

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

Кафедра № 32

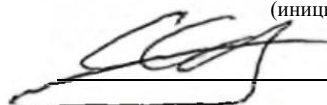
УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология и программные средства для создания интеллектуальных систем»
(Наименование дисциплины)

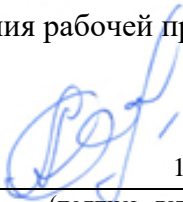
Шифр научной специальности	2.5.4
Наименование научной специальности	Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Наименование направленности (профиля) (при наличии)	
Год начала реализации программы	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

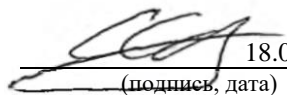
С.А. Сериков
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

С.В. Солёный
(инициалы, фамилия)

Ответственный за программу 2.5.4(00)

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

О.Я. Солёная
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Технология и программные средства для создания интеллектуальных систем» входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.5.4 «Роботы, мехатроника и робототехнические системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой и применением алгоритмов и методов машинного обучения, систем интеллектуального анализа данных при решении прикладных задач в области робототехники, а также с изучением инструментальных средств создания таких систем..

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа обучающегося.

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

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 дисциплины является формирование у обучающихся комплекса профессиональных знаний, умений и навыков в области создания интеллектуальных систем, знакомство с основными технологиями и программными средствами разработки, отладки и применения систем интеллектуального анализа данных и машинного обучения при исследовании, проектировании и эксплуатации робототехнических систем.

1.2. Дисциплина входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

1.3. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать:

- основные цифровые ресурсы, инструменты и сервисы для решения задач, связанных с разработкой интеллектуальных систем;
- принципы и основные этапы создания систем искусственного интеллекта. Распространённые программные среды разработки систем машинного обучения;
- современные библиотеки машинного обучения и принципы работы с ними.

уметь:

- применять основные методы и инструментальные средства для создания интеллектуальных систем;
- производить содержательную и формальную постановки задачи сознания интеллектуальных систем в виде композиции задач классификации, регрессии, кластеризации, ассоциации, уменьшения размерности и т.д.;
- производить оценку качества функционирования систем с искусственным интеллектом и выполнять гиперпараметрическую оптимизацию таких систем.

владеть:

- навыками работы с основными пакетами прикладных программ, современными библиотеками, средами разработки интеллектуальных систем;
- навыками создания систем интеллектуального анализа данных и машинного обучения при решении задач в области робототехники.

2. Место дисциплины в структуре программы

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

- «Организация диссертационных исследований»,
- «Библиографический и патентный поиск»,
- «Математические методы оптимизации в научном исследовании».

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

- «Роботы, мехатроника и робототехнические системы»,
- проведение диссертационных исследований, обработка результатов исследований, подготовка к защите диссертации.

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 1.

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
<i>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</i>	4/ 144	4/ 144
<i>Из них часов практической подготовки, (час)</i>		
<i>Аудиторные занятия, всего час.</i>	20	20
в том числе:		
лекции (Л), (час)	20	20
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<i>Самостоятельная работа (СР), всего (час)</i>	88	88
<i>Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)</i>	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 2.

Таблица 2 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	СРС (час)
Семестр 7			
Раздел 1. Понятия «Интеллектуальная система», «Искусственный интеллект», «Машинное обучение». Виды машинного обучения и решаемые задачи.	4		10
Раздел 2. Системы интеллектуального анализа данных при решении прикладных задач в области робототехники. Основные этапы машинного обучения, их назначение, содержание и основные особенности. Особенности выбора оптимальной модели машинного обучения. Метрики эффективности моделей. Формальная постановка задачи машинного обучения.	4		10
Раздел 3. Реализация алгоритмов машинного обучения на Python. Модули NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-Learn. Дистрибутив основных библиотек интеллектуального анализа данных и машинного обучения Anaconda. Фреймворки глубокого обучения PyTorch и Tensorflow.	4		28
Раздел 4. Предобработка данных. Сжатие данных путем снижения размерности. Оценка значимости признаков.	4		20

Раздел 5. Оптимизация потоков операций при помощи конвейеров. Тонкая настройка машинно-обучаемых моделей методом сеточного поиска. Ансамбли моделей машинного обучения.	4		20
Итого в семестре:	20		88
Итого	20	0	88

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении аспирантами 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 3.

