



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ  
ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор

Ю.Ю. Михальчевский

2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Системы искусственного интеллекта**

Направление подготовки

**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей**

Профиль

**Поддержание летной годности**

Квалификация выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Санкт-Петербург

2023

## 1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Системы искусственного интеллекта» является освоение студентами теоретических основ искусственного интеллекта, разработки интеллектуальных систем, а также формирование знаний, умений и навыков в области программирования систем искусственного интеллекта при помощи прикладных математических пакетов и алгоритмических языков, а также решения прикладных задач с их помощью.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование знаний о современных концепциях искусственного интеллекта и принципах разработки интеллектуальных систем;
- приобретение умений выбирать и использовать методы искусственного интеллекта при решении профессиональных задач;
- овладение навыками использования инструментальных средств искусственного интеллекта в профессиональной деятельности.

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического и организационно-управленческого типа.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» представляет собой дисциплину, относящуюся к Части, формируемой участниками образовательных отношений блока Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины «Информатика».

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» является обеспечивающей для производственной практики (преддипломной практики) и выполнения и защиты выпускной квалификационной работы.

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта» изучается в 3 семестре.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Системы искусственного интеллекта» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ПК-9	Способен использовать знания естественных наук и основ искусственного интеллекта в профессиональной деятельности
ИД <sup>1</sup> <sub>ПК9</sub>	Использует и применяет знания естественных наук и основ искусственного интеллекта в профессиональной деятельности

Планируемые результаты изучения дисциплины:

**Знать:**

- типы задач машинного обучения и классы алгоритмов, к ним применяемые;
- основные направления развития исследований в области систем искусственного интеллекта;
- теоретические основы методов машинного обучения;

**Уметь:**

- подготовить данные к использованию алгоритма машинного обучения;
- оценивать качество решений систем машинного обучения;
- адаптировать стандартные методы машинного обучения к решению практических задач;
- описывать продукционные правила, генетическую популяцию, нейронную сеть.
- анализировать полученные решения в экспертных системах, нейронных сетях и генетических алгоритмах.

**Владеть:**

- примерами практического применения архитектур искусственного интеллекта;
- методами онлайн тестирования решений машинного обучения;
- навыками использования методов и инструментов искусственного интеллекта для решения профессиональных задач.

**4 Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа:	42,3	42,3
лекции	14	14
практические занятия	14	14
семинары	-	-
лабораторные работы	14	14
курсовой проект (работа)	-	-
Самостоятельная работа студента	21	21
Промежуточная аттестация	9	9
контактная работа	0,3	0,3
самостоятельная работа по подготовке к зачёту с оценкой	8,7	8,7

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК - 9		
Тема 1. Математические методы искусственного интеллекта	10	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ
Тема 2. Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения	16	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 3. Системы глубокого обучения	12	+	Л, ПЗ, ЛР, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 4. Обучение с подкреплением	10	+	Л, ПЗ, ЛР, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 5. Приложения искусственного интеллекта	15	+	Л, ПЗ, ЛР, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Всего по дисциплине	63			
Промежуточная аттестация	9			
Итого по дисциплине	72			

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, УО – устный опрос, ИЗ – индивидуальные задания, СЗ – ситуационная задача.

### 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
3 семестр							
Тема 1. Математические методы искусственного интеллекта	2	2		2	4		10
Тема 2. Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения	4	4		4	4		16
Тема 3. Системы глубокого обучения	4	2		2	4		12
Тема 4. Обучение с подкреплением	2	2		2	4		10
Тема 5. Приложения искусственного интеллекта	2	4		4	5		15
Всего за семестр 3	14	14		14	21		63
Промежуточная аттестация							9
Итого по дисциплине							72

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, С – семинар, ЛР – лабораторная работа, КР – курсовая работа.

## **5.3 Содержание дисциплины**

### **Тема 1. Математические методы искусственного интеллекта**

Элементы математической статистики. Понятие случайной величины и распределения. Основные характеристики распределений: математическое ожидание, дисперсия, ковариация. Законы больших чисел. Проверка гипотез.

Элементы линейной алгебры. Матрицы и векторы. Системы линейных уравнений. Собственные значения и векторы. Евклидово пространство. Линейные операторы. Ортогональные преобразования.

Элементы математического анализа. Пределы и непрерывность. Производная и дифференциал. Интеграл и первообразная. Ряды Тейлора и Маклорена. Оптимизация функций.

