

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

Кафедра № 43

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц. к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

А.А. Фоменкова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«16» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Разработка и проектирование интеллектуальных программных средств машинного
обучения»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Программная инженерия
Наименование направленности/ специализации	Проектирование программных систем
Форма обучения	заочная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доцент, к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

12.02.26

(подпись, дата)

В.Ю. Скобцов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 43

«16» февраля 2026 г, протокол № 02/2026

Заведующий кафедрой № 43

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

16.02.26

(подпись, дата)

М.Ю. Охтилев

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц. к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

16.02.26

(подпись, дата)

А.А. Фоменкова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Разработка и проектирование интеллектуальных программных средств машинного обучения» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.04 «Программная инженерия» направленности/специализации «Проектирование программных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№43».

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

ПК-2 «Способность владеть методологией программной инженерии при проектировании программных систем различного назначения»

ПК-3 «Способность разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение»

ПК-6 «Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой и проектированием интеллектуальных программных средств машинного обучения как современной методологией интеллектуального анализа данных в программной инженерии на основе изучения и применения языка программирования Python, его средств и пакетов работы с данными, математических вычислений и машинного обучения, и ее применением в программно-алгоритмическом обеспечении информационных систем, для повышения качества системного анализа данных в информационных технологиях.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (6 семестр), дифференцированного зачета (7 семестр), дифференцированного зачета (8 семестр), дифференцированного зачета (9 семестр), дифференцированного зачета (10 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Изучение полидисциплинарных знаний в информационных системах с применением современных разделов программирования на языке Python, анализа, обработки и визуализации данных, соответствующих математических/статистических вычислений, моделей машинного обучения и цикла их разработки и проектирования. Получение навыков профессионального владения в перечисленных областях, в частности, решении задач интеллектуального анализа данных средствами математического, алгоритмического и программного обеспечения: предварительного анализа, обработки, представления и визуализации данных, разведочного анализа данных на основе статистического анализа и моделей машинного/глубокого обучения для задач реального мира на основе данных различной природы.

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-2 Способность владеть методологией программной инженерии при проектировании программных систем различного назначения	ПК-2.У.1 умеет применять методологии проектирования, тестирования и сопровождения программных систем различного назначения на всех этапах жизненного цикла ПК-2.В.1 владеет навыками использования методов и средств проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов и баз данных
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способность разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	ПК-3.В.1 владеет навыками и имеет опыт практического применения методологии разработки требований и проектирования программного обеспечения
Профессиональные компетенции	ПК-6 Готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности	ПК-6.У.1 уметь применять методы, модели и алгоритмы искусственного интеллекта при проектировании и разработке специального программного обеспечения ПК-6.У.2 уметь ставить задачи и выполнять проектирование систем искусственного интеллекта ПК-6.В.1 владеть навыками использования инструментальных средств разработки систем искусственного интеллекта

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Прикладные модели оптимизации,
- Вычислительная математика,
- Прикладная теория вероятностей и статистика,
- Теория вероятностей,
- Математика. Математический анализ,
- Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра,
- Дискретная математика,
- Основы программирования,
- Алгоритмы и структуры данных,
- Объектно-ориентированное программирование,
- Проектирование программных систем.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Основы машинного обучения,
- Интеллектуальный анализ данных на основе методов машинного обучения,
- СИИ,
- Обработка экспериментальных данных,
- Дипломное проектирование.

