел 3. Линейные модели Тема 3.1. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов Тема 3.2. Оценка качества и валидация Тема 3.3. Логистическая регрессия. Линейная классификация Тема 3.4. Регуляризация (L1, L2)		10			14
Раздел 4. Метрические и вероятностные методы Тема 4.1. Метод k ближайших соседей. Метрики близости Тема 4.2. Наивный байесовский классификатор		4			6
Раздел 5. Решающие деревья и ансамбли Тема 5.1. Решающие деревья. Критерии ветвления Тема 5.2. Бэггинг. Случайный лес Тема 5.3. Бустинг. Градиентный бустинг		6			8
Раздел 6. Обучение без учителя Тема 6.1. Кластеризация (метод k-средних, иерархическая) Тема 6.2. Снижение размерности (PCA)		4			4
Итого в семестре:		34			38
Семестр 5					
Раздел 1. Переход от линейных моделей с нейросетям Тема 1.1. Логистическая регрессия как искусственный нейрон Тема 1.2. Ограничения линейной разделмости. Гипотеза компактности. Необходимость скрытых слоёв Тема 1.3. Архитектура MLP: слои, веса, смещения Тема 1.4. Прямое распространение сигнала Тема 1.5. Теорема об универсальной аппроксимации		12			10
Раздел 2. Обучение нейронных сетей Тема 2.1. Функции потерь для нейросетей Тема 2.2. Обратное распространение ошибки Тема 2.3. Оптимизаторы		12			12
Раздел 3. Регуляризация Тема 3.1. Проблема затухания градиентов, функции активации, остаточные связи Тема 3.2. Переобучение сетей, dropout, L1/L2, ранняя остановка Тема 3.3. Инициализация весов, нормализация входов, батч-нормализация Тема 3.4. Настройка гиперпараметров. Диагностика процесса обучения		10			16
Итого в семестре:		34			38
Итого	0	68	0	0	76

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
	Учебным планом не предусмотрено

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4					
1	Понятие обучающихся систем и место машинного обучения в задачах радиотехники	Разбор темы	2		1
2	Задача оптимизации. Функции потерь, эмпирический риск, минимизация	Разбор темы	2		2
3	Выпуклые и невыпуклые задачи	Разбор темы, решение задач	2		2
4	Градиентный спуск и модификации	Разбор темы, решение задач	4		2
5	Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов	Разбор темы	2		3
6	Оценка качества и валидация	Разбор темы	2		3
7	Логистическая регрессия. Линейная классификация	Разбор темы, написание кода	2		3
8	Регуляризация (L1, L2)	Разбор темы, решение задач	4		3
9	Метод k ближайших соседей. Метрики близости	Разбор темы, решение задач	2		4
10	Наивный байесовский классификатор	Разбор темы, решение задач	2		4
11	Решающие деревья. Критерии ветвления	Разбор темы	2		5
12	Случайный лес	Разбор темы, написание кода	2		5

13	Градиентный бустинг	Разбор темы, написание кода	2		5
14	Кластеризация	Разбор темы, написание кода	2		6
15	Снижение размерности (PCA)	Разбор темы, написание кода	2		6
Семестр 5					
16	Логистическая регрессия как искусственный нейрон	Разбор темы	2		1
17	Ограничения линейной разделимости	Разбор темы	2		1
18	Архитектура MLP	Разбор темы	2		1
19	Прямое распространение сигнала	Разбор темы, написание кода	4		1
20	Теорема об универсальной аппроксимации	Разбор темы	2		1
21	Функции потерь для нейросетей	Разбор темы	2		2
22	Обратное распространение ошибки	Разбор темы, написание кода	6		2
23	Оптимизаторы	Разбор темы, написание кода	4		2
24	Проблема затухания градиентов	Разбор темы	2		3
25	Переобучение сетей	Разбор темы	2		3
26	Применение методов регуляризации	Написание кода	4		3
27	Настройка гиперпараметров. Диагностика процесса обучения	Разбор темы , написание кода	2		3
Всего			68		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час	Семестр 5, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	22	18
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)	6	6	
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)			
Домашнее задание (ДЗ)	30	10	20
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)			
Всего:	76	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
https://znanium.ru/catalog/product/2155889	Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; пер. с англ. А. А. Слинкина. — 2-е изд., испр. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 654 с. — ISBN 978-5-97060-618-6. — Текст : электронный.	
https://urait.ru/bcode/536292	Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будак, Л. А. Артемьева ; под ред. Ф. П. Васильева. — Москва : Юрайт, 2024. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6157-7. —	