Применение математических методов в искусственном интеллекте. Обучение машин: линейная регрессия, логистическая регрессия. Классификация и кластеризация данных. Байесовский вывод. Марковские цепи и скрытые марковские модели. Метод главных компонент и факторный анализ. Генетические алгоритмы.

### **Тема 2. Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения**

Основные задачи систем искусственного интеллекта. Классификация, кластеризация, регрессия. Типы машинного обучения: с учителем, без учителя, с частичным привлечением учителя, обучение с подкреплением.

Классификация на примере алгоритма k-ближайших соседей (kNN). Метрики оценки классификации: полнота, точность, F1, ROC, AUC. Валидационная и тестовая выборка. Кросс-валидация. Работа с категориальными признаками. Регрессия. Метрики оценки регрессии: MSE, MAE, R2 – коэффициент детерминации. Линейная регрессия, полиномиальная регрессия. Переобучение и регуляризация, гребневая регрессия, LASSO, Elastic Net. Линейные модели для классификации. Перцептрон, логистическая регрессия, полносвязные нейронные сети, стохастический градиентный спуск и обратное распространение градиента. Регуляризация линейных моделей классификации.

Кластеризация. k-means, k-means++, DBSCAN, агломеративная кластеризация. Метрики оценки кластеризации.

Алгоритмы, основанные на применении решающих деревьев. Критерии разделения узла: информационный выигрыш, критерий Джини.

Ансамбли решающих деревьев: случайный лес, градиентный бустинг.

Метод опорных векторов. Прямая и обратная задача. Определение опорных векторов. Ядерный трюк. Наивный байесовский классификатор. Методы оценки распределения признаков. EM-алгоритм на примере смеси гауссиан.

Методы безградиентной оптимизации: случайный поиск, hill climb, отжиг, генетический алгоритм.

### **Тема 3. Системы глубокого обучения**

Нейронные сети. Функции ошибки нейронных сетей и обучение с помощью обратного распространения градиента. Понятие бэтча и эпохи.

Работа с изображениями с помощью нейронных сетей. Сверточные нейронные сети. Операции свертки, max-pooling. Популярные архитектуры сверточных нейронных сетей: AlexNet, VGG, Inception (GoogLeNet), ResNet. Трансферное обучение.

Обработка текстов. Работа с естественным языком с помощью нейронных сетей. Векторные представления для текста: word2vec, skipgram, CBOW, fasttext. Рекуррентные нейронные сети, LSTM, GRU. Трансформеры, BERT, GPT.

### **Тема 4. Обучение с подкреплением**

Понятия агента, среды, состояния, действий и награды. Функция ценности состояния (Value function) и функция качества действия (Qfunction). Оптимизация стратегии с помощью максимизации функций ценности и качества. Q-обучение.

Глубокое обучение с подкреплением. Deep Q-Networks, Actor-critic.

### **Тема 5. Приложения искусственного интеллекта**

Практические примеры использования интеллектуальных систем в технике, на транспорте, в авиации, для диагностики технического состояния, в качестве экспертных и обучающих систем.

#### **5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
3 семестр		
1	Практическое занятие 1. Математические методы искусственного интеллекта	2
2	Практическое занятие 2-3. Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения	4
3	Практическое занятие 4-5. Системы глубокого обучения	4
4	Практическое занятие 6. Обучение с подкреплением	2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
5	Практическое занятие 7. Приложения искусственного интеллекта	2
Итого по дисциплине		14

### 5.5 Лабораторный практикум

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
3 семестр		
1	Лабораторная работа 1. Математические методы искусственного интеллекта	2
2	Лабораторная работа 2. Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения	4
3	Лабораторная работа 3. Системы глубокого обучения	4
4	Лабораторная работа 4. Обучение с подкреплением	2
5	Лабораторная работа 5. Приложения искусственного интеллекта	2
Итого по дисциплине		14

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
3 семестр		
1	1. Изучение теоретического материала по теме 1 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 6, 7]). 2. Подготовка к устному опросу и индивидуальному заданию	4
2	1. Изучение теоретического материала по теме 2 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 3]). 2. Подготовка к устному опросу и индивидуальному заданию	4
3	1. Изучение теоретического материала по теме 3 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 6, 7]). 2. Подготовка к устному опросу и индивидуальному заданию	4
4	1. Изучение теоретического материала по теме 4 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 3, 5]). 2. Подготовка к устному опросу и индивидуальному заданию	4
5	1. Изучение теоретического материала по теме 5 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 3, 5]). 2. Подготовка к устному опросу и индивидуальному заданию	5
Итого по дисциплине		21

### 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Загорулько, Ю. А. Искусственный интеллект. Инженерия знаний : учебное пособие для вузов / Ю. А. Загорулько, Г. Б. Загорулько. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 93 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07198-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494205> (дата обращения: 16.06.2023).

2. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 256 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14916-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519916> (дата обращения: 16.06.2023).

3. Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 256 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14916-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519916> (дата обращения: 16.06.2023).

4. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие для вузов. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2022. — 157 с. — ISBN 978-5-534-07467-3. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490657> (дата обращения: 17.09.2023).

5. Гладков, Л.А. **Генетические алгоритмы** [Электронный ресурс] : учебник / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2010. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2163> (дата обращения: 31.09.2023)

б) дополнительная литература:

6. Болотова, Л. С. **Системы поддержки принятия решений в 2 ч. Часть 1** [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. С. Болотова ; отв. ред. В. Н. Волкова, Э. С. Болотов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 257 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8250-3. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451321> (дата обращения: 31.09.2023)

7. Болотова, Л. С. **Системы поддержки принятия решений в 2 ч. Часть 2** [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. С. Болотова ; отв. ред. В. Н. Волкова, Э. С. Болотов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 250 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8251-0. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/513142> (дата обращения: 31.09.2023)

8. **Системы поддержки принятия решений** [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. Г. Халин [и др.] ;

под ред. В. Г. Халина, Г. В. Черновой. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 494 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01419-8. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/413167> (дата обращения: 31.09.2023).

9 Введение в машинное обучение от Bioinformatic Institute. – Режим доступа: <http://stepik.org/course/4852/promo> (дата обращения: 31.09.2023).

10 Специализация «Машинное обучение и анализ данных» от Московского физико-технического института. – Режим доступа: <http://ru.coursera.org/specializations/machine-learning-dataanalysis> (дата обращения: 31.09.2023).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

11 **Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/> свободный (дата обращения: 31.09.2023)

12 **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru> свободный (дата обращения: 31.09.2023)

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

13 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/> свободный (дата обращения: 31.09.2023)

14 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://e.lanbook.com> свободный (дата обращения: 31.09.2023)

15 **Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://lib.mexmat.ru/> свободный (дата обращения: 31.09.2023)

16 Платформа для проведения соревнований по Data Science. – Режим доступа: <http://www.kaggle.com> (дата обращения: 31.09.2023).

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Компьютерные классы кафедры №8 с доступом в Интернет, переносной проектор.

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office, Microsoft Visual Studio Community.

## **8 Образовательные и информационные технологии**

В рамках изучения дисциплины «Системы искусственного интеллекта» предполагается использовать следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, лабораторная работа, самостоятельная работа студентов.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется по вопросам из дисциплин, на которых базируется дисциплина «Системы искусственного интеллекта».

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематически последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу.

По дисциплине «Системы искусственного интеллекта» планируется проведение как информационных, так и проблемных лекций. Информационные лекции направлены на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Проблемные лекции активизируют интеллектуальный потенциал и мыслительную деятельность студентов, которые приобретают умение вести дискуссию. В ходе проблемной лекции преподаватель включает в процесс изложения материала серию проблемных вопросов. Как правило, это сложные, ключевые для темы вопросы. Студенты приглашаются для размышлений и поиску ответов на них по мере их постановки.

Практическое занятие обеспечивает связь теории и практики, содействует выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия как образовательная технология помогают студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера.

Лабораторная работа позволяет организовать учебную работу с реальными информационными объектами. Лабораторная работа как образовательная технология реализует следующие функции: овладение системой средств и методов практического исследования обучающимися, развитие творческих исследовательских умений обучающихся и расширение возможностей использования теоретических знаний для решения практических задач.

Самостоятельная работа: является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирования навыка самостоятельного приобретения новых знаний по вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, работа с периодическими изданиями и научно-популярной литературой, в том числе находящейся в информационных сетях, отработка навыков работы со специализированными программными пакетами. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, подготовку к устному опросу, а также подготовку к докладам и индивидуальным заданиям.

В рамках изучения дисциплины «Системы искусственного интеллекта» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду MS Office интегрированная среда программирования Visual Studio.

### **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Фонд оценочных средств дисциплины «Системы искусственного интеллекта» представляет собой комплекс методических и контрольных измерительных материалов, предназначенных для определения качества результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся в ходе освоения данной дисциплины. В свою очередь, задачами использования фонда оценочных средств являются осуществление как текущего контроля успеваемости студентов, так и промежуточной аттестации в форме зачёта с оценкой.