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				
		№6	№7	№8	№9	№10
1	2	3	4	5	6	7
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	10/ 360	2/ 72	2/ 72	2/ 72	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	40	8	8	8	8	8
Аудиторные занятия, всего час.	40	8	8	8	8	8
в том числе:						
лекции (Л), (час)						
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	20	4	4	4	4	4
лабораторные работы (ЛР), (час)	20	4	4	4	4	4
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)						
экзамен, (час)						
Самостоятельная работа, всего (час)	320	64	64	64	64	64
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач., Дифф. зач., Дифф. зач., Дифф. зач., Дифф. зач., Дифф. зач.,	Диф ф. зач.,	Диф ф. зач.,	Диф ф. зач.,	Диф ф. зач.,	Диф ф. 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 (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Экосистема разработки и проектирования программных моделей машинного/глубокого (МО/ГО) обучения в Python Тема 1.1. Среда разработки в Python Anaconda. Установка, пакетные менеджеры и управление окружениями. Тема 1.2. Обзор Jupyter Notebook как интерактивной среды для разработки и демонстрации программных моделей МО/ГО. Тема 1.3. Обзор и установка ключевых пакетов загрузки, обработки, визуализации данных и разработки моделей машинного обучения: NumPy (числовые вычисления), Pandas (работа с данными), Matplotlib/Seaborn (визуализация), Scikit-learn, Keras/Tensorflow (МО/ГО).		1	1		10
Раздел 2. Основы работы с данными и их визуализацией Тема 2.1. Основы пакета NumPy и работы с NumPy массивами данных. Загрузка и сохранение данных в виде NumPy массивов. Тема 2.2. Основы пакета Pandas: создание и работа с данными в форме		1	1		18

Series и DataFrame. Загрузка и сохранение данных из/в файлов форматов csv, txt, Excel. Тема 2.3. Основы визуализации: создание базовых одномерных и двумерных графиков с помощью пакетов Matplotlib, Pandas и Seaborn.					
Раздел 3. Машинное обучение как современная методология интеллектуального анализа и обработки данных. Тема 3.1. Определение и задачи машинного обучения. Типы моделей машинного обучения, виды обучения. Метрики оценки моделей машинного обучения. Тема 3.2. Базовые линейные и нелинейные модели МО/ГО.		1	1		18

Раздел 4. Цикл разработки программных моделей МО/ГО. Тема 4.1. Постановка задачи. Тема 4.2. Разведочный анализ данных, включая визуализацию. Тема 4.3. Подготовка данных: предобработка и очистка данных, масштабирование данных, обработка категориальных атрибутов, пользовательские трансформаторы, конвейеры трансформаторов данных, отбор информативных признаков. Тема 4.4. Создание, обучение и оценивание моделей МО/ГО. Данные в машинном обучении, типы наборов данных и разные типы проверок модели, перекрестная проверка, ошибка модели – компромисс между смещением и разбросом. Тема 4.5. Настройка моделей машинного обучения. Поиск гипер-параметров моделей на основе поиска по сетке. Тема 4.6. Сохранение и загрузка моделей МО/ГО.		1	1		18
Итого в семестре:		4	4		64
Семестр 7					

Раздел 5. Теория вероятности и статистический анализ в машинном обучении Тема 5.1. Основные понятия теории вероятности и статистики. Тема 5.2. Наивный Байесовский классификатор. Тема 5.3. Корреляционный анализ, индексы и матрицы корреляции. Тема 5.4. Сравнительный групповой анализ на основе статистического анализа.		2	2		32
Раздел 6. Понижение сложности (размерности) данных Тема 6.1. Анализ главных компонент (Principal component analysis – PCA) Тема 6.2. Разведочный факторный анализ. Тема 6.3. Локальные линейные вложения Тема 6.4. Методы на основе обучения многообразий Тема 6.5. Применение методов понижения размерности в визуализации данных.		2	2		32
Итого в семестре:		4	4		64
Семестр 8					
Раздел 7. Разведочная группировка данных на основе моделей кластеризации Тема 7.1. Модели гауссовых смесей (GMM). Тема 7.2. Спектральная кластеризация. Тема 7.3. Метод OPTICS Тема 7.4. Метод HDBSCAN		2	2		32

Раздел 8. Модели обнаружения аномалий в данных Тема 8.1. Обнаружение аномалий на основе PCA Тема 8.2. Обнаружение аномалий на основе гауссовых случайных проекций. Тема 8.3. Обнаружение аномалий на основе модели Isolation Forest. Тема 8.4. Обнаружение аномалий на основе модели одноклассовой машины опорных векторов		2	2		32
Итого в семестре:		4	4		64
Семестр 9					
Раздел 9. Ансамблевое обучение. Тема 9.1. Классификаторы с голосованием. Стэкинг. Тема 9.2. Бэггинг и случайный лес (Random Forest). Тема 9.3. Модели бустинга.		1	1		21
Раздел 10. Поиск гиперпараметров нейросетевых моделей Тема 10.1 Поиск гиперпараметров нейросетевых моделей по сетке Тема 10.2 Поиск гиперпараметров нейросетевых моделей с помощью эволюционных алгоритмов. Пакет Deep Тема 10.3 Поиск гиперпараметров нейросетевых моделей с помощью пакета Optuna		1.5	1.5		21