Таблица 3 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1	<p>Понятия «Интеллектуальная система», «Искусственный интеллект», «Машинное обучение». Виды машинного обучения и решаемые задачи.</p> <p>Три вида машинного обучения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обучение с учителем. Основные решаемые задачи. Области применения. Прогнозирование на основе обучения с учителем. Задача классификации - распознавание меток классов. Задача регрессии - предсказание значений непрерывной целевой переменной; – обучение с подкреплением. Основные решаемые задачи. Области применения. Решение интерактивных задач на основе обучения с подкреплением; – обучение без учителя. Основные решаемые задачи. Области применения. Обнаружение скрытых структур при помощи обучения без учителя. Выявление подгрупп при помощи кластеризации. Снижение размерности для «сжатия данных»
Раздел 2	<p>Системы интеллектуального анализа данных при решении прикладных задач в области робототехники. Основные этапы машинного обучения, их назначение, содержание и основные особенности.</p> <p>Основные этапы машинного обучения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – предварительная обработка данных в системах машинного обучения. Назначение. Основные особенности; – этап «Обучение» в системах машинного обучения. <p>Принципы формирования тренировочного набора данных. Использование перекрёстной проверки. Гиперпараметрическая оптимизация;</p> <ul style="list-style-type: none"> – этап оценки обобщающей способности в системах машинного обучения. Понятия точности (precision) и верности (assigasy) функционирования моделей. <p>Особенности выбора оптимальной модели машинного обучения. Типовая зависимость между сложностью модели машинного обучения и оценкой её эффективности. Типовая зависимость оценки эффективности моделей машинного</p>

	<p>обучения от размера обучающей последовательности.</p> <p>Формальная постановка задачи машинного обучения</p>
Раздел 3	<p>Реализация алгоритмов машинного обучения на Python. Модули NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-Learn.</p> <p>Реализация перцептрона на Python с использованием scikit-learn. Тренировка перцептрона.</p> <p>Адаптивный линейный нейрон (ADALINE). Тренировка ADALINE методами пакетного и стохастического градиентного спуска. Динамическое обучение.</p> <p>Модель логистической регрессии. Тренировка логистической регрессионной модели в scikit-learn. Решение проблемы переобучения при помощи регуляризации.</p> <p>Метод опорных векторов (SVM). Классификация с максимальным зазором и с мягким зазором на основе SVM. Решение нелинейных задач ядерным методом SVM.</p> <p>Модели машинного обучения на основе деревьев решений. Объяснение результатов обучения. Случайный лес.</p> <p>Модель машинного обучения на основе k ближайших соседей.</p> <p>Наивный Байесовский классификатор.</p> <p>Создание искусственных нейронных сетей при помощи фреймворков глубокого обучения PyTorch и Tensorflow. Использование предварительно обученных нейронных сетей.</p>
Раздел 4	<p>Предобработка данных. Решение проблемы пропущенных данных. Обработка категориальных данных. Разбивка набора данных на тренировочное и тестовое подмножества. Приведение признаков к одинаковой шкале. Отбор содержательных признаков. Определение важности признаков.</p> <p>Сжатие данных путем снижения размерности. Снижение размерности без учителя на основе анализа главных компонент. Сжатие данных с учителем путем линейного дискриминантного анализа. Ядерный метод анализа главных компонент для нелинейных отображений.</p> <p>Оценка значимости признаков.</p>
Раздел 5.	<p>Оптимизация потоков операций при помощи конвейеров. Тонкая настройка машинно-обучаемых моделей методом сеточного поиска.</p> <p>Прогнозирование значений непрерывной целевой переменной на основе регрессионного анализа.</p> <p>Работа с немаркированными данными - кластерный анализ.</p> <p>Тренировка искусственных нейронных сетей для распознавания изображений.</p> <p>Ансамбли моделей машинного обучения. Основные подходы к созданию ансамблей: комитет большинства; бэггинг; бустинг; стеккинг.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – 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					
Всего					

4.4. Самостоятельная работа аспирантов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	14	14
Домашнее задание (ДЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (программы аспирантуры)	20	20
Всего:	88	88

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов указаны в п.п. 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 6.

Таблица 6– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
URL: https://bhv.ru/wp-content/uploads/wpallimp/ort/files/pdfki/view_2978_978-601-11-0034-2.pdf (дата обращения: 14.05.2026), Режим доступа: свободный	Рашка, С. Машинное обучение с PyTorch и Scikit-Learn: Пер. с англ. / С. Рашка, Ю. Лю, В. Мирджалили. – Астана: Фолиант, 2024. – 688 с.	

URL: https://search.rsl.ru/ru/reco rd/01010476613 (дата обращения: 14.05.2026), <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей</i>	Рашка Себастьян , Мирджалили Вахид. Python и машинное обучение: машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2, 3-е изд. Пер. с англ. – СПб.: «Диалектика», 2020. – 848 с.	
URL: https://vk.com/wall-26611081_8910 (дата обращения: 14.05.2026), <i>Режим доступа: свободный</i>	Плас Вандер Джейк . Python для сложных задач: наука о данных. 2-е междунар. изд. – Астана: «Спринт Бук», 2024. – 592 с.	
URL: https://search.rsl.ru/ru/reco rd/01010476606 (дата обращения: 14.05.2026), <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей</i>	Жерон Орельен . Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn, Keras и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем, 2-е изд.: Пер. с англ.– СПб.: ООО «Диалектика», 2020.–1040 с.	
URL: https://codelibs.ru/prikladnoe-mashinnoe-obuchenie-i-iskusstvennyj-intellekt-dlya-inzhenerov/ (дата обращения: 14.05.2026), <i>Режим доступа: свободный</i>	Просиз Дж. Прикладное машинное обучение и искусственный интеллект для инженеров: Пер. с англ. – Астана: АЛИСТ, 2024. – 432 с.	
URL: https://coderbooksir.site/vvedenie_v_mashinnoe_obuchenie_s_pomoshchyu_python_myuller_2017/ (дата обращения: 14.05.2026), <i>Режим доступа: свободный</i>	Андреас Мюллер, Сара Гвидо . Введение в машинное обучение с помощью python. Руководство для специалистов по работе с данными. – М.: ИЦ «Гевисста», 2017. – 393 с.	
URL: https://vk.com/wall-26611081_8167 (дата обращения: 14.05.2026), <i>Режим доступа: свободный</i>	Элбон Крис . Машинное обучение с использованием Python. Сборник рецептов: Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2019. — 384 с.: ил.	
URL: https://progabook.ru/iskusstvennyj-intellekt-s-primerami/ (дата обращения: 14.05.2026), <i>Режим доступа: свободный</i>	Джоши Пратик . Искусственный интеллект с примерами на Python.: Пер. с англ. - СПб.: ООО "Диалектика", 2019. – 448 с.	
URL: https://vk.com/wall-78467318_1002 (дата обращения: 14.05.2026),	Постолиит А. В. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python.	

Режим доступа: свободный	Самоучитель. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2024. – 448 с.	
-----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	--

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

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины, приведен в таблице 7.

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

URL адрес	Наименование
https://proporprogs.ru/ml	Сайт «Машинное обучение»
http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Заглавная_страница	Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных
https://jakevdp.github.io/PythonDataScienceHandbook/05.06-linear-regression.html	Справочник по Python для Data Science от Джейка ВандерПласа:
http://archive.ics.uci.edu	Репозиторий машинного обучения Калифорнийского университета в Ирвайне
http://python.org	Официальный сайт языка Python
https://www.anaconda.com/download/success	Дистрибутив Python, предназначенный для крупномасштабной обработки данных, прогнозной аналитики и научных вычислений Anaconda

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
4	Anaconda3-2025.12-2-Windows-x86_64 (лицензии GPL/LGPL/MPL)

5	Python 3.13.9 64-bit (лицензии GPL/LGPL/MPL)
6	Spyder 6.1.0 (лицензии GPL/LGPL/MPL)
7	TensorFlow 2.3.0 (лицензии GPL/LGPL/MPL)
8	Pytorch 2.6.0 (лицензии GPL/LGPL/MPL)

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 9.

Таблица 9– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Онлайн-книга «Справочник по науке о данных Python» https://jakevdp.github.io/PythonDataScienceHandbook/05.06-linear-regression.html
2	Датасеты по машинному обучению http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.php

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

10.2. В качестве критериев оценки уровня освоения аспирантами дисциплины применяется 4-балльная шкала оценивания, которая приведена в таблице 12. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 12 – Критерии оценки уровня освоения дисциплины

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена
1.	Дайте определение понятию «Искусственный интеллект». Поясните термины

- «Слабый искусственный интеллект» и «Сильный искусственный интеллект». Перечислите особенности слабоформализованных задач как основной области применения технологий искусственного интеллекта. Приведите примеры таких задач.
2. По какому признаку можно выделить интеллектуальные задачи среди других задач обработки информации? Приведите примеры интеллектуальных задач. Поясните, что называют интеллектуальными информационными технологиями.
 3. Дайте определение понятию «Машинное обучение». С чем связано свойство обучения в таких моделях? Перечислите основные факторы, влияющие на эффективность использования методов машинного обучения, и дайте им краткую характеристику.
 4. Приведите классификацию систем машинного обучения по объёму и типу контроля во время обучения, в зависимости от способности обучаться на основе потока входящих данных, по способу обобщения знаний. Дайте краткую характеристику перечисленным классам систем.
 5. Поясните особенности обучения с учителем как вида машинного обучения. Приведите постановку задачи обучения с учителем. Перечислите типы задач обучения с учителем, в зависимости от вида множества допустимых ответов. Поясните, что называется признаковым описанием объекта из множества исследуемых объектов. Какие типы признаков существуют?
 6. Перечислите основные этапы решения задачи машинного обучения с учителем. Поясните содержание каждого этапа.
 7. Поясните особенности обучения без учителя как вида машинного обучения. Перечислите наиболее характерные области использования обучения без учителя. Какие типы задач решаются методами обучения без учителя? Дайте краткую характеристику этим задачам.
 8. Поясните особенности обучения с подкреплением как вида машинного обучения. Приведите постановку задачи обучения с подкреплением. Опишите схему взаимодействия агента со средой при реализации обучения с подкреплением. Перечислите характерные области применения обучения с подкреплением.
 9. Поясните особенности оценки качества работы классификатора. Почему коэффициент ошибочных классификаций и правильность классификации не всегда являются эффективными показателями качества классификации? Что такое матрица неточностей? Как определить точность и полноту классификации с использованием матрицы неточностей? Какие особенности классификатора характеризуют точность и полнота?
 10. Как выглядят типовые зависимости точности от полноты классификации, а также точности и полноты от порога принятия решения? Поясните такое поведение данных зависимостей. Поясните, что такое «мера F_1 », как она определяется и для чего используется.
 11. Поясните, как используется кривая рабочей характеристики приёмника (ROC) для оценки качества работы классификатора. Приведите характерный вид данной кривой. Как выглядит кривая рабочей характеристики приёмника при чисто случайной классификации? Для каких целей обычно используется измерение площади под кривой рабочей характеристики приёмника (AUC)?
 12. Поясните, как строится матрица неточностей при многоклассовой классификации. Как можно оценить точность и полноту для каждого класса, а также результирующие значения точности и полноты классификации.
 13. Поясните особенности оценки качества работы моделей регрессии. В каких случаях отдают предпочтение критерию качества RMSE, а в каких случаях критерию MAE?
 14. В чём состоит свойство обобщающей способности модели машинного обучения. Какие приёмы используются для теоретической и эмпирической оценки

обобщающей способности: оценка математического ожидания средних потерь, оценка вероятности переобучения, оценка на отложенных данных (*hold-out*), оценка скользящего контроля (*cross-validation*).

15. Назовите основные причины возникновения переобучения и недообучения в моделях машинного обучения. Перечислите основные способы минимизации переобучения.
16. Поясните понятия смещения, дисперсии и неустраняемой погрешности как трёх составляющих ошибки обобщения моделей машинного обучения.
17. Поясните характер изменения оценок эффективности моделей машинного обучения при возрастании их сложности (*кривые проверки, validation curve*) и размера обучающей выборки (*кривые обучения, learning curve*).
18. Персептрон Розенблатта. Структурная схема и правило обучения персептрона.
19. Модель адаптивного линейного нейрона. Обучение ADALINE при помощи метода градиентного спуска. Пакетный и стохастический градиентный спуск.
20. Модель логистической регрессии. Покажите, что выход сигмоидальной функции можно интерпретировать как вероятность принадлежности отдельно взятого образца первому классу.
21. Обучение модели логистической регрессии. Решение проблемы переобучения при помощи регуляризации. L2-регуляризация
22. Метод опорных векторов. Классификация с мягким зазором для обеспечения сходимости оптимизации при допустимости ошибочной классификации.
23. Решение нелинейных задач при помощи метода опорных векторов. Добавление к набору данных дополнительных признаков. Использование признаков близости. RBF-функция как функция подобия.
24. Гиперпараметрическая оптимизация моделей машинного обучения. Использование решётчатого поиска для выбора наилучших гиперпараметров модели.
25. Модель на основе дерева принятия решений. Основные особенности модели. Построение дерева решений на основе принципа наибольшего прироста информации. Гиперпараметры, обеспечивающие подстройку модели.
26. Модель на основе случайного леса. Особенности модели. Алгоритм «выращивания» случайного леса. Гиперпараметры, обеспечивающие подстройку модели.
27. Классификатор на основе k ближайших соседей и его особенности. Гиперпараметры, обеспечивающие подстройку модели.
28. Наивный байесовский классификатор. Основные особенности модели и области её применения.
29. Приёмы предварительной обработки данных в моделях машинного обучения. Решение проблемы с недостающими данными, обработка категориальных (*именных и порядковых*) данных, выбор значимых признаков (*использование L1 регуляризации, алгоритм последовательного выбора признаков, оценка важности признаков с помощью случайных лесов*).
30. Выделение признаков: сжатие данных с помощью понижения размерности пространства признаков. Анализ главных компонент (*Principal Component Analysis*). Линейный дискриминантный анализ (*Linear Discriminant Analysis*).
31. Ансамбли моделей машинного обучения. Основные подходы к созданию ансамблей. Бэггинг (*bagging*).
32. Ансамблевое обучение. Бустинг (*boosting*). Алгоритмы Boost1, адаптивный бустинг (*AdaBoost*), градиентный бустинг (*GBM*).
33. Ансамблевое обучение. Стеккинг (*stacking*).

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
-------	-----------------------------------------------------

	Учебным планом не предусмотрено
--	---------------------------------

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	<p>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>
1	<p>Задача классификации - это ...</p> <p>А) поиск группы, в которую можно объединить объекты, имеющих схожие характеристики</p> <p>Б) определение зависимости между двумя числовыми переменными</p> <p>В) предсказание числового значения целевой переменной на основе значений независимых переменных</p> <p>Г) поиск класса, к которому относится объект, на основе его признаков</p>
2	<p>Задача регрессии - это ...</p> <p>А) предсказание числового значения целевой переменной на основе значений независимых переменных</p> <p>Б) поиск класса, к которому относится объект, на основе его признаков</p> <p>В) описание связи между двумя категориальными переменными</p> <p>Г) сравнительный анализ нескольких числовых переменных с помощью графиков</p>
3	<p>В каком из случаев имеет смысл сразу исключить колонку данных:</p> <p>А) Вся колонка имеет одно и то же значение;</p> <p>Б) В колонке каждое значение - уникальное (вещественные числа);</p> <p>В) Колонка имеет два уникальных значения;</p> <p>Г) Колонка содержит строки.</p>
4	<p>Какое из направлений исследований искусственного интеллекта использует случайный подбор, комбинирование и вариации искомых параметров с применением механизмов, напоминающих биологическую эволюцию?</p> <p>А) Искусственные нейронные сети;</p> <p>Б) Классическое машинное обучение;</p> <p>В) Генетические алгоритмы;</p> <p>Г) Системы нечёткого вывода</p>
5	<p>Гиперпараметры модели машинного обучения – это:</p> <p>А) параметры, которые определяют зависимости между входными данными и выходами</p> <p>Б) параметры, которые определяют критерии остановки обучения модели</p> <p>В) параметры, которые определяют количество нейронов в скрытых слоях нейронной сети</p> <p>Г) параметры, которые не связаны непосредственно с обучением модели, но влияют на ее качество</p>
6	<p>Метрика, которая не подходит для оценки качества регрессионных моделей:</p> <p>А) R-квадрат (коэффициент детерминации)</p>

	Б) MSE В) F1-мера Г) MAE
<p>2 туп. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>	
7	<p>Задачи, из нижеперечисленных, являются задачами прогнозирования:</p> <p>А) математический прогноз даты сильных землетрясений Б) прогнозирование вероятности летального исхода В) определение длительности и исхода заболевания Г) обнаружение спама Д) задачи поискового вывода</p>
8	<p>Что такое машинное обучение?</p> <p>А) Это процесс, в ходе которого система обрабатывает большое число примеров, выявляет закономерности и использует их, чтобы прогнозировать характеристики новых данных; Б) Особенность такого обучения заключается в том, что данные представлены с известными правильными ответами, т.е. данные с метками; В) Область математики, изучающая алгоритмы для нахождения экстремумов функций; Г) Область искусственного интеллекта, связанная с обучением компьютеров на данных; Д) Область практической деятельности и научных исследований самообучающихся алгоритмов, извлекающих смысл (знания) из данных, средство создания моделей алгоритмов. Е) Методика обработки изображений.</p>
9	<p>Как бороться с эффектом переобучения?</p> <p>А) Сделать модель проще (менее комплексной); Б) Взять меньше обучающих данных; В) Накопить больше обучающих данных; Г) Сделать модель сложнее (более комплексной); Д) Повысить качество обучающей выборки путём снижения шума в данных, исправления ошибок, устранения выбросов и т.д.; Е) Наложить ограничения на пространство параметров модели; Ж) Проверять метрики только по обучающей выборке.</p>
10	<p>Возможными решениями проблемы недообучения являются:</p> <p>А) Выбор более сложной модели с большим числом настраиваемых параметров; Б) Предоставление обучающему алгоритму лучших признаков (конструирование признаков); В) Уменьшение ограничений модели (например, снижение величины гиперпараметра регуляризации). Г) Ни один из перечисленных.</p>
11	<p>Какими свойствами обладают слабоформализованные задачи, составляющие область применения искусственного интеллекта?</p> <p>А) Цели этих задач не могут быть представлены в виде математических функций; Б). Алгоритмы достижения этих целей не могут быть описаны строго математически; В) Для решения задач требуются эвристики – утверждения, основанные на опыте,</p>

	<p>интуиции;</p> <p>Г) Данные и знания, используемые для решения этих задач, могут являться не полными, неоднозначными, ошибочными, противоречивыми, разнородными, динамичными; информация часто может быть представлена в виде изображений, рисунков, знаков, букв, слов, звуков и т.д</p>										
12	<p>Какие из метрик совместно дают достаточно полную характеристику классификатора при несбалансированной выборке?</p> <p>А) Accuracy; Б) Recall; В) Precision; Г) F1.</p>										
<p>3 туп. Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>											
13	<p>Установите соответствие. задачи машинного обучения.</p> <table border="0"> <tr> <td>1 Обучение с учителем</td><td>А) Классификация данных</td></tr> <tr> <td>2 Обучение без учителя</td><td>Б) Кластеризация данных</td></tr> <tr> <td>3 Обучение с подкреплением</td><td>В) Обучение агентов</td></tr> <tr> <td></td><td>Г) Анализ данных</td></tr> </table>	1 Обучение с учителем	А) Классификация данных	2 Обучение без учителя	Б) Кластеризация данных	3 Обучение с подкреплением	В) Обучение агентов		Г) Анализ данных		
1 Обучение с учителем	А) Классификация данных										
2 Обучение без учителя	Б) Кластеризация данных										
3 Обучение с подкреплением	В) Обучение агентов										
	Г) Анализ данных										
14	<p>Установите соответствие. Типы задач машинного обучения и примеры приложений.</p> <table border="0"> <tr> <td>1 Классификация</td><td>А) Определение спама в электронной почте</td></tr> <tr> <td>2 Регрессия</td><td>Б) Прогнозирование стоимости жилья</td></tr> <tr> <td>3 Кластеризация</td><td>В) Сегментация аудитории для маркетинговых кампаний</td></tr> <tr> <td>4 Обучение с подкреплением</td><td>Г) Обучение игрового агента в компьютерных играх</td></tr> <tr> <td></td><td>Д) Генерация изображений по текстовым запросам</td></tr> </table>	1 Классификация	А) Определение спама в электронной почте	2 Регрессия	Б) Прогнозирование стоимости жилья	3 Кластеризация	В) Сегментация аудитории для маркетинговых кампаний	4 Обучение с подкреплением	Г) Обучение игрового агента в компьютерных играх		Д) Генерация изображений по текстовым запросам
1 Классификация	А) Определение спама в электронной почте										
2 Регрессия	Б) Прогнозирование стоимости жилья										
3 Кластеризация	В) Сегментация аудитории для маркетинговых кампаний										
4 Обучение с подкреплением	Г) Обучение игрового агента в компьютерных играх										
	Д) Генерация изображений по текстовым запросам										
15	<p>Установите соответствие. Основные этапы построения модели машинного обучения и описание</p> <table border="0"> <tr> <td>1 Подготовка данных</td><td>А) Этап, на котором осуществляется сбор, очистка, преобразование данных, а также разделение на обучающую и тестовую выборки</td></tr> <tr> <td>2 Выбор метода и создание модели</td><td>Б) На этом этапе определяется, какой алгоритм машинного обучения будет использоваться, настраиваются параметры модели, и происходит ее обучение на обучающей выборке</td></tr> <tr> <td>3 Оценка и улучшение качества модели</td><td>В) Используется для улучшения точности и обобщающей способности модели. Включает в себя анализ ошибок, настройку параметров модели, а также использование регуляризации и ансамблей моделей</td></tr> <tr> <td>4 Оценка качества модели на тестовой выборке</td><td>Г) Этап, на котором проверяется способность модели к обобщению на новые данные, не использовавшиеся в процессе обучения</td></tr> <tr> <td></td><td>Д) Этап, на котором осуществляется разметка данных</td></tr> </table>	1 Подготовка данных	А) Этап, на котором осуществляется сбор, очистка, преобразование данных, а также разделение на обучающую и тестовую выборки	2 Выбор метода и создание модели	Б) На этом этапе определяется, какой алгоритм машинного обучения будет использоваться, настраиваются параметры модели, и происходит ее обучение на обучающей выборке	3 Оценка и улучшение качества модели	В) Используется для улучшения точности и обобщающей способности модели. Включает в себя анализ ошибок, настройку параметров модели, а также использование регуляризации и ансамблей моделей	4 Оценка качества модели на тестовой выборке	Г) Этап, на котором проверяется способность модели к обобщению на новые данные, не использовавшиеся в процессе обучения		Д) Этап, на котором осуществляется разметка данных
1 Подготовка данных	А) Этап, на котором осуществляется сбор, очистка, преобразование данных, а также разделение на обучающую и тестовую выборки										
2 Выбор метода и создание модели	Б) На этом этапе определяется, какой алгоритм машинного обучения будет использоваться, настраиваются параметры модели, и происходит ее обучение на обучающей выборке										
3 Оценка и улучшение качества модели	В) Используется для улучшения точности и обобщающей способности модели. Включает в себя анализ ошибок, настройку параметров модели, а также использование регуляризации и ансамблей моделей										
4 Оценка качества модели на тестовой выборке	Г) Этап, на котором проверяется способность модели к обобщению на новые данные, не использовавшиеся в процессе обучения										
	Д) Этап, на котором осуществляется разметка данных										
16	<p>Установите соответствие. Методы оценки качества моделей машинного обучения и</p>										

	<p>их описание</p> <p>1 Кросс-валидация А) Разбиение данных на n частей и последовательное использование каждой части в качестве теста, а оставшихся в качестве обучения</p> <p>2 Матрица ошибок Б) Таблица, используемая для оценки точности предсказаний бинарной классификации при несбалансированных классах</p> <p>3 MSE / RMSE В) Среднеквадратичная ошибка / корень из среднеквадратичной ошибки для оценки точности регрессионных моделей</p> <p>Г) График, отображающий степень корректности классификации в зависимости от выбранного порогового значения</p>
17	<p>Установите соответствие. Типы ансамблей моделей машинного обучения и описание</p> <p>1 Баггинг (Bootstrap Aggregating) А) Метод построения нескольких моделей на основе случайных подвыборок обучающей выборки, агрегирование результатов для получения окончательного прогноза</p> <p>2 Бустинг (Boosting) Б) Способ построения последовательности слабых моделей, каждая следующая обучается на данных, на которых предыдущая допускала ошибки</p> <p>3 Стекинг (Stacking) В) Метод, в котором несколько моделей обучаются независимо, а затем их результаты используются в качестве признаков в общей модели</p> <p>Г) Метод, при котором несколько моделей голосуют за окончательный прогноз, взвешенное или равномерное количество голосов разных моделей может быть использовано</p>
18	<p>Установите соответствие. Примеры алгоритмов машинного обучения и их описание</p> <p>1 SVM (Support Vector Machines) А) Алгоритм классификации, основанный на построении гиперплоскостей в многомерном пространстве</p> <p>2 K-Means Б) Алгоритм кластеризации, который разбивает набор данных на заранее заданное количество кластеров</p> <p>3 Random Forest В) Алгоритм, способный строить деревья решений на основе случайных подвыборок признаков и наблюдений, затем комбинируя результаты</p> <p>4 Наивный Байесовский классификатор Г) Алгоритм классификации на основе вероятностного подхода, основанного на теореме Байеса</p> <p>Д) Алгоритм регрессии, основанный на линейной зависимости между признаками и целевым значением</p>
<p>4 туп. Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>	
19	<p>Определите последовательность принятия интеллектуальных решений человеком.</p>

	А) Данные (обработка); Б) Информация (познание); В) Знание (обнаружение закономерностей); Г) Понимание (вывод умозаключений); Д) Рассуждение (принятие решений).
20	Укажите последовательность этапов машинного обучения. А) Оценка модели (выбор критериев качества, сравнение различных алгоритмов МО); Б) Предобработка данных (выделение признаков, отбор признаков, снижение размерности, масштабирование признаков, взятие выборок); В) Прогнозирование (использование модели); Г) Обучение модели (отбор модели и обучение, выбор метрики качества, перекрёстная проверка, гиперпараметрическая оптимизация).
21	Укажите последовательность этапов взаимодействия агентов со средой в машинном обучении с подкреплением, которые дали название методу обучения SARSA А) Состояние; Б) Действие. В) Подкрепление;
5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание	
22	_____ — это процесс, при котором компьютеры могут учиться без явного программирования
23	_____ – алгоритм машинного обучения, который находит группы похожих объектов в данных
24	Логистическая регрессия, метод опорных векторов (SVM), наивный байесовский классификатор и др. — это модели машинного обучения для решения задачи _____
25	_____ – явление, когда модель слишком точно подстраивается под тренировочные данные, что приводит к плохой обобщающей способности.
26	Функция _____ — это функция, используемая в нейронных сетях для определения значения выходного сигнала нейронов
27	_____ называют эффект противоположный переобучению, когда модель слишком проста, чтобы описать структуру данных.

Примечание: СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ.

1-й тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2-й тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3-й тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца).

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4-й тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5-й тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.

Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла.

Если допущена одна ошибка\неточность\ответ правильный, но не полный – 1 балл.

Если допущено более 1 ошибки\ответ неправильный\ответ отсутствует – 0 баллов.

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания уровня освоения дисциплины, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов ГУАП.

11. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для аспирантов 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 аспирантами 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:

Лекция состоит из трёх основных частей: вступительной, основной и заключительной.

Вступительная часть определяет название темы, план и цель лекции. Она призвана заинтересовать и настроить аудиторию. В этой части лекции излагается актуальность, основная идея, связь данной лекции с предыдущими занятиями, ее основные вопросы. Введение должно быть кратким и целенаправленным.

В основной части лекции реализуется научное содержание темы, все главные узловые вопросы, проводится вся система доказательств с использованием наиболее целесообразных методических приёмов. Каждый учебный вопрос заканчивается краткими выводами, логически подводящими студентов к следующему вопросу лекции.

Заключительная часть имеет целью обобщать в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая её как целостное творение.

Отдельные виды лекций могут иметь свои особенности как по содержанию, так и по структуре.

11.2. Методические указания для аспирантов по прохождению самостоятельной работы

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

В процессе выполнения самостоятельной работы, у аспиранта 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 аспиранта являются:

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

11.3. Методические указания для аспирантов по прохождению текущего контроля успеваемости.

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

Возможные методы текущего контроля успеваемости аспирантов:

- устный опрос на занятиях;
- систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
- защита отчётов по лабораторным работам;
- тестирование;
- контроль самостоятельных работ (в письменной или устной формах);
- иные виды, определяемые преподавателем.

Результаты текущего контроля могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

11.4. Методические указания для аспирантов по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация аспирантов предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она проводится в форме экзамена.

Экзамен – форма оценки знаний, полученных аспирантами 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».

Кандидатский экзамен - форма оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация

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