Фонд оценочных средств дисциплины «Системы искусственного интеллекта» для текущего контроля включает: устные опросы, ситуационные задачи и индивидуальные задания.

Устный опрос проводится на практических занятиях в течение 10 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Индивидуальные задания и ситуационные задачи носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачёта с оценкой в 3 семестре.

Зачёт с оценкой в 3 семестре позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. Зачёт с оценкой предполагает устные ответы на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию, а также решение ситуационной задачи.

#### **9.1 Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов**

Не применяется.

#### **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Индивидуальное задание:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

### 9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

### 9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

1. Понятие информации. Информационная системы.
2. Единицы измерения информации.
3. Формула Хартли.
4. Задачи на вычисление вероятности элементарных и сложных событий.

### 9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
1 этап		
ПК-9	ИД <sub>ПК2</sub> <sup>1</sup>  ИД <sub>ПК2</sub> <sup>2</sup>	<i>Знает:</i> воспроизводит основы нечеткой логики, способы отбора и мутации популяции, способы задания функции активации. описывает структуру экспертных систем, основные понятия теории генетических алгоритмов, виды нейронных сетей. <i>Умеет:</i> перечисляет прикладные пакеты и языки программирования для задания входных данных экспертной системы, генетического алгоритма, нейронной сети. описывает продукционные правила, умеет создать генетическую популяцию, создать нейронную сеть. <i>Владеет:</i>

		<p>программирует интерфейса пользователя экспертных систем, популяции генетического алгоритма и простейших функций нейрона в прикладных пакетах и на языках высокого уровня.</p> <p>задает тестовые наборы данных для конкретных типов прикладных задач.</p>
2 этап		
ПК-2	<p>ИД<sup>1</sup><sub>ПК2</sub></p> <p>ИД<sup>2</sup><sub>ПК2</sub></p>	<p><i>Знает:</i></p> <p>применение нечеткой логики для производства продукционных правил, методы обработки экспертных оценок, методы отбора, скрещивания и мутации, способы реализации функций нейрона;</p> <p>принципы обучения и применения нейронных сетей; архитектуры глубоких нейронных сетей, применяемых в решении практических задач;</p> <p>анализирует алгоритмы разработки экспертных систем, нейронных сетей и генетических алгоритмов, виды отбора, кроссинговера, мутации, алгоритмы построения искусственных нейронов.</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>использует прикладные пакеты и языки программирования для обработки данных экспертной системы, генетического алгоритма, нейронной сети и реализации решения.</p> <p>разрабатывает экспертную систему, кодирует популяцию и реализовывает ее жизненный цикл, создает и обучает нейронную сеть анализировать и интерпретировать полученные результаты;</p> <p>анализирует полученные результаты, объясняет полученные решения в экспертных системах, нейронных сетях и генетических алгоритмов.</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>программирует блока обработки и объяснения экспертных систем, обработки популяции генетического алгоритма и радиальные базисные сети в прикладных пакетах и на языках высокого уровня.</p>

### Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает ситуационную задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это

самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает ситуационную задачу верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Ситуационная задача не решена даже при помощи преподавателя.

### **9.6.1 Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости**

#### *Примерный перечень вопросов для устного опроса*

#### **3 семестр**

1. Понятие искусственного интеллекта.
2. Виды интеллектуальных информационных систем.
3. Байесовский классификатор. Оценка признаков.
4. Линейная регрессия. Полиномиальная регрессия. Гребневая регрессия.
5. Методы кластеризации.
6. Нечеткие знания.
7. Способы обработки нечетких знаний и способы представления.
8. Нечеткие множества.
9. Функция принадлежности.
10. Операции над нечеткими множествами.
11. Хеммингово расстояние между нечеткими множествами.
12. Евклидово расстояние между нечеткими множествами.
13. Индексы нечеткости.
14. Нечеткие числа.
15. Нечеткие функции.
16. Понятие лингвистической переменной.
17. Нечеткая логика.

18. Системы нечеткого вывода.
19. Продукционные правила.
20. Способы представления знаний.
21. Методы экспертных оценок.
22. Формализация экспертных оценок.
23. Определение обобщенных оценок.
24. Статистические методы анализа результатов экспертиз..
25. Структура экспертных систем.
26. Сущность эволюционного моделирования.
27. Основные понятия ГА.
28. Классический ГА.
29. Способы кодирования популяции.
30. Операторы отбора родителей.
31. Операторы скрещивания (кроссинговер).
32. Выбор мутации.
33. Формирование популяции потомков.
34. Гибридный алгоритм.
35. Параллельный ГА.
36. Модернизации ГА.
37. Перцептрон.
38. Математическая модель нейрона.
39. Однослойная нейронная сеть.
40. Правило Хебба.
41. Многослойная сеть.
42. Алгоритм обратного распространения.
43. Методы обучения нейронных сетей.
44. Радиальные базисные сети.
45. Сеть Хемминга.
46. Принцип самообучения нейронных сетей.
47. Нейронные сети Кохонена и Гросберга.

### ***Примерный перечень индивидуальных заданий***

#### **Примеры заданий к индивидуальному заданию №1**

- 1) Даны А и В – нечеткие множества на универсальном множестве E. Найти А-В.  
 $A=0,5/x_1+0,4/x_2+0,1/x_3+1/x_4$   
 $B=0,1/x_1+0,3/x_2+0,1/x_3+0,5/x_4$
- 2) Даны А и В – нечеткие множества на универсальном множестве E. Найти  $A \cap B$ .  
 $A=0,1/x_1+0,3/x_2+0,1/x_3+0,5/x_4$   
 $B=0,9/x_1+0,5/x_2+0,6/x_3+1/x_4$
- 3) Даны А и В – нечеткие множества на универсальном множестве E. Найти В-А.

$$A=0,1/x_1+0,3/x_2+0,1/x_3+0,5/x_4$$

$$B=0,9/x_1+0,5/x_2+0,6/x_3+1/x_4$$

- 4) Даны  $A$  и  $B$  – нечеткие множества на универсальном множестве  $E$ . Найти  $A \cup B$ .

$$A=0,5/x_1+0,4/x_2+0,1/x_3+1/x_4$$

$$B=0,9/x_1+0,5/x_2+0,6/x_3+1/x_4$$

### Примеры заданий к индивидуальному заданию №2

- 1) Даны нечеткие множества  $A$  и  $B$ . Найти расстояние Хеминга  $\rho(A, B)$ .

$$A=0,5/x_1+0,4/x_2+0,1/x_3+1/x_4$$

$$B=0,9/x_1+0,5/x_2+0,6/x_3+1/x_4$$

- 2) Даны  $A$ ,  $B$  и  $C$  – нечеткие множества на универсальном множестве  $E$ . Найти доминируемые пары и дополнения для каждого множества.

$$A=0,5/x_1+0,4/x_2+0,1/x_3+1/x_4$$

$$B=0,1/x_1+0,3/x_2+0,1/x_3+0,5/x_4$$

$$C=0,9/x_1+0,5/x_2+0,6/x_3+1/x_4$$

- 3) Даны  $A$  и  $B$  – нечеткие множества на универсальном множестве  $E$ . Найти  $A \oplus B$ .

$$A=0,5/x_1+0,4/x_2+0,1/x_3+1/x_4$$

$$B=0,1/x_1+0,3/x_2+0,1/x_3+0,5/x_4$$

### Примеры заданий к индивидуальному заданию №1

- 1) С помощью ГА найти глобальный минимум функции  $x^4 - 40x^3 + 62x^2 - 120x + 90$  на интервале от 0 до 7.

- 2) С помощью ГА найти глобальный минимум функции  $x^4 - 25x^3 + 70x^2 - 105x + 90$  на интервале от 1 до 8.

- 3) С помощью ГА найти глобальный минимум функции  $x^4 - 80x^3 + 55x^2 - 120x + 50$  на интервале от 0 до 7.

### *Перечень типовых вопросов к зачёту с оценкой для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (3 семестр)*

1. Искусственный интеллект. История. Основные направления исследований.

2. Системы искусственного интеллекта. Классификация.

3. Определение и основные характеристики нечетких множеств.

Множество

$\alpha$ -уровня.

4. Функции принадлежности и методы их построения.

5. Операции над нечеткими множествами. Включение, равенство, дополнение, пересечение, объединение, разность, симметрическая разность, дизъюнктивная сумма.
6. Операции над нечеткими множествами. Понятие треугольной нормы и конормы, свойства. Граничное пересечение и объединение, драстическое пересечение и объединение,  $\lambda$  – сумма.
7. Операции над нечеткими множествами. Алгебраическое произведение, алгебраическая сумма, свойства.
8. Операции над нечеткими множествами. Возведение в степень, концентрация, умножение на число, выпуклая комбинация.
9. Операции над нечеткими множествами. Декартово произведение, оператор увеличения нечеткости.
10. Операции над нечеткими множествами. Расстояние между нечеткими множествами. Расстояние Хемминга, Евклидово расстояние.
11. Индексы нечеткости. *Обычное множество, ближайшее к нечеткому.*
12. Понятия: Нечеткая величина, нечеткий интервал, нечеткие числа, носитель нечеткого числа. Нечеткие отображения и нечеткие функции, принцип обобщения.
13. Арифметические операции над нечеткими числами.
14. *Нечеткое число (L-R)-типа. Сложение, вычитание, умножение, деление, обратное значение.*
15. *Нечеткий интервал (L-R)-типа. Сложение, вычитание, умножение, деление, расширенный минимум, расширенный максимум.*
16. Концепция нечеткой и лингвистической переменных.
17. Нечеткая логика, нечеткое высказывание, логические операции: отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, импликация, эквивалентность.
18. Системы нечеткого вывода, продукционное правила, фаззификация, агрегирование, активизация, аккумуляция, дефаззификация.
19. Метод центра тяжести, метод центра площади.
20. Метод левого модального значения, метод правого модального значения.
21. Упрощенный алгоритм нечеткого вывода.
22. Знания, свойства, классификация. Методы извлечения знаний.
23. Структура статических и динамических экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем.
24. Модели представления знаний. Продукционная модель.
25. Методы экспертных оценок (непосредственное оценивание, ранжирование, парное сравнение).

26. Обработка и формализация экспертных оценок.
27. Коэффициент компетентности эксперта. Коэффициент относительной важности.
28. Статистические методы анализа результатов экспертиз.
29. Технологии разработки экспертных систем.

***Типовая ситуационная задача к зачёту с оценкой для проведения промежуточной аттестации по дисциплине***

Представьте, что вам нужно выполнить приведенное ниже задание. Проанализируйте задание, для решения данной задачи из методов, изученных в рамках данного курса, выберите оптимальный, обоснуйте выбор, выполните задание, объясните полученное решение.

Задание: Даны нечеткие множества А и В на универсальном множестве Е.

Найти  $A \oplus B$ .

$$A = 0,5/x_1 + 0,4/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4$$

$$B = 0,1/x_1 + 0,3/x_2 + 0,1/x_3 + 0,5/x_4$$

***Перечень типовых вопросов к зачёту с оценкой для проведения промежуточной аттестации по дисциплине***

1. Основные понятия ГА: ген, хромосома, популяция. Способы представления данных, примеры двоичного и вещественного кодирования.
2. Классический ГА.
3. Операторы выбора родителей. Турнир, рулетка.
4. Операторы выбора родителей. Панмиксия, инбридинг, аутобридинг, селекция.
5. Дискретная рекомбинация. Промежуточная и линейная рекомбинации.
6. Кроссинговер. Одноточечный, двухточечный, многоточечный.
7. Кроссинговер. Однородный, триадный, перетасовочный, с уменьшением замены.
8. Мутация дискретных и вещественных генов. Плотность мутации.
9. Операторы отбора особей в новую популяцию (усечение, вытеснение).
10. Операторы отбора особей в новую популяцию (элитарный, метод отжига).
11. Виды ГА: канонический, генитор.
12. Виды ГА: прерывистое равновесие, гибридный.
13. Параллельный ГА. Миграция.
14. Параллельный ГА. «Рабочий и хозяин», островная модель.

15. Достоинства и недостатки ГА.
16. Нейронные сети. Биологическая структура. Синапсы.
17. Искусственный нейрон. Входы, веса и сумматор.
18. Искусственный нейрон. Функция активации (пороговая, сигмоидальная гиперболический тангенс).
19. Однослойные и многослойные нейронные сети.
20. Сети прямого распространения, сети с обратными связями.
21. Обучение нейронной сети. Обучение с учителем и без учителя.
22. Однослойный и многослойный персептроны.
23. Алгоритмы обучения. Обратного распространения ошибки, правила Хебба, Дельта-правило.
24. Как можно определить, что модель переобучилась?
25. Как можно бороться с переобучением дерева решений?
26. Как работает случайный лес в задаче регрессии?

***Типовая ситуационная задача к зачёту с оценкой для проведения промежуточной аттестации по дисциплине***

1. Представьте, что вам нужно выполнить приведенное ниже задание. Проанализируйте задание, для решения данной задачи из методов, изученных в рамках данного курса, выберите оптимальный, обоснуйте выбор, выполните задание, объясните полученное решение. **Задание:** С применением методов ГА найти глобальный минимум функции  $x^4 - 40x^3 + 62x^2 - 120x + 90$  на интервале от 0 до 7.

2. Имеются данные о рейтинге авиакомпании и оценке ее безопасности. Вычислите линейный коэффициент корреляции:

№ п/п	Рейтинг авиакомпании, y	Оценка безопасности, x
1	3,9	0,7
2	3,9	0,68
3	3,8	0,59
4	3,7	0,25
5	3,6	0,63
6	3,3	0,5
7	3,3	0,46
8	3,3	0,24
9	3,2	0,23
10	3,2	0,6
11	3,2	0,46

12	3,2	0,5
13	3,2	0,51
14	3,1	0,3
15	3,1	0,55
16	3,1	0,6
17	3,1	0,76
18	3,1	0,46
19	3,1	0,3
20	3	0,35
21	3	0,4
22	3	0,35
23	3	0,3
24	2,9	0,3
25	2,9	0,57
26	2,8	0,33
27	2,7	0,3
28	2,6	0,3
29	2,3	0,4
30	2,1	0,25

3. Имеются данные о рейтинге авиакомпании и ее пассажирообороте. Сделайте точечный прогноз значения рейтинга авиакомпании при пассажирообороте, равном 15 млн. пасс/км (линейная регрессия).

№ п/п	x	y
1	67,12	3,9
2	47,07	3,9
3	1,42	3,8
4	15,58	3,7
5	8,47	3,6
6	2,87	3,3
7	10,15	3,3
8	13,33	3,3

9	3,31	3,2
10	0,29	3,2
11	5,56	3,2
12	2,45	3,2
13	2,04	3,2
14	0,33	3,1
15	0,97	3,1
16	0,57	3,1
17	13,4	3,1
18	20,2	3,1
19	0,57	3,1
20	1,75	3
21	0,43	3
22	6,06	3
23	2,51	3
24	0,62	2,9
25	2,9	2,9
26	3,39	2,8
27	0,6	2,7
28	0,66	2,6
29	4,04	2,3
30	0,44	2,1

4. По территориям региона приводятся данные за 200х г.:

Номер региона	Среднедушевой прожиточный минимум в день одного трудоспособного, руб., х	Среднедневная заработная плата, руб., у
1	78	133
2	82	148
3	87	134
4	79	154
5	89	162

6	106	195
7	67	139
8	88	158
9	73	152
10	87	162
11	76	159
12	115	173

**Задание:**

- 4.1. Постройте поле корреляции и сформулируйте гипотезу о форме связи.
  - 4.2. Рассчитайте параметры уравнения линейной регрессии.
  - 4.3. Оцените тесноту связи с помощью показателей корреляции и детерминации.
  - 4.4. Дайте с помощью среднего (общего) коэффициента эластичности сравнительную оценку силы связи фактора с результатом.
  - 4.5. Оцените с помощью средней ошибки аппроксимации качество уравнений.
  - 4.6. Оцените с помощью F-критерия Фишера статистическую надёжность результатов регрессионного моделирования.
  - 4.7. Рассчитайте прогнозное значение результата, если прогнозное значение фактора увеличится на 10% от его среднего уровня. Определите доверительный интервал прогноза для уровня значимости Уровень значимости 0,05.
  - 4.8. Оцените полученные результаты, выводы оформите в аналитической записке.
5. Загрузите набор данных и создайте итератор для модели глубокого обучения. Загрузите предобученную на ImageNet сверточную сеть (AlexNet, VGG или ResNet) и добавьте к backbone полносвязный слой для обучения. Обучите нейронную сеть на, визуализировав график функции потерь на обучающей и валидационной выборке. Реализуйте модуль применения нейронной сети к данным, проверьте качество обучения на тестовой выборке.
  6. Оптимизируйте длину маршрута по предложенным исходным данным с помощью алгоритмов hill climb, отжига и генетического алгоритма. Выведите получившийся путь и его длину.
  7. Оптимизируйте гиперпараметры алгоритма машинного обучения (на выбор) с помощью случайного поиска, поиска по решетке, алгоритма hill climb, генетического алгоритма.
  8. Загрузите набор данных. Выведите основные параметры набора. Определите факты отсутствия признаков. Определите, сколько признаков являются

категориальными. Визуализируйте распределение признаков по классам. Визуализируйте зависимость между признаками.

9. Разделите датасет на обучающий и валидационный с сохранением пропорций классов. Классифицируйте точки из датасета с помощью алгоритмов kNN, логистической регрессии, CART, случайного леса, CatBoost. Подберите лучшие параметры алгоритмов с помощью валидационной выборки. Сравните время работы алгоритмов и зависимость от предобработки данных.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Приступая к изучению дисциплины «Системы искусственного интеллекта», обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий и списком рекомендованной литературы. Также ему следует уяснить, что уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях и практических занятиях. Также в этом процессе важное значение имеет самостоятельная работа, направленная на вовлечение обучающегося в самостоятельную познавательную деятельность.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции, лабораторные работы и практические занятия. На первом занятии преподаватель осуществляет входной контроль по вопросам дисциплин, являющимися предшествующими для дисциплины «Системы искусственного интеллекта» ( п. 2).

В ходе лекции преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия, а также соответствующие теоретические и практические проблемы, дает задания и рекомендации для практических занятий и лабораторных работ, а также указания по выполнению обучающимися самостоятельной работы.

Задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины «Системы искусственного интеллекта», ее местом в системе технических и математических наук, связями с другими дисциплинами;
- краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, методов, принципов данной дисциплины;
- краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов;
- определение перспективных направлений дальнейшего развития научного знания в области прикладной математики.

Темы лекций и рассматриваемые в ходе их вопросы приведены в п. 5.3.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Принципиально неверным, но получившим в наше время достаточно широкое распространение, является отношение к лекции как к «диктанту», который обучающийся может аккуратно и дословно записать. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фикси-

ровать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста.

Полезно применять какую-либо удобную систему сокращений и условных обозначений. Применение такой системы поможет значительно ускорить процесс записи лекции. Рекомендуется в конспекте лекций оставлять свободные места, или поля, например, для того, чтобы была возможность записи необходимой информации при работе над материалами лекций.

При ведении конспекта лекции необходимо четко фиксировать рубрикации материала – разграничение разделов, тем, вопросов, параграфов и т. п. Обязательно следует делать специальные пометки, например, в случаях, когда какое-либо определение, положение, вывод остались неясными, сомнительными. Иногда обучающийся не успевает записать важную информацию в конспект. Тогда необходимо сделать соответствующие пометки в тексте, чтобы не забыть, восполнить эту информацию в дальнейшем.

Качественно сделанный конспект лекций поможет обучающемуся в процессе самостоятельной работы и при подготовке к сдаче зачёта с оценкой.

Практические занятия и лабораторные работы по дисциплине «Системы искусственного интеллекта» проводятся в соответствии с пп. 5.4 и 5.5. Цели практических занятий: закрепить теоретические знания, полученные студентом на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы; приобрести начальные практические умения и навыки.

Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цели и задачи занятия, обращая их внимание на наиболее сложные вопросы по изучаемой теме. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических задач. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

В современных условиях перед студентом стоит важная задача – научиться работать с массивами информации. Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения. Для достижения этой цели, в вузе организуется самостоятельная работа обучающихся. Кроме того, современное обучение предполагает, что существенную часть времени в освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно.

Систематичность занятий предполагает равномерное распределение объема работы в течение всего предусмотренного учебным планом срока овладения дисциплиной «Системы искусственного интеллекта». Последовательность работы означает преемственность и логику в овладении знаниями по дисциплине «Системы искусственного интеллекта». Данный принцип изначально заложен в учебном плане при определении очередности изучения дисциплин. Аналогичный подход применяется при определении последовательности в изучении тем дисциплины.

Завершающим этапом самостоятельной работы является подготовка к сдаче экзамена по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

Экзамен (промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Системы искусственного интеллекта») позволяет определить уровень освоения обучающимся компетенций (п. 9.5) за период изучения данной дисциплины. Экзамен предполагает устный ответ на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию, а также решение ситуационной задачи (п. 9.6).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №8 «Прикладной математики и информатики» « 12 » 10 2023 года, протокол № 3 .

Разработчики:

К.Т.Н.

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Ю.В. Земсков

Заведующий кафедрой №

К.Т.Н.

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Ю.В. Земсков

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

К.Т.Н., доцент

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Петрова Т.В.

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета 22 ноября 2023 года, протокол № 3 .