Раздел 11. Определение объектов на изображениях с помощью нейросетевых моделей Тема 11.1 Сеть R-CNN и ее модификации Тема 11.2 Сеть SSD Тема 11.3 Архитектура YOLO Тема 11.4 Сеть RetinaNet		1.5	1.5		22
Итого в семестре:		4	4		64
Семестр 10					
Раздел 12. Механизмы внимания и модели трансформеров Тема 12.1 Механизмы внимания Тема 12.2 Трансформеры: архитектура и принципы работы. Тема 12.3 Решение задачи классификации данных с помощью механизмов внимания и моделей трансформеров. Тема 12.4 Решение задачи регрессии данных с помощью механизмов внимания и моделей трансформеров. Тема 12.5 Решения задачи машинного перевода с помощью трансформеров и обучения «Sequence-to-sequence».		4	4		64
Итого в семестре:		4	4		64
Итого	0	20	20	0	320

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 6					
1	Установка и работа в экосистеме среды разработки Python Anaconda. Установка и обзорное изучение основных пакетов и Jupyter Notebook	Практика	1	1	1
2	Решение задачи разведочного анализа и разработки регрессионной модели табличных данных с помощью методов обработки данных (пакеты Numpy, Pandas), визуализации (Matplotlib, Pandas и Seaborn), работы с моделями МО (Scikit-Learn)	Практика	1.5	1.5	1-4
3	Решение задачи разведочного анализа и разработки классификационной модели табличных данных с помощью методов обработки данных (пакеты Numpy, Pandas), визуализации (Matplotlib, Pandas и Seaborn), работы с моделями МО (Scikit-Learn)	Практика	1.5	1.5	1-4
Семестр 7					

4	Корреляционный анализ данных	Практика	1	1	5
5	Групповой статистический анализ данных	Практика	1	1	5
6	Классификация данных на основе байесовского, регрессионного и нейросетевого подходов	Практика	1	1	5,3
7	Понижение сложности данных и их визуализация	Практика	1	1	6
Семестр 8					
8	Группировка данных на основе моделей кластеризации	Практика	2	2	7
9	Решение задачи обнаружения аномалий в данных	Практика	2	2	8
Семестр 9					
10	Разработка модели классификации на основе моделей ансамблей	Практика	1	1	9
11	Поиск гиперпараметров нейросетевых моделей	Практика	1.5	1.5	10
12	Определение объектов на изображениях с помощью нейросетевых моделей	Практика	1.5	1.5	11
Семестр 10					
13	Решение задачи регрессии данных с помощью механизмов внимания и моделей трансформеров	Практика	1.5	1.5	12
14	Решение задачи классификации данных с помощью механизмов внимания и моделей трансформеров	Практика	1.5	1.5	12
	Решения задачи обучения	Практика	1	1	12

	«Sequence-to-sequence» с помощью трансформеров				
Всего			20	20	

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
Семестр 6				
1	Установка и работа в экосистеме среды разработки Python Anaconda. Установка и обзорное изучение основных пакетов и Jupyter Notebook	1	1	1
2	Решение задачи разведочного анализа и разработки регрессионной модели табличных данных с помощью методов обработки данных (пакеты Numpy, Pandas), визуализации (Matplotlib, Pandas и Seaborn), работы с моделями МО (Scikit-Learn)	1.5	1.5	1-4
3	Решение задачи разведочного анализа и разработки классификационной модели табличных данных с помощью методов обработки данных (пакеты Numpy, Pandas), визуализации (Matplotlib, Pandas и Seaborn), работы с моделями МО (Scikit-Learn)	1.5	1.5	1-4
Семестр 7				

4	Корреляционный анализ данных	1	1	5
5	Групповой статистический анализ данных	1	1	5
6	Классификация данных на основе байесовского, регрессионного и нейросетевого подходов	1	1	5,3
7	Понижение сложности данных и их визуализация	1	1	6
Семестр 8				
8	Группировка данных на основе моделей кластеризации	2	2	7
9	Решение задачи обнаружения аномалий в данных	2	2	8
Семестр 9				
10	Разработка модели классификации на основе моделей ансамблей	1	1	9
11	Поиск гиперпараметров нейросетевых моделей	1.5	1.5	10
12	Определение объектов на изображениях с помощью нейросетевых моделей	1.5	1.5	11
Семестр 10				
13	Решение задачи регрессии данных с помощью механизмов внимания и моделей трансформеров	1.5	1.5	12
14	Решение задачи классификации данных с помощью механизмов внимания и моделей трансформеров	1.5	1.5	12
	Решения задачи обучения «Sequence-to-sequence» с помощью трансформеров	1	1	12
Всего		20	20	

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 6, час	Семестр 7, час	Семестр 8, час	Семестр 9, час	Семестр 10, час
1	2	3	4	5	6	7
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	200	40	40	40	40	40
Контрольные работы заочников (КРЗ)	80	16	16	16	16	16
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	40	8	8	8	8	8
Всего:	320	64	64	64	64	64

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://e.lanbook.com/book/481577	Панов М. А. Анализ данных с использованием языка программирования Python: учебное пособие. - Уральский государственный экономический университет, 2024.	Даты обращения — январь-февраль 2026
https://e.lanbook.com/book/513580	Баланов, А. Н. Машинное обучение и искусственный интеллект : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026.	Даты обращения — январь-февраль 2026
https://e.lanbook.com/book/450836	Антохина Ю. А., Татарникова Т. М. Методы и алгоритмы искусственного интеллекта: Учебник для вузов. — Издательство "Лань", 2025.	Даты обращения — январь-февраль 2026

https://e.lanbook.com/book/461489	Татарникова Т. М., Боженко В. В. Методы машинного обучения: учеб. Пособие. – Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2023.	Даты обращения — январь-февраль 2026
---	--	--------------------------------------

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://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система Лань
https://lms.guap.ru/	ЛМС ГУАП
https://pro.guap.ru/	Система личного кабинета ГУАП

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
	Свободно распространяемое ПО: - интерпретатор языка программирования Python 3.*; - среда разработки Anaconda с соответствующими инструментами (Spyder, Jupyter Notebook) и пакетами машинного/глубокого обучения, обработки и визуализации данных. https://www.anaconda.com/download/success?reg=skipped

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
1	Документация по среде разработки Anaconda, ее компонентам и инструментам https://www.anaconda.com/docs/main
2	Пакет разработки нейросетевых моделей Keras. https://keras.io/api/
3	Пакет разработки нейросетевых моделей Tensorflow. https://www.tensorflow.org/tutorials?hl=ru

4	Пакет ввода/вывода и обработки данных Pandas https://pandas.pydata.org/docs/
5	Пакет работы с Numpy массивами https://numpy.org/doc/stable/

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	Специализированная лаборатория «Название»	Б.М. 23-08, 23-09, 23-10
2	Аудитории для самостоятельной подготовки	Интернет-классы библиотеки ул. Б. Морская, 67

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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– 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^{**}.

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.	Определение и задачи машинного обучения. Типы моделей машинного обучения, виды обучения. Отличие модели МО от классического алгоритма.	ПК-2.У.1 ПК-2.В.1 ПК-3.В.1
2.	Метрики оценки моделей регрессии.	ПК-2.У.1 ПК-2.В.1 ПК-3.В.1
3.	Метрики оценки моделей классификации.	ПК-2.У.1 ПК-2.В.1 ПК-3.В.1
4.	Линейная модель регрессии. Методы обучения	ПК-2.У.1 ПК-2.В.1 ПК-3.В.1
5.	Полиномиальная модель регрессии. Методы обучения	ПК-2.У.1 ПК-2.В.1 ПК-3.В.1
6.	Модель бинарной логистической регрессии. Методы обучения	ПК-2.У.1

		ПК-2.В.1 ПК-3.В.1
7.	Основные пакеты для администрирования, загрузки, обработки данных и разработки моделей машинного обучения.	ПК-2.У.1 ПК-2.В.1 ПК-3.В.1
8.	Инструмент разработки и демонстрации работы программных моделей машинного/глубокого обучения Jupyter Notebook.	ПК-2.У.1 ПК-2.В.1 ПК-3.В.1
9.	Загрузка и сохранение данных фреймов в Python с помощью пакета Pandas	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
10.	Обработка данных фреймов в Python с помощью пакета Pandas	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
11.	Загрузка и сохранение моделей и данных в Python с помощью пакета Pickle	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
12.	Модель мультиномиальной логистической регрессии. Методы обучения	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
13.	Визуализация данных средствами пакетов Pandas, Seaborn и Matplotlib.	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
14.	Модель полносвязной нейронной сети. Методы обучения	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
15.	Цикл разработки программных моделей МО/ГО, основные этапы.	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
16.	Пакет NumPy, векторизация и операции над векторными данными.	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
17.	Корреляционный анализ, индексы и матрицы корреляции.	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
18.	Сравнительный групповой анализ на основе статистического анализа.	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
19.	Основные методы масштабирования данных.	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
20.	Отбор информативных признаков, линейные и нелинейные критерии	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
21.	Методы понижения размерности пространства данных. Анализ главных компонент (Principal component analysis – PCA)	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
22.	Методы понижения размерности пространства данных. Разведочный факторный анализ	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
23.	Методы понижения размерности пространства данных. Локальные линейные вложения	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2

		ПК-6.B.1
24.	Методы понижения размерности пространства данных. Методы на основе обучения многообразий	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
25.	Применение методов понижения размерности в визуализации данных	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
26.	Разведочная группировка данных на основе моделей кластеризации. Модели гауссовых смесей (GMM).	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
27.	Разведочная группировка – сегментация данных на основе моделей кластеризации. Спектральная кластеризация	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
28.	Разведочная группировка – сегментация данных на основе моделей кластеризации. Метод OPTICS	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
29.	Разведочная группировка – сегментация данных на основе моделей кластеризации. Метод HDBSCAN	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
30.	Модели обнаружения аномалий в данных. Обнаружение аномалий на основе PCA	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
31.	Модели обнаружения аномалий в данных. Обнаружение аномалий на основе гауссовых случайных проекций	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
32.	Модели обнаружения аномалий в данных. Обнаружение аномалий на основе модели Isolation Forest	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
33.	Модели обнаружения аномалий в данных. Обнаружение аномалий на основе модели одноклассовой машины опорных векторов	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
34.	Подготовка данных: предобработка и очистка данных, обработка текстовых и категориальных атрибутов.	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
35.	Подготовка данных: пользовательские трансформаторы, конвейеры трансформаторов данных.	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
36.	Наивный Байесовский классификатор	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
37.	Настройка моделей машинного/глубокого обучения. Поиск гипер-параметров моделей с помощью пакета Optuna	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
38.	Настройка моделей машинного/глубокого обучения. Поиск гипер-параметров моделей на основе поиска по сетке.	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
39.	Настройка моделей машинного/глубокого обучения. Поиск гипер-параметров моделей на основе поиска эволюционными алгоритмами. Пакет Deep	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1
40.	Сохранение и загрузка моделей машинного/глубокого обучения.	ПК-6.Y.1 ПК-6.Y.2 ПК-6.B.1

41.	Основы ансамблевого обучения	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
42.	Классификаторы с голосованием. Стэкинг.	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
43.	Бэггинг и случайный лес (Random Forest).	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
44.	Модели бустинга.	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
45.	Определение объектов на изображениях с помощью нейросетевых моделей. Сеть R-CNN и ее модификации	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
46.	Определение объектов на изображениях с помощью нейросетевых моделей. Сеть SSD	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
47.	Определение объектов на изображениях с помощью нейросетевых моделей. Архитектура YOLO	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
48.	Определение объектов на изображениях с помощью нейросетевых моделей. Сеть RetinaNet	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
49.	Механизмы внимания	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
50.	Трансформеры: архитектура и принципы работы.	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
51.	Решение задачи классификации данных с помощью механизмов внимания и моделей трансформеров	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
52.	Решение задачи регрессии данных с помощью механизмов внимания и моделей трансформеров	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1
53.	Решения задачи машинного перевода с помощью трансформеров и обучения «Sequence-to-sequence»	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1

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.	Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Вопрос: Какой из приведенных пакетов языка Python предназначен для работы с фреймами данных?: 1. NumPy 2. Keras 3. Pandas 4. Os	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1																				
2.	Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите один правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Вопрос: Какой из приведенных пакетов языка Python предназначен для выполнения высокопроизводительных числовых вычислений и работы с многомерными массивами данных?: 1. Matplotlib 2. NumPy 3. Scikit-learn 4. Optuna	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1																				
3.	Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Вопрос: Какой из приведенных типов моделей машинного обучения может решить задачу сегментации инвесторов в случае отсутствия данных с категориальными эталонными метками?: 1. Модель кластеризации 2. Модель определения аномалий 3. Метод сравнительного группового анализа 4. Модель классификации	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1																				
4.	Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Вопрос: Какие из перечисленных методов и алгоритмов относятся к методам понижения размерности данных?: 1. Анализ главных компонент (PCA) 2. Локальные линейные вложения (LLE) 3. Метод случайного леса (Random Forest) 4. Разведочный факторный анализ	ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1																				
5.	Инструкция: Прочитайте задание установите соответствие. Вопрос: Установите соответствие между типами ансамблевых моделей и их синтаксисом в программном коде языка Python: <table><tr><td>A</td><td>Бэггинг классификатор</td><td>1</td><td>HistGradientBoostingRegressor()</td></tr><tr><td>B</td><td>Случайный лес регрессор</td><td>2</td><td>BaggingClassifier()</td></tr><tr><td>C</td><td>Адабустинг классификатор</td><td>3</td><td>GradientBoostingClassifier()</td></tr><tr><td>D</td><td>Градиентный бустинг классификатор</td><td>4</td><td>RandomForestRegressor()</td></tr><tr><td>E</td><td>Градиентный бустинг</td><td>5</td><td>AdaBoostClassifier()</td></tr></table>	A	Бэггинг классификатор	1	HistGradientBoostingRegressor()	B	Случайный лес регрессор	2	BaggingClassifier()	C	Адабустинг классификатор	3	GradientBoostingClassifier()	D	Градиентный бустинг классификатор	4	RandomForestRegressor()	E	Градиентный бустинг	5	AdaBoostClassifier()	ПК-2.У.1 ПК-2.В.1 ПК-3.В.1
A	Бэггинг классификатор	1	HistGradientBoostingRegressor()																			
B	Случайный лес регрессор	2	BaggingClassifier()																			
C	Адабустинг классификатор	3	GradientBoostingClassifier()																			
D	Градиентный бустинг классификатор	4	RandomForestRegressor()																			
E	Градиентный бустинг	5	AdaBoostClassifier()																			

		регрессор																			
6.	Инструкция: Прочитайте задание установите соответствие. Вопрос: Установите соответствие между типами ансамблевых моделей и их синтаксисом в программном коде языка Python: <table><tr><td>A</td><td>Анализ главных компонент</td><td>1</td><td>IsolationForest()</td></tr><tr><td>B</td><td>Модель изоляционного леса</td><td>2</td><td>PCA()</td></tr><tr><td>C</td><td>Локальные линейные вложения</td><td>3</td><td>OneClassSVM()</td></tr><tr><td>D</td><td>Одноклассовая машина опорных векторов</td><td>4</td><td>LocallyLinearEmbedding()</td></tr></table>				A	Анализ главных компонент	1	IsolationForest()	B	Модель изоляционного леса	2	PCA()	C	Локальные линейные вложения	3	OneClassSVM()	D	Одноклассовая машина опорных векторов	4	LocallyLinearEmbedding()	ПК-2.У.1 ПК-2.В.1 ПК-3.В.1
A	Анализ главных компонент	1	IsolationForest()																		
B	Модель изоляционного леса	2	PCA()																		
C	Локальные линейные вложения	3	OneClassSVM()																		
D	Одноклассовая машина опорных векторов	4	LocallyLinearEmbedding()																		
7.	Инструкция: Прочитайте задание и запишите соответствующую последовательность номеров ответов слева направо. Вопрос: Запишите номера этапов разработки модели МО/ГО в нужном порядке: 1. Тестирование модели с целью проверки обобщающей способности на новых данных 2. Подготовка и предобработка данных 3. Сохранение модели 4. Обучение модели 5. Подбор гиперпараметров модели на проверочной выборке				ПК-2.У.1 ПК-2.В.1 ПК-3.В.1																
8.	Инструкция: Прочитайте задание и запишите соответствующую последовательность номеров ответов слева направо. Вопрос: Установите правильную последовательность этапов работы с данными в рамках разведочного анализа и подготовки данных перед обучением модели: 1. Отбор информативных признаков (feature selection) 2. Визуализация базовых распределений и поиск зависимостей 3. Загрузка данных из внешнего источника (csv, txt, Excel) 4. Обработка пропусков и очистка данных 5. Масштабирование признаков				ПК-2.У.1 ПК-2.В.1 ПК-3.В.1																
9.	С результатами какого случая задачи классификации, бинарной или мульти-классовой, необходимо сравнивать результаты решения задачи определения аномалий?				ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.1																
10.	Какая архитектура нейронной сети используется для решения задачи определения объектов на изображениях и основана на принципе «You Only Look Once»?				ПК-6.У.1 ПК-6.У.2 ПК-6.В.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
1	Реализация полного цикла разработки программной модели машинного обучения

2	Применение методов статистического анализа и алгоритмов понижения размерности для подготовки и визуализации данных
3	Разведочный анализ данных на основе моделей кластеризации и методов обнаружения аномалий
4	Разработка гибридных ансамблевых моделей для детекции объектов изображения с оптимизацией гиперпараметров базовых нейросетевых архитектур
5	Решение задач анализа табличных данных с использованием механизмов внимания и архитектур трансформеров

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 освоению лекционного материала

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.3. 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 обучающимся 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

Структура представления материала для практических занятий

Раздел 1. Экосистема разработки и проектирования программных моделей машинного/глубокого (МО/ГО) обучения в Python

Тема 1.1. Среда разработки в Python Anaconda. Установка, пакетные менеджеры и управление окружениями.

Тема 1.2. Обзор Jupyter Notebook как интерактивной среды для разработки и демонстрации программных моделей МО/ГО.

Тема 1.3. Обзор и установка ключевых пакетов загрузки, обработки, визуализации данных и разработки моделей машинного обучения: NumPy (числовые вычисления), Pandas (работа с данными), Matplotlib/Seaborn (визуализация), Scikit-learn, Keras/Tensorflow (МО/ГО).

Раздел 2. Основы работы с данными и их визуализацией

Тема 2.1. Основы пакета NumPy и работы с NumPy массивами данных. Загрузка и сохранение данных в виде NumPy массивов.

Тема 2.2. Основы пакета Pandas: создание и работа с данными в форме Series и DataFrame. Загрузка и сохранение данных из/в файлов форматов csv, txt, Excel.

Тема 2.3. Основы визуализации: создание базовых одномерных и двумерных графиков с помощью пакетов Matplotlib, Pandas и Seaborn.

Раздел 3. Машинное обучение как современная методология интеллектуального анализа и обработки данных.

Тема 3.1. Определение и задачи машинного обучения. Типы моделей машинного обучения, виды обучения. Метрики оценки моделей машинного обучения.

Тема 3.2. Базовые линейные и нелинейные модели МО/ГО.

Раздел 4. Цикл разработки программных моделей МО/ГО.

Тема 4.1. Постановка задачи.

Тема 4.2. Разведочный анализ данных, включая визуализацию.

Тема 4.3. Подготовка данных: предобработка и очистка данных, масштабирование данных, обработка категориальных атрибутов, пользовательские трансформаторы, конвейеры трансформаторов данных, отбор информативных признаков.

Тема 4.4. Создание, обучение и оценивание моделей МО/ГО. Данные в машинном обучении, типы наборов данных и разные типы проверок модели, перекрестная проверка, ошибка модели – компромисс между смещением и разбросом.

Тема 4.5. Настройка моделей машинного обучения. Поиск гипер-параметров моделей на основе поиска по сетке.

Тема 4.6. Сохранение и загрузка моделей МО/ГО.

Раздел 5. Теория вероятности и статистический анализ в машинном обучении

Тема 5.1. Основные понятия теории вероятности и статистики.

Тема 5.2. Наивный Байесовский классификатор.

Тема 5.3. Корреляционный анализ, индексы и матрицы корреляции.

Тема 5.4. Сравнительный групповой анализ на основе статистического анализа.

Раздел 6. Понижение сложности (размерности) данных

Тема 6.1. Анализ главных компонент (Principal component analysis – PCA)

Тема 6.2. Разведочный факторный анализ.

Тема 6.3. Локальные линейные вложения

Тема 6.4. Методы на основе обучения многообразий

Тема 6.5. Применение методов понижения размерности в визуализации данных.

Раздел 7. Разведочная группировка данных на основе моделей кластеризации

Тема 7.1. Модели гауссовых смесей (GMM).

Тема 7.2. Спектральная кластеризация.

Тема 7.3. Метод OPTICS

Тема 7.4. Метод HDBSCAN

Раздел 8. Модели обнаружения аномалий в данных

Тема 8.1. Обнаружение аномалий на основе PCA

Тема 8.2. Обнаружение аномалий на основе гауссовых случайных проекций.

Тема 8.3. Обнаружение аномалий на основе модели Isolation Forest.

Тема 8.4. Обнаружение аномалий на основе модели одноклассовой машины опорных векторов

Раздел 9. Ансамблевое обучение.

Тема 9.1. Классификаторы с голосованием. Стэкинг.

Тема 9.2. Бэггинг и случайный лес (Random Forest).

Тема 9.3. Модели бустинга.

Раздел 10. Поиск гиперпараметров нейросетевых моделей

Тема 10.1 Поиск гиперпараметров нейросетевых моделей по сетке

Тема 10.2 Поиск гиперпараметров нейросетевых моделей с помощью эволюционных алгоритмов. Пакет Dear

Тема 10.3 Поиск гиперпараметров нейросетевых моделей с помощью пакета Optuna

Раздел 11. Определение объектов на изображениях с помощью нейросетевых моделей

Тема 11.1 Сеть R-CNN и ее модификации

Тема 11.2 Сеть SSD

Тема 11.3 Архитектура YOLO

Тема 11.4 Сеть RetinaNet

Раздел 12. Механизмы внимания и модели трансформеров

Тема 12.1 Механизмы внимания

Тема 12.2 Трансформеры: архитектура и принципы работы. Тема 12.3

Решение задачи классификации данных с помощью механизмов внимания и моделей трансформеров.

Тема 12.4 Решение задачи регрессии данных с помощью механизмов внимания и моделей трансформеров.

Тема 12.5 Решения задачи машинного перевода с помощью трансформеров и обучения «Sequence-to-sequence».

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание на выполнение лабораторных работ включает формулировку задачи интеллектуального анализа и обработки данных, указание предметной области данных, для которой студент разрабатывает программно-информационную систему интеллектуального анализа и обработки данных на основе методологии машинного обучения. В создаваемой программно-информационной системе студент разрабатывает соответствующую изучаемому разделу модель машинного обучения и ее программную реализацию для решения поставленной задачи. Студент проводит анализ и оценку качества разработанного решения с помощью соответствующих метрик и методов.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о выполнении лабораторной работы должен быть представлен в электронном виде в файле, подготовленном в текстовом редакторе, в соответствии с правилами http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml.

<http://lms.guap.ru/course/view.php?id=4306>

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Содержание отчета

1. Титульный лист.
2. Индивидуальное задание по варианту.
3. Краткие теоретические сведения.
4. Программа на Python, реализующая разработанную модель машинного обучения, и результаты выполнения индивидуального задания с комментариями.
5. Оценка и анализ качества разработанной модели МО с графиками, данными и другими иллюстрациями, и выводами.
6. Письменный ответ на контрольный вопрос по варианту (номер контрольного вопроса совпадает с номером варианта).
7. В электронном виде должен быть приложен файл Jupyter Notebook с программой и результатами ее работы.

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта
Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся является учебно-методический материал по дисциплине.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

В течение семестра текущий контроль заключается в защите лабораторных работ, в проведении опросов в процессе защиты лабораторных работ. Оценивание выполняется по 5-балльной шкале.

11.8. 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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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