	Текст : электронный.	
https://dmkpress.com/catalog/computer/statistics/978-5-93700-217-4/	Джеймс, Г. Введение в статистическое обучение с примерами на Python / Г. Джеймс, Д. Уиттон, Т. Хасти, Р. Тибширани ; пер. с англ. А. Ю. Гинько. — Москва : ДМК Пресс, 2024. — 846 с. — ISBN 978-5-93700-217-4. — Текст : непосредственный.	
https://e.lanbook.com/book/69955	Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах ; пер. с англ. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — ISBN 978-5-97060-273-7. — Текст : электронный.	
https://e.lanbook.com/book/122180	Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-3768-9. — Текст : электронный.	
https://urait.ru/bcode/406386	Сухарев, А. Г. Численные методы оптимизации : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2017. — 367 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04449-2. — Текст : электронный.	
https://urait.ru/bcode/511020	Анализ данных : учебник для вузов / под ред. В. С. Мхитаряна. — Москва : Юрайт, 2023. — 490 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00616-2. — Текст : электронный.	
https://urait.ru/bcode/442328	Красавин, А. В. Компьютерный практикум в среде MATLAB : учебное пособие для вузов / А. В. Красавин, Я. В. Жумагулов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2019. — 277 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-08509-9. — Текст : электронный.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://www.deeplearningbook.org/	I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville. «Deep Learning» (MIT Press)
https://d2l.ai/	«Dive into Deep Learning» (A. Zhang et al.)
https://dlcourse.ai/	«Deep Learning на пальцах»
https://education.yand	Разделы учебника ШАД по глубокому обучению — нейросети,

ex.ru/handbook/ml	обучение, современные архитектуры
https://pytorch.org/tutorials/	Официальные учебные материалы PyTorch
https://numpy.org/doc/stable/	Документация NumPy
https://matplotlib.org/stable/users/index.html	Документация Matplotlib
https://distill.pub/	Distill
https://paperswithcode.com/	Papers with Code
https://arxiv.org/list/cs.LG/recent	arXiv (раздел cs.LG, Machine Learning)
https://habr.com/ru/hub/machine_learning/	Хабр, раздел «Машинное обучение»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Аудитория для проведения практических занятий	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий **.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий **.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий **.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий **.

Примечание: ** по решению кафедры процент правильно выполненных тестовых заданий может быть изменен.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Понятие обучающейся системы. Типы машинного обучения (с учителем, без учителя, с подкреплением). Примеры задач машинного обучения в радиотехнике	ПК-1.У.4
2	Постановка задачи обучения: объекты, признаки, целевая переменная, обучающая выборка. Задачи классификации и регрессии	ПК-1.У.4
3	Функция потерь и эмпирический риск. Принцип минимизации эмпирического риска	ПК-1.У.4
4	Выпуклые и невыпуклые задачи оптимизации. Свойство «локальный минимум совпадает с глобальным». Примеры выпуклых функций потерь	ПК-1.У.4
5	Градиентный спуск. Пакетный, стохастический и мини-батч варианты: различия и области применения	ПК-1.У.4
6	Для заданной функции потерь записать шаг градиентного спуска и выполнить несколько итераций	ПК-1.В.1
7	Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Аналитическое и итеративное решение	ПК-1.У.4
8	Оценка качества модели: train/test-разбиение, кросс-валидация. Проблема переобучения, компромисс «смещение–разброс»	ПК-1.У.4
9	По результатам обучения и валидации определить наличие переобучения и предложить меры по его снижению	ПК-1.В.1
10	Логистическая регрессия. Линейная классификация. Интерпретация выхода как вероятности	ПК-1.У.4
11	Регуляризация (L_1 , L_2): назначение, различия, влияние на веса модели	ПК-1.У.4
12	Метод k ближайших соседей. Метрики близости. Влияние параметра k на качество	ПК-1.У.4
13	Для заданной выборки классифицировать объект методом k ближайших соседей при разных k	ПК-1.В.1
14	Наивный байесовский классификатор. Предположение о независимости признаков	ПК-1.У.4
15	Решающие деревья. Критерии ветвления. Причины переобучения деревьев	ПК-1.У.4
16	Ансамбли: бэггинг и случайный лес. Механизм снижения дисперсии	ПК-1.У.4
17	Бустинг. Градиентный бустинг: основная идея последовательного построения композиции	ПК-1.У.4
18	Кластеризация: метод k-средних и иерархическая кластеризация. Отличие от классификации	ПК-1.У.4
19	Выполнить одну итерацию алгоритма k-средних для заданного набора точек и начальных центров	ПК-1.В.1
20	Снижение размерности методом главных компонент (PCA): назначение и геометрический смысл	ПК-1.У.4
21	Обосновать выбор метода машинного обучения для заданной	ПК-1.В.1

