



**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

«20» октября 2025 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Системы искусственного интеллекта в гражданской
авиации**

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика

Направленность программы (профиль)
**Математическое и программное обеспечение беспилотных авиационных
систем**

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2025

1. Цели освоения дисциплины

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

- формирование знаний о современных концепциях и принципах разработки интеллектуальных систем;
- приобретение умений выбирать и использовать способы разработки интеллектуальных систем для решения поставленной задачи, применяя теоретические знания;
- овладение навыками программирования и применения систем искусственного интеллекта в профессиональной деятельности;
- получение практической подготовки в области реализации методов и алгоритмов обработки растровых изображений с использованием современных языков программирования;
- умение сформулировать требования к аппаратно-программным средствам, обеспечивающим необходимое функционирование системы наблюдения на борту беспилотного летательного аппарата.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

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

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта в гражданской авиации» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины «Программирование».

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта в гражданской авиации» является обеспечивающей для выполнения и защиты выпускной квалификационной работы и для подготовки к сдаче государственного экзамена.

Дисциплина «Системы искусственного интеллекта в гражданской авиации» изучается в 5 и 6 семестрах.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ПК-3	Способен применять знания в области прикладной математики и естественно-научных дисциплин при разработке математических моделей и методов для объектов, процессов и систем на воздушном транспорте
ИД ¹ _{ПК3}	Разрабатывает математические модели и методы для объектов, процессов и систем на воздушном транспорте на основе знаний в области прикладной математики и естественно-научных дисциплин.
ИД ² _{ПК3}	Оценивает адекватность и эффективность математических моделей
ПК-4	Способен проводить научные исследования с применением методов математического моделирования, используя аналитические и научные пакеты прикладных программ для решения профессиональных задач в сфере беспилотных авиационных систем.
ИД ¹ _{ПК4}	Знает методы и алгоритмы сегментации и анализа изображений при решении задач поиска и обнаружения объектов Применяет методы математического моделирования для решения научно-исследовательских задач в области воздушного транспорта.
ИД ² _{ПК4}	Решает профессиональные задачи в сфере беспилотных авиационных систем с использованием аналитических и научных пакетов прикладных программ. Умеет сформулировать требования к аппаратно-программным средствам, обеспечивающим необходимое функционирование системы наблюдения на борту беспилотного летательного аппарата

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основы нечеткой логики, структуру экспертных систем, основные понятия теории генетических алгоритмов, виды нейронных сетей.
- алгоритмы разработки экспертных систем, нейронных сетей и генетических алгоритмов.
- методы и алгоритмы сегментации и анализа изображений при решении задач поиска и обнаружения объектов;

Уметь:

- описывать продукционные правила, генетическую популяцию, нейронную сеть.
- использовать прикладные пакеты и языки программирования для реализации экспертной системы, генетического алгоритма, нейронной сети и интерпретировать полученные результаты;
- анализировать полученные решения в экспертных системах, нейронных сетях и генетических алгоритмах;

- формулировать требования к аппаратно-программным средствам, обеспечивающим необходимое функционирование системы наблюдения на борту беспилотного летательного аппарата;
- применять математический аппарат и программный инструментальный для решения задач обработки и анализа изображений;

Владеть:

- навыками программирования экспертных систем, генетического алгоритма нейронной сети в прикладных пакетах и на языках высокого уровня;
- разработкой и применением новых алгоритмических и технологических решений в области обработки изображений.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Наименование	Всего часов	Семестр	
		5	6
Общая трудоемкость дисциплины	360	180	180
Контактная работа:	155	72,5	82,5
лекции	60	28	32
практические занятия	82	42	40
семинары	-	-	-
лабораторные работы	4	-	4
курсовой проект (работа)	4	-	4
Самостоятельная работа студента	138	74	64
Промежуточная аттестация	72	36	36
контактная работа	5	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену (5, 6 семестры)	67	33,5	33,5

5. Содержание дисциплины

5.1. Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК – 3	ПК – 4		
Раздел 1. Введение в системы искусственного интеллекта в авиации.					
Тема 1. Основы искусственного интеллекта и его применение в гражданской авиации.	13	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ

Тема 2. Архитектура интеллектуальных систем для авиационных приложений	13	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Раздел 2. Компьютерное зрение и обработка изображений в авиационных системах					
Тема 3. Выделение признаков изображений	13	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 4. Глубокое обучение в компьютерном зрении	15	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Раздел 3. Статистические методы поиска и распознавания объектов					
Тема 5. Основные понятия теории распознавания образов	15	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 6. Описание классов объектов.	15	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 7. Методы обнаружения и идентификации объектов	16	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Раздел 4. Корреляционные алгоритмы обработки изображений					
Тема 8. Критериальные функции в корреляционных алгоритмах	14	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 9. Повышение эффективности работы корреляционных алгоритмов	14	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 10. Использование контурных эталонных изображений в корреляционных алгоритмах	16	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Раздел 5. Интеллектуальные системы навигации и управления БАС					
Тема 11. Системы технического зрения для навигации БАС	20	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 12. Планирование траекторий и избегание препятствий	20	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 13. Интеллектуальные системы принятия решений	22	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ

Раздел 6. Прикладные задачи ИИ в гражданской авиации				
Тема 14. Системы мониторинга и диагностики авиационной техники	22	+	+	Л, ПЗ, СРС
Тема 15. Интеллектуальные системы управления воздушным движением	28	+	+	Л, ПЗ, СРС
Тема 16. Специальные применения ИИ в авиации	32	+	+	Л, ПЗ, СРС
Всего по дисциплине	288			
Промежуточная аттестация	72			
Итого по дисциплине	360			

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	К Р	Всего часов
5 семестр							
Раздел 1. Введение в системы искусственного интеллекта в авиации.							
Тема 1. Основы искусственного интеллекта и его применение в гражданской авиации.	2	4			7		13
Тема 2. Архитектура интеллектуальных систем для авиационных приложений	2	4			7		13
Раздел 2. Компьютерное зрение и обработка изображений в авиационных системах							
Тема 3. Выделение признаков изображений	2	4			7		13
Тема 4. Глубокое обучение в компьютерном зрении	4	4			7		15
Раздел 3. Статистические методы поиска и распознавания объектов							
Тема 5. Основные понятия теории распознавания образов	4	4			7		15
Тема 6. Описание классов объектов.	4	4			7		15
Тема 7. Методы обнаружения и идентификации объектов	4	4			8		16
Раздел 4. Корреляционные алгоритмы обработки изображений							

Тема 8. Критериальные функции в корреляционных алгоритмах	2	4			8		14
Тема 9. Повышение эффективности работы корреляционных алгоритмов	2	4			8		14
Тема 10. Использование контурных эталонных изображений в корреляционных алгоритмах	2	6			8		16
Всего за семестр 5	28	42			74		144
Промежуточная аттестация							36
Итого за семестр 5							180
6 семестр							
Раздел 5. Интеллектуальные системы навигации и управления БАС							
Тема 11. Системы технического зрения для навигации БАС	4	6			10		20
Тема 12. Планирование траекторий и избегание препятствий	4	6			10		20
Тема 13. Интеллектуальные системы принятия решений	6	6			10		22
Раздел 6. Прикладные задачи ИИ в гражданской авиации							
Тема 14. Системы мониторинга и диагностики авиационной техники	6	6			10		22
Тема 15. Интеллектуальные системы управления воздушным движением	6	8		2	10	2	28
Тема 16. Специальные применения ИИ в авиации	6	8		2	14	2	32
Всего за семестр 6	32	40		4	64	4	144
Промежуточная аттестация							36
Итого за семестр 6							180
Итого по дисциплине							360

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

5.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в системы искусственного интеллекта в авиации.

Тема 1. Основы искусственного интеллекта и его применение в гражданской авиации.

История развития систем ИИ в авиации. Классификация систем ИИ: экспертные системы, нейронные сети, эволюционные алгоритмы. Области применения ИИ в гражданской авиации: навигация, управление воздушным движением, техническое обслуживание. Особенности применения ИИ в беспилотных авиационных системах. Нормативно-правовая база использования систем ИИ в авиации.

Тема 2. Архитектура интеллектуальных систем для авиационных приложений.

Структура интеллектуальных систем управления БАС. Модули восприятия,

принятия решений и исполнения. Интеграция систем ИИ с бортовым оборудованием. Требования к надежности и безопасности авиационных систем ИИ. Стандарты DO-178C, DO-254 для программного и аппаратного обеспечения.

Раздел 2. Компьютерное зрение и обработка изображений в авиационных системах.

Тема 3. Выделение признаков изображений.

Детекторы особых точек: Harris, FAST, SIFT, SURF. Дескрипторы признаков: HOG, LBP, ORB. Гистограммы ориентированных градиентов. Текстурные признаки: матрицы совместной встречаемости. Инвариантные моменты Ху.

Тема 4. Глубокое обучение в компьютерном зрении.

Сверточные нейронные сети: архитектуры. Детекторы объектов. Семантическая сегментация. Обучение на ограниченных наборах данных.

Раздел 3. Статистические методы поиска и распознавания объектов.

Тема 5. Основные понятия теории распознавания образов.

Критерии обнаружения и распознавания объектов на изображениях. Критерий минимального риска Байеса, критерий идеального наблюдателя Зигерта-Котельникова, критерий максимального правдоподобия Фишера, минимаксный критерий, критерий Неймана-Пирсона, критерий минимального риска, критерий идеального наблюдателя, критерий минимальной длительности эксперимента Вальда, критерий заданного превышения, критерий суммарного превышения.

Тема 6. Описание классов объектов.

Формирования словаря признаков. Системы распознавания без обучения, с учителем. Байесовский метод, параметрические методы, гистограммный метод, метод «парзеновского окна», метод k-ближайших соседей, кластерный анализ.

Тема 7. Методы обнаружения и идентификации объектов.

Выделение признаков. Определение площади, периметра, формы объекта. Определение радиусов вписанных и описанных окружностей. Алгоритмы поиска углов. Определение моментов инерции объектов. Трекинг объектов, поведенческий анализ. Методы распознавания на основе системы признаков.

Раздел 4. Корреляционные алгоритмы обработки изображений.

Тема 8. Критериальные функции в корреляционных алгоритмах.

Корреляционные критериальные функции. Парные критериальный функции, ранговые критериальные функции, критериальные функции с использованием инвариантных моментов, спектральные критериальные функции.

Тема 9. Повышение эффективности работы корреляционных алгоритмов.

Методы сканирования изображений, использование алгоритмов прореживания, изменения шага сканирования, изменение масштаба. Использование постоянного

и переменного порога. Формирование адаптивных эталонных изображений. Использование аппаратных средств увеличение скорости работы алгоритмов обработки изображений.

Тема 10. Использование контурных эталонных изображений в корреляционных алгоритмах.

Формирование контурных изображений, градиентные методы выделения контуров. Выделение контуров с помощью масок. Методы наращивания и уменьшения толщины контуров. Скелетизация. Особенности реализации сравнения контур-контур и контур-площадь.

Раздел 5. Интеллектуальные системы навигации и управления БАС.

Тема 11. Системы технического зрения для навигации БАС.

Визуальная одометрия и SLAM. Стереозрение и построение карт глубины. - Оптический поток и его применение для навигации. Визуальная посадка и обнаружение посадочных площадок. Интеграция данных инерциальных датчиков и систем технического зрения.

Тема 12. Планирование траекторий и избегание препятствий.

Алгоритмы поиска пути. Динамическое планирование траекторий. Обнаружение и избегание препятствий в реальном времени. Методы потенциальных полей. Оптимизация траекторий с учетом ограничений.

Тема 13. Интеллектуальные системы принятия решений.

Экспертные системы в авиации. Нечеткая логика и нечеткие регуляторы. Обучение с подкреплением для управления БАС. Иерархические системы принятия решений. Мультиагентные системы и групповое управление БАС.

Раздел 6. Прикладные задачи ИИ в гражданской авиации.

Тема 14. Системы мониторинга и диагностики авиационной техники.

Прогнозирование технического состояния. Системы предиктивного обслуживания. Обнаружение аномалий в работе систем. Анализ данных полетных параметров. Машинное обучение для диагностики неисправностей.

Тема 15. Интеллектуальные системы управления воздушным движением.

Автоматизированные системы УВД. Прогнозирование конфликтных ситуаций. Оптимизация потоков воздушного движения. Системы поддержки принятия решений диспетчеров. Интеграция БАС в общее воздушное пространство.

Тема 16. Специальные применения ИИ в авиации.

Системы распознавания речи для пилотов. Мониторинг состояния экипажа. Интеллектуальные системы обучения пилотов. Анализ метеорологических данных. Оптимизация расхода топлива и планирования полетов.

5.4. Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	ПЗ 1. Основы искусственного интеллекта и его применение в гражданской авиации.	4
2	ПЗ 2. Архитектура интеллектуальных систем для авиационных приложений	4
3	ПЗ 3. Выделение признаков изображений	4
4	ПЗ 4. Глубокое обучение в компьютерном зрении	4
5	ПЗ 5. Основные понятия теории распознавания образов	4
6	ПЗ 6. Описание классов объектов	4
7	ПЗ 7. Методы обнаружения и идентификации объектов	4
8	ПЗ 8. Критериальные функции в корреляционных алгоритмах	4
9	ПЗ 9. Повышение эффективности работы корреляционных алгоритмов	4
10	ПЗ 10. Использование контурных эталонных изображений в корреляционных алгоритмах	6
	Всего за семестр 5	42
11	ПЗ 11. Системы технического зрения для навигации БАС	6
12	ПЗ 12. Планирование траекторий и избегание препятствий	6
13	ПЗ 13. Интеллектуальные системы принятия решений	6
14	ПЗ 14. Системы мониторинга и диагностики авиационной техники	6
15	ПЗ 15. Интеллектуальные системы управления воздушным движением	8
16	ПЗ 16. Специальные применения ИИ в авиации	8
	Всего за семестр 6	40
	Итого	82

5.5. Лабораторный практикум

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	ЛР 1. Системы мониторинга и диагностики авиационной техники	2
2	ЛР 2. Интеллектуальные системы управления воздушным движением	2
	Всего за семестр 6	4
	Итого по дисциплине	4

5.6. Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
1	Изучение теоретического материала по теме «Основы искусственного интеллекта и его применение в гражданской авиации». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	7
2	Изучение теоретического материала по теме «Архитектура интеллектуальных систем для авиационных приложений». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	7
3	Изучение теоретического материала по теме «Выделение признаков изображений». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	7
4	Изучение теоретического материала по теме «Глубокое обучение в компьютерном зрении». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	7
5	Изучение теоретического материала по теме «Основные понятия теории распознавания образов». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	7
6	Изучение теоретического материала по теме «Описание классов объектов». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	7
7	Изучение теоретического материала по теме «Методы обнаружения и идентификации объектов». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	8
8	Изучение теоретического материала по теме «Критериальные функции в корреляционных алгоритмах». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	8
9	Изучение теоретического материала по теме «Повышение эффективности работы корреляционных алгоритмов». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	8
10	Изучение теоретического материала по теме «Использование контурных эталонных изображений в корреляционных алгоритмах». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	8
	Всего за семестр 5	74
11	Изучение теоретического материала по теме «Системы технического зрения для навигации БАС». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	10
12	Изучение теоретического материала по теме «Планирование траекторий и избегание препятствий». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	10

13	Изучение теоретического материала по теме «Интеллектуальные системы принятия решений». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	10
14	Изучение теоретического материала по теме «Системы мониторинга и диагностики авиационной техники». Подготовка к устному опросу и индивидуально у заданию.	10
15	Изучение теоретического материала по теме «Интеллектуальные системы управления воздушным движением. Подготовка к лабораторной работе.	10
16	Изучение теоретического материала по теме «Специальные применения ИИ в авиации». Подготовка к лабораторной работе.	14
	Всего за семестр 6	64
	Итого	138

5.7. Курсовая работа

Наименование этапа выполнения курсовой работы (проекта)	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовую работу	0.5
Этап 2. Обзор состояния проблемы	0.5
Этап 3. Выполнение раздела «Основная часть»	1
Этап 4. Выполнение разделов «Заключение», «Выводы». Оформление курсовой работы (проекта)	1
Защита курсовой работы	1
Итого по курсовой работе	4

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Назаров, Д. М. Интеллектуальные системы: основы теории нечетких множеств: учебное пособие для вузов / Д. М. Назаров, Л. К. Коньшева. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2020. — 187 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07496-3. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/453458> (дата обращения: 15.10.2025).
2. Горбаченко, В. И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. И. Горбаченко, Б. С. Ахметов, О. Ю. Кузнецова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 105 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-08359-0. — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/EC96C02C-4E04-478C-9DCB-B20AC89A53B1 (дата обращения: 15.10.2025).
3. Загоруйко, Ю. А. Искусственный интеллект. Инженерия знаний [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю. А. Загоруйко, Г. Б. Загоруйко. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 93 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN

978-5-534-07198-6. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/172BD6D4-D6E7-4D94-8390-054975CB16C5 (дата обращения: 15.10.2025).

4. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учебное пособие для академического бакалавриата / И. А. Бессмертный. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 130 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02747-1. — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/A1B77687-B5A6-4938-9C0E-F6288FDA143B (дата обращения: 15.10.2025).

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: 15.10.2025).

б) дополнительная литература:

1. 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 : www.biblio-online.ru/book/3A3C4EEA-8847-45E3-A442-C19EB93FA07E (дата обращения: 15.10.2025).

2. 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 : www.biblio-online.ru/book/4C8A042C-6338-4AAB-AAA1-602545D14FE1 (дата обращения: 15.10.2025).

3. 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 : www.biblio-online.ru/book/C65198DA-46BA-4EC4-B0ED-FFEEACE35A61 (дата обращения: 15.10.2025).

4. Форсайд, Дэвид А., Понс, Жан. Компьютерное зрение. Современный подход.: Пер. с англ. -М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.

5. Жуков Р.А. Язык программирования Python : практикум: учебное пособие для вузов по направлению 38.03.05 "Бизнес-информатика" (квалификация (степень) "бакалавр") / Р.А. Жуков. - Москва : ИНФРА-М, 2024.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Ин-тернет»:

1. Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.intuit.ru/> свободный (дата обращения: 15.10.2025).

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://window.edu.ru> свободный (дата обращения: 15.10.2025).

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

1. Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/> свободный (дата обращения: 15.10.2025).
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://e.lanbook.com> свободный (дата обращения: 15.10.2025).
3. Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://lib.mexmat.ru/> свободный (дата обращения: 15.10.2025).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование учебных предметов, курсов, Дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3
Системы искусственного интеллекта в гражданской авиации	Лабораторная аудитория №804 196210, г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38, литера А Компьютерные столы - 13 шт., стулья - 13 шт., 13 персональных компьютеров, с доступом в сеть Интернет, учебная доска. Комплект презентационных материалов Photoshop CS3 (госконтракт № SBR1010080401-00001346-01) KasperskyAnti-VirusSuite (лицензия № 1D0A170720092603110550) K-Lite Codec Pack (freeware) VirtualBox (GPL v2) Anaconda3 (BSD license) Scilab (CeCILL) Microsoft Windows Office Professional Plus 2007	196210, г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, дом 38, лит. А

	(лицензия № 43471843) VisualStudioCommunity (Бесплатноелицензионноесогла шение) LogiSim (GNU GPL)	
--	--	--

8. Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины «Системы искусственного интеллекта в гражданской авиации» 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 в гражданской авиации».

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 в гражданской авиации» 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 в гражданской авиации» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду SMath Studio.

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

Фонд оценочных средств дисциплины «Системы искусственного интеллекта в гражданской авиации» 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 экзамена.

Фонд оценочных средств дисциплины «Системы искусственного интеллекта в гражданской авиации» 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 экзамена в 5,6 семестрах.

Экзамен (5,6 семестры) позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. Экзамен 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, характеризующей

ющих 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 по дисциплине

1. Разработка алгоритма автоматического обнаружения взлетно-посадочной полосы на основе методов компьютерного зрения.
2. Система распознавания наземных препятствий для беспилотных авиационных систем.
3. Алгоритм сегментации облачности на изображениях с бортовых камер БАС.
4. Разработка системы визуального обнаружения других воздушных судов в зоне полета.
5. Автоматическое выделение и классификация объектов инфраструктуры аэропорта на аэрофотоснимках.
6. Система компенсации искажений изображений, получаемых с бортовых камер при различных погодных условиях.
7. Разработка алгоритма стабилизации видеопотока с камеры БАС при турбулентности.
8. Система автоматического обнаружения повреждений взлетно-посадочной полосы по данным видеосъемки.
9. Алгоритм выделения и отслеживания наземных транспортных средств в зоне аэропорта.
10. Разработка системы распознавания посадочных знаков и маркировки ВПП.
11. Сравнительный анализ байесовских методов классификации для распознавания типов воздушных судов.
12. Разработка системы распознавания объектов на основе метода k-ближайших соседей для авиационных приложений.
13. Применение критерия Неймана-Пирсона для обнаружения малоразмерных

объектов на изображениях с БАС.

14. Система классификации типов облачности на основе параметрических методов распознавания.
15. Разработка алгоритма формирования адаптивного словаря признаков для распознавания авиационных объектов.
16. Кластерный анализ данных полетных параметров для выявления аномальных режимов полета.
17. Система обнаружения посторонних объектов на ВПП на основе статистических критериев.
18. Разработка алгоритма трекинга воздушных судов на основе поведенческого анализа
19. Применение инвариантных моментов для распознавания ориентации воздушных судов
20. Сравнительный анализ байесовских методов классификации для распознавания типов воздушных судов
21. Разработка системы распознавания объектов на основе метода k-ближайших соседей для авиационных приложений
22. Применение критерия Неймана-Пирсона для обнаружения малоразмерных объектов на изображениях с БАС
23. Система классификации типов облачности на основе параметрических методов распознавания
24. Разработка алгоритма формирования адаптивного словаря признаков для распознавания авиационных объектов.

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

1. Алгоритм генерации размещений с повторением и без повторений.
2. Генерация случайных перестановок.
3. Алгоритм генерации сочетаний с повторением и с условием.
4. Алгоритм определения изоморфности графов.
5. Метод поиска в глубину на простом неориентированном графе.
6. Поиск числа внешней устойчивости.
7. Поиск числа внутренней устойчивости.
8. Поиск диаметра, радиуса и центра графа.
9. Алгоритм построения дополнения случайного неориентированного графа.
10. Алгоритм построения случайного ориентированного графа.
11. Поиск числа маршрутов определенной длины в графе.
12. Поиск минимального пути между заданными вершинами графа.
13. Алгоритм Уоршолла.
14. Алгоритм Дейкстры.
15. Алгоритм компенсации матрицы.
16. Алгоритм топологической сортировки.
17. Кодировка дерева. Двоичная кодировка. Код Прюфера.
18. Двудольные графы и поиск паросочетаний.
19. Алгоритм объединения множеств.
20. Сетевой план. Потоки в сетях. Максимальный поток в сети

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-3	ИД ¹ _{ПК3} ИД ² _{ПК3}	<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> программирует интерфейса пользователя экспертных систем, популяции генетического алгоритма и простейших функций нейрона в прикладных пакетах и на языках высокого уровня. задает тестовые наборы данных для конкретных типов прикладных задач.
2 этап		
ПК-4	ИД ¹ _{ПК4} ИД ² _{ПК4}	<i>Знает:</i> применение нечеткой логики для производства продукционных правил, методы обработки экспертных оценок, методы отбора, скрещивания и мутации, способы реализации функций нейрона. анализирует алгоритмы разработки экспертных систем, нейронных сетей и генетических алгоритмов, виды отбора, кроссинговера, мутации, алгоритмы построения искусственных нейронов. методы и алгоритмы сегментации и анализа изображений при решении задач поиска и обнаружения объектов; <i>Умеет:</i> использует прикладные пакеты и языки программирования для обработки данных экспертной системы, генетического алгоритма, нейронной сети и реализации решения. разрабатывает экспертную систему, кодирует популяцию и реализовывает ее жизненный цикл, создает и обучает нейронную сеть анализировать и интерпретировать полученные результаты; анализирует полученные результаты, объясняет полученные решения в экспертных системах, нейронных сетях и генетических алгоритмов.

		Решает профессиональные задачи в сфере беспилотных авиационных систем с использованием аналитических и научных пакетов прикладных программ. Умеет сформулировать требования к аппаратно-программным средствам, обеспечивающим необходимое функционирование системы наблюдения на борту беспилотного летательного аппарата; применять математический аппарат и программный инструментарий для решения задач обработки и анализа изображений; <i>Владеет:</i> навыками программирования блока обработки и объяснения экспертных систем, обработки популяции генетического алгоритма и радиальные базисные сети в прикладных пакетах и на языках высокого уровня; разработкой и применением новых алгоритмических и технологических решений в области обработки изображений.
--	--	---

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. Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Примерный перечень вопросов для устного опроса

5 семестр

1. Какие основные этапы можно выделить в истории развития систем искусственного интеллекта в авиации?
2. Перечислите основные классы систем искусственного интеллекта и их отличительные особенности.
3. В чем заключается специфика применения экспертных систем в авиации?
4. Какие области применения ИИ в гражданской авиации вы можете назвать?
5. Чем отличается применение ИИ в пилотируемой и беспилотной авиации?
6. Какие основные требования предъявляются к системам ИИ в авиационных приложениях?
7. Что такое стандарт DO-178C и для чего он применяется?
8. Назовите основные модули архитектуры интеллектуальных систем управления БАС.
9. Какие проблемы возникают при интеграции систем ИИ с бортовым оборудованием?
10. Почему требования к надежности авиационных систем ИИ выше, чем в других областях?
11. Что такое цифровое изображение и как оно представляется в памяти компьютера?
12. Объясните различия между цветовыми моделями RGB, HSV и YUV.
13. В чем заключается разница между пространственным и частотным представлением изображений?
14. Для чего применяется преобразование Фурье в обработке изображений?
15. Какие особенности имеют изображения, получаемые с бортовых камер БАС?
16. Перечислите основные методы улучшения качества изображений.
17. В чем разница между линейными и нелинейными фильтрами?
18. Для чего применяется медианная фильтрация?
19. Что такое морфологические операции и где они применяются?
20. Объясните принцип работы фильтра Гаусса.
21. Что такое сегментация изображений и какие задачи она решает?
22. Опишите метод пороговой сегментации.
23. В чем суть алгоритма Оцу для выбора порога?
24. Объясните принцип работы метода k-means для сегментации.
25. Для чего применяется сегментация в авиационных системах технического

зрения?

26. Что такое особые точки изображения?
27. Перечислите известные вам детекторы особых точек.
28. В чем разница между детектором и дескриптором признаков?
29. Что такое HOG-дескриптор и где он применяется?
30. Объясните понятие инвариантных моментов H_u .
31. Что такое сверточная нейронная сеть?
32. Объясните назначение сверточного слоя в нейронной сети.
33. Для чего применяется операция pooling?
34. Назовите основные архитектуры сверточных нейронных сетей.
35. В чем особенность архитектуры ResNet?
36. Что такое детектор объектов и чем он отличается от классификатора?
37. Объясните принцип работы алгоритма YOLO.
38. В чем разница между детектированием и сегментацией объектов?
39. Что такое transfer learning и когда он применяется?
40. Какие проблемы возникают при обучении нейронных сетей на ограниченных данных?
41. Сформулируйте критерий минимального риска Байеса.
42. В чем суть критерия максимального правдоподобия Фишера?
43. Объясните критерий идеального наблюдателя Зигерта-Котельникова.
44. Что такое минимаксный критерий и когда он применяется?
45. Сформулируйте критерий Неймана-Пирсона.
46. В чем суть критерия минимальной длительности эксперимента Вальда?
47. Объясните разницу между критерием заданного и суммарного превышения.
48. Что такое словарь признаков в задачах распознавания?
49. Чем отличаются системы распознавания с обучением и без обучения?
50. Объясните принцип работы байесовского классификатора.
51. Что такое параметрические методы распознавания?
52. Опишите гистограммный метод классификации.
53. В чем суть метода парзеновского окна?
54. Объясните принцип работы метода k-ближайших соседей.
55. Что такое кластерный анализ и для чего он применяется?
56. Какие геометрические признаки объектов используются для их идентификации?
57. Как определяется площадь и периметр объекта на изображении?
58. Что такое моменты инерции объекта и как они вычисляются?
59. Объясните понятие трекинга объектов.
60. Что такое поведенческий анализ в контексте распознавания объектов?
61. Что такое корреляционная критериальная функция?
62. Перечислите основные типы критериальных функций в корреляционных

алгоритмах.

- 63. Что такое парные критериальные функции?
- 64. Объясните принцип работы ранговых критериальных функций.
- 65. Как используются инвариантные моменты в критериальных функциях?
- 66. Что такое спектральные критериальные функции?
- 67. Какие методы сканирования изображений вы знаете?
- 68. Для чего применяется прореживание в корреляционных алгоритмах?
- 69. Как изменение шага сканирования влияет на скорость работы алгоритма?

6 семестр

- 70. Объясните метод пирамидального представления изображений.
- 71. В чем разница между постоянным и переменным порогом?
- 72. Что такое адаптивные эталонные изображения?
- 73. Какие аппаратные средства используются для ускорения обработки изображений?
- 74. Что такое контурное изображение?
- 75. Перечислите градиентные методы выделения контуров.
- 76. Как работает оператор Собеля?
- 77. Что такое оператор Кэнни и в чем его преимущества?
- 78. Объясните методы наращивания толщины контуров.
- 79. Что такое скелетизация изображения?
- 80. В чем разница между сравнением контур-контур и контур-площадь?
- 81. Что такое визуальная одометрия?
- 82. Объясните понятие SLAM (Simultaneous Localization and Mapping).
- 83. Как работает стереозрение для определения глубины?
- 84. Что такое оптический поток и как он применяется в навигации?
- 85. Опишите процесс визуальной посадки БАС.
- 86. Как интегрируются данные инерциальных датчиков и систем технического зрения?
- 87. Что такое алгоритм A* и для чего он применяется?
- 88. Объясните принцип работы алгоритма RRT.
- 89. В чем преимущество алгоритма RRT* перед RRT?
- 90. Что такое динамическое планирование траекторий?
- 91. Объясните метод потенциальных полей для избегания препятствий.
- 92. Какие ограничения учитываются при оптимизации траекторий БАС?
- 93. Что такое экспертная система и из каких компонентов она состоит?
- 94. Объясните основы нечеткой логики.
- 95. Что такое обучение с подкреплением?
- 96. Как работают иерархические системы принятия решений?
- 97. Что такое мультиагентная система?

98. Какие задачи решаются при групповом управлении БАС?
99. Объясните понятие роевого интеллекта.
100. Как распределяются задачи между несколькими БАС?
101. Что такое автоматизированные системы УВД?
102. Как прогнозируются конфликтные ситуации в воздушном пространстве?
103. Какие методы используются для оптимизации потоков воздушного движения?
104. Что такое системы поддержки принятия решений диспетчеров?
105. Какие проблемы возникают при интеграции БАС в общее воздушное пространство?
106. Что такое U-space?
107. Как обеспечивается безопасность при совместных полетах пилотируемых и беспилотных ВС?
108. Какие системы используются для предотвращения столкновений?
109. Что такое автоматическое зависимое наблюдение (ADS-B)?
110. Как ИИ применяется для планирования расписания полетов?

Примерный перечень индивидуальных заданий

5 семестр

Примеры заданий №1

1. Даны A и B – нечеткие множества на универсальном множестве E . Найти $A \cap B$.
 $A = 0,5/x_1 + 0,4/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4$ $B = 0,1/x_1 + 0,3/x_2 + 0,1/x_3 + 0,5/x_4$
2. Даны A и B – 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 A и B – нечеткие множества на универсальном множестве E . Найти $B - A$.
 $A = 0,1/x_1 + 0,3/x_2 + 0,1/x_3 + 0,5/x_4$ $B = 0,9/x_1 + 0,5/x_2 + 0,6/x_3 + 1/x_4$
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 №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 $A \oplus B$.
 $A = 0,5/x_1 + 0,4/x_2 + 0,1/x_3 + 1/x_4$ $B = 0,1/x_1 + 0,3/x_2 + 0,1/x_3 + 0,5/x_4$

6 семестр

Примеры заданий №1

1. С помощью ГА найти глобальный минимум функции $x^4 - 40x^3 + 62x^2 - 120x + 90$ на интервале от 0 до 7.	минимум	функции $x^4 - 40x^3 + 62x^2 - 120x + 90$
2. С помощью ГА найти глобальный минимум функции $x^4 - 105x^3 + 90x^2 - 120x + 50$ на интервале от 1 до 8.	минимум	функции $x^4 - 105x^3 + 90x^2 - 120x + 50$
3. С помощью ГА найти глобальный минимум функции $x^4 - 120x^3 + 50x^2 - 120x + 50$ на интервале от 0 до 7.	минимум	функции $x^4 - 120x^3 + 50x^2 - 120x + 50$

Перечень типовых вопросов к экзамену для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (5 семестр)

1. История развития и современное состояние систем искусственного интеллекта в гражданской авиации. Основные этапы и достижения.
2. Классификация систем искусственного интеллекта: экспертные системы, нейронные сети, эволюционные алгоритмы, гибридные системы. Сравнительный анализ.
3. Области применения искусственного интеллекта в гражданской авиации: навигация, управление, диагностика, УВД. Примеры реализованных систем.
4. Особенности применения систем ИИ в беспилотных авиационных системах. Уровни автономности БАС.
5. Архитектура интеллектуальных систем управления БАС: модули восприятия, планирования, принятия решений и исполнения.
6. Требования к надежности, безопасности и отказоустойчивости авиационных систем ИИ. Критичность отказов.
7. Стандарты разработки авиационного программного обеспечения: DO-178C, DO-254, DO-326A. Уровни полноты безопасности (DAL).
8. Интеграция систем искусственного интеллекта с бортовым авиационным оборудованием. Протоколы обмена данными.
9. Человеко-машинное взаимодействие в авиационных системах с ИИ. Распределение функций между человеком и автоматикой.
10. Проблемы и ограничения применения систем машинного обучения в авиации. Вопросы сертификации.
11. Нормативно-правовая база использования систем ИИ и БАС в гражданской авиации. Международные и национальные стандарты.
12. Этические аспекты применения автономных систем в авиации. Вопросы ответственности при отказах.
13. Концепция U-space для интеграции БАС в единое воздушное пространство. Архитектура и сервисы.
14. Перспективы развития систем искусственного интеллекта в гражданской

авиации. Тенденции и вызовы.

15. Защита информации и кибербезопасность авиационных систем ИИ. Угрозы и методы противодействия.

16. Цифровое представление изображений. Цветовые модели RGB, HSV, YUV и их применение в авиационных системах.

17. Пространственное и частотное представление изображений. Преобразование Фурье и вейвлет-преобразование.

18. Методы предварительной обработки изображений: коррекция яркости, контраста, баланса белого. Гамма-коррекция.

19. Линейные и нелинейные фильтры в обработке изображений. Свертка, фильтры Гаусса, медианная фильтрация, билатеральная фильтрация.

20. Морфологические операции: эрозия, дилатация, открытие, закрытие, морфологический градиент. Применение в авиационных задачах.

21. Методы сегментации изображений: пороговая сегментация, метод Оцу, алгоритм водораздела, сегментация на основе кластеризации.

22. Сегментация на основе графов: graph cuts, GrabCut. Энергетические функции и оптимизация.

23. Выделение контуров на изображениях. Градиентные методы: операторы Собеля, Превитта, Робертса, Лапласа.

24. Алгоритм Кэнни для выделения контуров. Этапы работы и параметры настройки.

25. Детекторы особых точек: Harris, FAST, SIFT, SURF, ORB. Принципы работы и сравнительный анализ.

26. Дескрипторы признаков изображений: HOG, LBP, BRIEF, ORB. Инвариантность к преобразованиям.

27. Инвариантные моменты Ху. Математическое описание и применение для распознавания объектов.

28. Текстурные признаки изображений. Матрицы совместной встречаемости (GLCM), локальные бинарные шаблоны (LBP).

29. Преобразование Хафа для обнаружения прямых линий и окружностей. Применение для поиска взлетно-посадочных полос.

30. Стереозрение и построение карт глубины. Калибровка стереосистемы, ректификация, поиск соответствий.

31. Оптический поток: методы Лукаса-Канаде и Хорна-Шунка. Применение для навигации и обнаружения движения.

32. Панорамное сшивание изображений. RANSAC для устранения выбросов при поиске соответствий.

33. Компенсация искажений оптической системы. Радиальная и тангенциальная дисторсия, калибровка камеры.

34. Особенности получения и обработки изображений с бортовых камер БАС:

вибрации, изменение освещенности, атмосферные явления.

35. Стабилизация видеопотока. Методы цифровой стабилизации на основе оптического потока и особых точек.

36. Основы искусственных нейронных сетей. Перцептрон, многослойные сети, функции активации. Алгоритм обратного распространения ошибки. Градиентный спуск и его модификации (SGD, Adam, RMSprop).

Перечень типовых вопросов к экзамену для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (6 семестр)

1. Визуальная одометрия: принципы работы, методы оценки движения по последовательности изображений.
2. SLAM (Simultaneous Localization and Mapping): постановка задачи, методы решения (EKF-SLAM, FastSLAM, ORB-SLAM).
3. