

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

Кафедра № 41

УТВЕРЖДАЮ


Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н. \_\_\_\_\_

(должность, уч. степень, звание)

Е.Л. Турнецкая \_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«27» июня 2024 г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Проф., д-р техн. наук,  
проф. \_\_\_\_\_

(должность, уч. степень, звание)




(подпись, дата)

Т.М. Татарникова \_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 41

«18» июня 2024 г, протокол № 11-2023/24

 Заведующий кафедрой № 41

д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Г.А. Коржавин \_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н. \_\_\_\_\_

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

А.А. Фоменкова \_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Машинное обучение»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Прикладная информатика в информационной сфере
Форма обучения	заочная
Год приема	2024

## Аннотация

Дисциплина «Машинное обучение» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Прикладная информатика в информационной сфере». Дисциплина реализуется кафедрой «№41».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач»

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ПК-13 «способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач»

ПК-14 «Способность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности в качестве научных сотрудников, преподавателей образовательных организаций высшего образования, инженеров, технологов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением методов машинного обучения и их применения в задачах анализа данных.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины заключаются в освоении компетенций по применению методов машинного обучения для извлечения знаний из данных.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3.1 знать методики поиска, сбора и обработки информации, в том числе с использованием информационных технологий, включая интеллектуальные УК-1.У.1 уметь применять методики поиска, сбора и обработки информации, в том числе с использованием искусственного интеллекта УК-1.В.2 владеть навыками системного подхода для решения поставленных задач
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3.3 знать возможности и ограничения применения цифровых инструментов для решения поставленных задач УК-2.У.1 уметь проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения УК-2.В.3 владеть навыками использования цифровых средств для решения поставленной задачи
Профессиональные компетенции	ПК-13 способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	ПК-13.3.1 знать подходы и базовые методы решения научно-исследовательских задач в области информационных процессов и систем ПК-13.В.1 владеть навыками решения задач анализа информационных процессов и систем
Профессиональные компетенции	ПК-14 Способность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности в качестве научных сотрудников,	ПК-14.3.1 знать теоретические основы анализа данных и машинного обучения; специфику работы алгоритмов машинного обучения ПК-14.У.1 уметь применять методы машинного обучения, подготовки данных и интерпретации результатов ПК-14.В.1 владеть технологиями разработки (модификации) решений

	преподавателей образовательных организаций высшего образования, инженеров, технологов	машинного обучения и применением архитектур искусственного интеллекта для решения прикладных задач
--	---	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Введение в анализ данных
- Статистическая обработка информации
- Технологии программирования,
- Информационные системы и технологии.

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

- Интеллектуальные информационные системы,

Организация научных исследований.

## 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
		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	4	4
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	12	12
в том числе:		
лекции (Л), (час)	4	4
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	87	87
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 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 7					

Раздел 1. Введение					
Тема 1.1. Задачи машинного обучения	0,5				12
Тема 1.2. Интерпретация данных					
Раздел 2. Методы машинного обучения с учителем					
Тема 2.1. Классификация и регрессия	1		2		26
Тема 2.2. Алгоритмы машинного обучения					
Тема 2.3. Оценка неопределенности для классификаторов					
Раздел 3. Методы машинного обучения без учителя					
Тема 3.1. Предварительная обработка данных	1		2		24
Тема 3.2. Выделение признаков					
Тема 3.3. Кластеризация					
Раздел 4. Оценка качества модели					
Тема 4.1. Перекрестная проверка	0,5		2		10
Тема 4.2. Решетчатый поиск					
Тема 4.3. Метрики					
Раздел 5. Заключение					
Тема 5.1. Фреймворки и пакеты машинного обучения	1		2		15
Итого в семестре:	4		8		87
Итого	4	0	8	0	87

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
<b>Раздел 1</b>	<b>Тема 1.1. Задачи машинного обучения</b> Контролируемое обучение. Процесс сбора данных. Неконтролируемое обучение. Понятие об обучающей выборке. <b>Тема 1.2. Интерпретация данных</b> Формат данных, признаки, измерение эффективности
<b>Раздел 2</b>	<b>Тема 2.1. Классификация и регрессия</b> Цель задачи классификация. Бинарная и мультиклассовая классификация. Сложность модели классификации. <b>Тема 2.2. Алгоритмы машинного обучения</b> Наивные байесовские классификаторы. Деревья решений. Ансамбли деревьев решений. Метод опорных векторов. Нейронные сети: прямого распространения, Хопфилда, рекуррентные, сверточные, <b>Тема 2.3. Оценка неопределенности для классификаторов</b> Решающая функция. Прогнозирование вероятностей.
<b>Раздел 3</b>	<b>Тема 3.1. Предварительная обработка данных</b> Виды предварительной обработки. Преобразование данных. Масштабирование обучающего и тестового набора данных. <b>Тема 3.2. Выделение признаков</b>

	Анализ главных компонент. Факторизация. <b>Тема 3.3. Кластеризация</b> Нейронная сеть Кохонена.
<b>Раздел 4</b>	<b>Тема 4.1. Перекрестная проверка</b> Кросс-проверка. Стратегии перекрестной проверки. <b>Тема 4.2. Решетчатый поиск</b> Простой решетчатый поиск. Решетчатый поиск с перекрестной проверкой. Экономичный решетчатый поиск <b>Тема 4.3. Метрики</b> Типы ошибок. Матрица ошибок. Точность, полнота, F-мера. ROC-кривые
<b>Раздел 5</b>	<b>Тема 5.1. Фреймворки и пакеты машинного обучения</b> Знакомство с библиотеками Python: NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib scikit-learn, statsmodel

#### 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
Учебным планом не предусмотрено					

#### 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 7				
1	Наивные байесовские классификаторы.	2	2	2,4,5
2	Классификация методом случайного леса.	2	1	
3	Распознавание образов с применением нейронной сети Хопфилда	2	1	2,4,5
4	Классификация с применением сверточной нейронной сети	2	1	3,4,5
Всего		8	4	

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение 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 7, час
1	2	3

Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	20	20
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	17	17
Всего:	87	87

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

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)
004 А 51	Алпайдин, Э. Машинное обучение: новый искусственный интеллект / Э. Алпайдин. - М.: Альпина Паблишер: Точка, 2017. - 208 с.	3
004 Т 23	Татарникова, Т.М. Системы искусственного интеллекта: учебник / Т. М. Татарникова; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2024. - 301 с.	5
004 Т 23	Татарникова, Т.М. Анализ данных в прикладных задачах обеспечения информационной безопасности: монография / Т. М. Татарникова; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2018. - 115 с.	5
004 Т 23	Татарникова, Т. М. Анализ данных: учебно-методическое пособие / Т. М. Татарникова; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2021. - 121 с.	5

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
1. <a href="http://www.machinelearning.ru">http://www.machinelearning.ru</a> 2. <a href="https://www.coursera.org/learn/machine-learning">https://www.coursera.org/learn/machine-learning</a>	1. Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и ин

3. <a href="https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis">https://www.coursera.org/specializations/machine-learning-data-analysis</a> <a href="https://it.mail.ru/video/playlists/16/">https://it.mail.ru/video/playlists/16/</a>	теллектуальному анализу данных. 2. Machine learning by Andrew Ng, 3. Курс «Анализ данных» от школы анализа данных, Методы обработки больших данных, IT mail.ru,
---	---

## 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
1	Google Colab
2	Jupyter Notebook

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	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Класс для деловой игры	
3	Вычислительная лаборатория	

## 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
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 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 зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Методы машинного обучения	УК-1.3.1
2	Переобучение, недообучение, предобучение	
3	Ошибка обучения	
4	Линейные модели классификации	УК-1.У.1
5	Обучение линейных классификаторов	
6	Цель задачи классификация.	

7	Бинарная классификация	
8	Мультиклассовая классификация.	
9	Сложность модели классификации.	
10	Наивные байесовские классификаторы.	УК-1.В.2
11	Деревья решений.	
12	Ансамбли деревьев решений.	
13	Метод опорных векторов	
14	Методы классификации.	УК-2.3.3
15	Оценка ошибка классификации	УК-2.У.1
16	Решающая функция.	
17	Прогнозирование вероятностей	УК-2.В.3
18	Нейронные сети прямого распространения	ПК-13.3.1
19	Нейронная сеть Хопфилда	
20	Сверточные нейронные сети	
21	Рекуррентные нейронные сети	
22	Нейронная сеть Кохонена	
23	Предобработка данных.	ПК-13.В.1
24	Постановка задачи классификации	
25	Этапы решения задач обучения без учителя	ПК-14.3.1
26	Кросс-проверка.	ПК-14.У.1
27	Стратегии перекрестной проверки.	
28	Кросс-проверка.	
29	Стратегии перекрестной проверки.	
30	Простой решетчатый поиск.	ПК-14.В.1
31	Решетчатый поиск с перекрестной проверкой.	
32	Экономичный решетчатый поиск	

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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

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

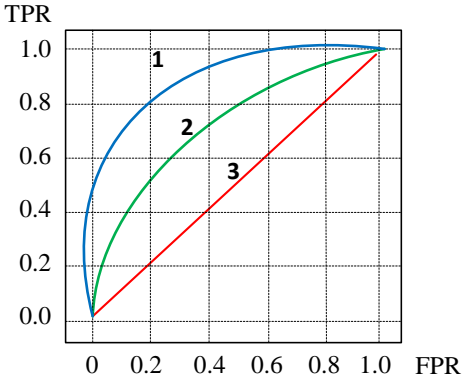
№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

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	<b>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</b> Определения дохода клиента банка является задачей: а) регрессии;	УК-1.3.1



7	<p><b>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</b></p> <p>Сколько коэффициентов нужно для построения модели линейной регрессии для одного признака:</p> <p>а) 1; б) 3; в) 2; г) 0.</p>	
8	<p><b>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</b></p> <p>Борьба с переобучением предполагает следующие механизмы:</p> <p>а) увеличить данные в наборе. б) уменьшить число параметров модели. в) регуляризация г) усложнение модель за счет добавления параметров д) уменьшение регуляризации</p>	УК-2.У.1
9	<p><b>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</b></p> <p>Борьба с недообучением предполагает следующие механизмы:</p> <p>а) увеличить данные в наборе. б) уменьшить число параметров модели. в) регуляризация г) усложнение модель за счет добавления параметров д) уменьшение регуляризации</p>	
10	<p><b>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</b></p> <p>На графике ниже приведены ROC-кривые, оценивающие эффективность трех классификаторов 1, 2, 3. Какой из классификаторов 1 или 2 или 3 точнее?</p>  <p>The graph shows True Positive Rate (TPR) on the y-axis and False Positive Rate (FPR) on the x-axis, both ranging from 0.0 to 1.0. Three curves are plotted: a blue curve (1) that is significantly above the diagonal, a green curve (2) that is closer to the diagonal than the blue one, and a red diagonal line (3) representing a random classifier.</p>	УК-2.В.3
11	<p><b>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</b></p> <p>Что может повысить качество классификации в Random Forest:</p> <p>а) использование кластеров; б) использование большого количества ансамблей деревьев; в) использование ковариационной матрицы; г) применение метода PCA.</p>	ПК-13.3.1
12	<p><b>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</b></p>	

<p>13</p>	<p>Пусть есть задача с 2 классами: <math>Y = \{-1, +1\}</math>. К какому классу будет относиться результат, если <math>f(X, W) &gt; 0</math></p> <p>а) +1;  б) -1;  в) обои классам;  г) ни к какому из перечисленных.</p> <p><b>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</b>  Какие методы машинного обучения относятся к стратегии обучения с учителем:</p> <p>а) классификация;  б) регрессия;  в) кластеризация;  г) ассоциация.</p>																																					
<p>14</p>	<p><b>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</b>  Расположите следующие этапы построения классификатора методом машинного обучения:</p> <p>А – обучение классификатора;  Б – тестирование классификатора  В – использование модели (классификация новых объектов);  Г – формализация модели классификатора (выбор метода машинного обучения)</p>																																					
<p>15</p>	<p><b>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</b>  На рисунке ниже приведена архитектура искусственной нейронной сети (ИНС) прямого распространения со следующими исходными данными:</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Рис. Архитектура ИНС прямого распространения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>матрица весовых коэффициентов: <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;">1</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">-1</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0,5</td> <td style="border-right: 1px solid black;">-0,5</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0,2</td> <td style="border-right: 1px solid black;">-0,7</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0,3</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0,2</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0,1</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0,1</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">-0,3</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black;">0</td> </tr> </table> </li> <li>Функция активации сигмоидальная</li> </ul> <p>Определить выходное значение 1-го нейрона и записать в числовом формате с десятичной точкой с двумя знаками после</p>	1	0	-1	0,5	-0,5	0	0	0,2	-0,7	0,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	-0,3	0	0	0	0	0	0	<p>ПК-13.В.1</p>
1	0	-1	0,5	-0,5	0																																	
0	0,2	-0,7	0,3	0,2	0																																	
0	0	0	0	0	0,1																																	
0	0	0	0	0	0,1																																	
0	0	0	0	0	-0,3																																	
0	0	0	0	0	0																																	

	запятой																					
16	<p><b>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</b></p> <p>Как называется задача машинного обучения, направленная на предсказание значения той или иной числовой величины для входных данных:</p> <p>а) обучение без учителя;  б) обучение с учителем;  в) регрессии;  г) прогнозирования  д) кластеризации.</p>	ПК-14.3.1																				
17	<p><b>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</b></p> <p>Что является причиной недообучения:</p> <p>а) использовании слишком простых моделей;  б) использовании избыточно сложных моделей;  в) кросс-валидация;  г) снижение значения ошибки обучения.</p>																					
18	<p><b>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</b></p> <p>Какие из следующих алгоритмов машинного обучения являются обучением без учителя:</p> <p>а) Random Forest;  б) SVM;  в) k-means;  г) нейронная сеть Кохонена  д) все выше перечисленные.</p>	ПК-14.У.1																				
19	<p><b>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</b></p> <p>Какие методы машинного обучения относятся к стратегии обучения без учителем:</p> <p>а) классификация;  б) регрессия;  в) кластеризация;  г) ассоциация.</p>																					
20	<p><b>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</b></p> <p>Дан временной ряд (число заболевших гриппом, человек/сутки):</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>32</td><td>103</td><td>589</td><td>1201</td><td>3574</td><td>2800</td><td>2521</td><td>2005</td><td>1693</td><td>1278</td> </tr> </table> <p>Спрогнозировать методом kNN при k=3 число заболевших на 1 шаг вперед. Результат запишите в числовом формате с десятичной точкой (два знака после запятой)</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	32	103	589	1201	3574	2800	2521	2005	1693	1278	ПК-14.В.1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
32	103	589	1201	3574	2800	2521	2005	1693	1278													

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	К известному набору данных применить метод k ближайших соседей
2	К известному набору данных применить агломеративный метод кластеризации

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.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

### Структура предоставления лекционного материала:

Тема 1.1. Задачи машинного обучения

Контролируемое обучение. Процесс сбора данных. Неконтролируемое обучение. Понятие об обучающей выборке.

Тема 1.2. Интерпретация данных

Формат данных, признаки, измерение эффективности

Тема 2.1. Классификация и регрессия

Цель задачи классификация. Бинарная и мультиклассовая классификация. Сложность модели классификации.

Тема 2.2. Алгоритмы машинного обучения

Наивные байесовские классификаторы. Деревья решений. Ансамбли деревьев решений. Метод опорных векторов. Нейронные сети: прямого распространения, Хопфилда, рекуррентные, сверточные,

Тема 2.3. Оценка неопределенности для классификаторов  
Решающая функция. Прогнозирование вероятностей.

Тема 3.1. Предварительная обработка данных

Виды предварительной обработки. Преобразование данных. Масштабирование обучающего и тестового набора данных.

Тема 3.2. Выделение признаков

Анализ главных компонент. Факторизация.

Тема 3.3. Кластеризация

Нейронная сеть Кохонена.

Тема 4.1. Перекрестная проверка

Кросс-проверка. Стратегии перекрестной проверки.

Тема 4.2. Решетчатый поиск

Простой решетчатый поиск. Решетчатый поиск с перекрестной проверкой.

Экономичный решетчатый поиск

Тема 4.3. Метрики

Типы ошибок. Матрица ошибок. Точность, полнота, F-мера. ROC-кривые

Тема 5.1. Фреймворки и пакеты машинного обучения

Знакомство с библиотеками Python: NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib scikit-learn, statsmodel.

11.2. 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

Задания к проведению лабораторных работ приведены в учебно-методическом пособии:

**Шифр 004 Т 23 Татарникова Т.М.** Методы машинного обучения: учебное пособие / Т. М. Татарникова, В. В. Боженко; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2023. - 100 с.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

1. Цель работы и содержание задания.
2. Описание хода выполнения работы.
3. Демонстрация полученных результатов.



4. Выводы о проделанной работе.
5. Ответы на контрольные вопросы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет оформляется согласно ГОСТ Р 2.105-2019. Обязательно наличие титульного листа и соответствие структуре отчета.

Отчет о проделанной работе выгружается в личный кабинет.

#### 11.3. 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.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им 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 являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

#### 11.4. 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.

Текущий контроль осуществляется через защиту результатов лабораторных работ.

Лабораторные работы защищаются в течении двух недель после получения задания. Результаты защиты учитываются при проведении промежуточной аттестации.

#### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Студенты, успешно выполнившие все лабораторные работы, и прошедшие тестирование на число баллов выше 85 баллов оцениваются на «отлично».

Студенты, успешно выполнившие все лабораторные работы, и прошедшие тестирование на число баллов выше 69 баллов и не более 85 баллов оцениваются на «хорошо».

Студенты, успешно выполнившие все лабораторные работы, и прошедшие тестирование на число баллов выше 54 баллов и не более 69 баллов оцениваются на «удовлетворительно».

Студенты, выполнившие не все лабораторные работы сдают экзамен по вопросам, примерный перечень которых приведен в таблице 16.

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