	радиотехнической задачи (классификация сигналов, регрессия параметров и т. п.)	
22	Логистическая регрессия как модель искусственного нейрона. Связь линейных моделей и нейросетей	ПК-1.У.4
23	Функции активации (сигмоида, tanh, ReLU и др.): причины использования, свойства, достоинства и недостатки	ПК-1.У.4
24	Ограничения линейной разделимости. Гипотеза компактности. Необходимость скрытых слоёв	ПК-1.У.4
25	Архитектура многослойного персептрона: слои, веса, смещения. Смысл параметров сети	ПК-1.У.4
26	Прямое распространение сигнала в MLP. Записать вычисление выхода сети для заданной архитектуры	ПК-1.В.2
27	Реализовать прямой проход небольшой полносвязной сети (на псевдокоде / numpy)	ПК-1.В.1
28	Теорема об универсальной аппроксимации: формулировка и смысл для практики	ПК-1.У.4
29	Функции потерь для нейросетей (MSE, кросс-энтропия): выбор под задачу регрессии и классификации	ПК-1.У.4
30	Алгоритм обратного распространения ошибки: идея, роль цепного правила	ПК-1.У.4
31	Вывести формулы обратного распространения для сети с одним скрытым слоем	ПК-1.В.2
32	Реализовать шаг обучения MLP (прямой проход, backpropagation, обновление весов)	ПК-1.В.2
33	Оптимизаторы: SGD, momentum, RMSProp, Adam. Отличия и влияние на сходимость	ПК-1.У.4
34	Проблема затухания (и взрыва) градиентов. Роль функций активации и остаточных связей	ПК-1.У.4
35	Переобучение нейронных сетей. Dropout, L1/L2-регуляризация, ранняя остановка	ПК-1.У.4
36	Инициализация весов и нормализация входов. Батч-нормализация: назначение	ПК-1.У.4
37	Настройка гиперпараметров нейросети (скорость обучения, размер батча, число слоёв/нейронов)	ПК-1.У.4
38	По графикам функции потерь на обучении и валидации диагностировать проблему обучения и предложить решение	ПК-1.В.2
39	Настроить и обучить MLP для заданной задачи, обосновать выбор архитектуры и гиперпараметров	ПК-1.В.1
40	Сравнить работу разных оптимизаторов на одной задаче по коду / результатам обучения	ПК-1.В.2
41	Обосновать применимость полносвязной нейросети к обработке радиотехнических данных и её ограничения	ПК-1.У.4

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код
-------	--	-----

		индикатора
1	Что из перечисленного является задачей обучения без учителя? а) Кластеризация б) Линейная регрессия в) Логистическая регрессия г) Классификация сигналов по размеченной обучающей выборке д) Прогнозирование дальности до цели по меткам	ПК-1.В.2
2	Какие два свойства характерны для выпуклой задачи оптимизации? а) Любой локальный минимум является глобальным б) Функция потерь всегда линейна в) Градиентный спуск гарантированно сходится к глобальному оптимуму г) Решение всегда находится без вычисления градиента д) Функция потерь не имеет производных е) Задача всегда решается за одну итерацию	ПК-1.В.1
3	Расставьте этапы одной итерации градиентного спуска в правильном порядке: А) Вычисление градиента функции потерь по параметрам Б) Вычисление значения функции потерь В) Обновление параметров в направлении антиградиента Г) Прямой проход: вычисление предсказания модели	ПК-1.В.1
4	Как называется явление, при котором модель показывает низкую ошибку на обучающей выборке и высокую на тестовой? Запишите кратко.	ПК-1.У.4
5	Какой из перечисленных методов относится к ансамблевым? а) Случайный лес б) Метод k ближайших соседей в) Наивный байесовский классификатор г) Линейная регрессия д) Метод главных компонент	ПК-1.В.2
6	Какие два приёма позволяют снизить переобучение модели? а) L2-регуляризация б) Увеличение числа параметров модели в) Ранняя остановка обучения г) Уменьшение обучающей выборки д) Отказ от валидации е) Максимальное увеличение скорости обучения	ПК-1.В.1
7	Как называется гиперпараметр метода ближайших соседей, задающий число учитываемых соседей? Запишите кратко.	ПК-1.У.4
8	Какая функция преобразует линейную комбинацию признаков в вероятность в логистической регрессии? а) Сигмоида б) ReLU в) Знаковая функция (sign) г) Тожественная функция д) Косинус	ПК-1.В.2
9	Какие два утверждения о методе главных компонент (РСА) верны? а) РСА снижает размерность данных б) РСА является методом классификации с учителем в) Главные компоненты взаимно ортогональны г) РСА увеличивает число признаков	ПК-1.В.2

	д) PCA требует размеченной обучающей выборки е) PCA максимизирует ошибку восстановления	
10	Как называется дополнительное слагаемое в функции потерь, штрафующее модель за большие значения весов? Запишите кратко.	ПК-1.У.4
11	Расставьте шаги кросс-валидации по k блокам (k-fold) в правильном порядке: А) Разбиение данных на k равных частей Б) Усреднение оценок качества по всем итерациям В) Обучение на k-1 частях и оценка на оставшейся части Г) Повторение процедуры k раз со сменой тестового блока	ПК-1.В.1
12	Что называется признаком (feature) объекта в машинном обучении? а) Измеримое свойство объекта, подаваемое на вход модели б) Значение целевой переменной в) Число объектов в выборке г) Значение функции потерь д) Шаг градиентного спуска	ПК-1.У.4
13	В каком методе для ветвления используется критерий Джини? а) Решающее дерево б) Метод k ближайших соседей в) Линейная регрессия г) k-средних д) PCA	ПК-1.В.2
14	Какие два метода относятся к обучению с учителем? а) Логистическая регрессия б) Метод k-средних в) Случайный лес г) Метод главных компонент д) Иерархическая кластеризация	ПК-1.В.2
15	Как называется метод снижения размерности, основанный на поиске ортогональных направлений максимальной дисперсии? Запишите кратко.	ПК-1.У.4
16	Какая функция активации обнуляет все отрицательные значения аргумента? а) ReLU б) Сигмоида в) Гиперболический тангенс (tanh) г) GELU д) ELU	ПК-1.В.2
17	Какие два элемента необходимы для обучения нейросети методом обратного распространения ошибки? а) Дифференцируемая функция потерь б) Вычисление градиентов по цепному правилу в) Матрица смежности графа г) Таблица истинности д) Заранее известные оптимальные веса	ПК-1.В.1
18	Расставьте шаги одной итерации обучения многослойного персептрона в правильном порядке: А) Вычисление функции потерь Б) Обратное распространение ошибки В) Обновление весов оптимизатором Г) Прямое распространение сигнала	ПК-1.В.1
19	Как называется алгоритм вычисления градиентов функции потерь по	ПК-1.У.4

	весам сети на основе цепного правила? Запишите кратко.	
20	Почему однослойный перцептрон не способен решить задачу XOR? а) Классы линейно неразделимы б) В сети недостаточно нейронов в слое в) Отсутствует функция активации г) Возникает переобучение д) Обучающая выборка недостаточна	ПК-1.B.2
21	Какие два оптимизатора используют адаптивную скорость обучения? а) Adam б) SGD без модификаций в) RMSProp г) Пакетный градиентный спуск без модификаций д) Метод наименьших квадратов	ПК-1.B.2
22	Как называется теорема, утверждающая, что сеть с одним скрытым слоем способна приблизить любую непрерывную функцию? Запишите кратко.	ПК-1.Y.4
23	Что задаёт параметр смещения (bias) в искусственном нейроне? а) Сдвиг аргумента функции активации б) Число слоёв сети в) Скорость обучения г) Размер батча д) Число эпох обучения	ПК-1.B.1
24	Какие два приёма помогают бороться с переобучением нейронной сети? а) Dropout б) Неограниченное увеличение числа эпох в) Ранняя остановка г) Удаление валидационной выборки д) Полное отключение регуляризации	ПК-1.B.1
25	Какая функция потерь обычно применяется для бинарной классификации нейронной сетью? а) Бинарная кросс-энтропия б) Средняя абсолютная ошибка по меткам классов в) Косинусное расстояние г) Критерий Джини д) KL-дивергенция к равномерному распределению	ПК-1.B.2
26	Как называется проблема, при которой в глубоких сетях градиенты становятся близкими к нулю и обучение ранних слоёв замедляется? Запишите кратко.	ПК-1.Y.4
27	Расставьте модели по возрастанию глубины (числа обучаемых слоёв): А) Логистическая регрессия Б) Многослойный перцептрон с одним скрытым слоем В) Глубокий перцептрон с несколькими скрытыми слоями	ПК-1.B.2
28	Какие два приёма улучшают устойчивость и скорость обучения нейросети? а) Батч-нормализация б) Инициализация всех весов нулями в) Нормализация входных данных г) Присвоение всем весам одинакового большого значения д) Полное отключение функций активации	ПК-1.B.1

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

На практических занятиях обучающиеся изучают материал, решают задачи и пишут код в соответствии с темами, указанными в п. 4.3.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

К экзамену допускаются студенты, сдавшие все лабораторные работы и получившие итоговую положительную оценку.

Оценка за экзамен выставляется по пятибалльной системе в соответствии с таблицей 14.

Аттестационная оценка определяется, как средняя между оценкой за практические работы и оценкой за дифференцированный зачет.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой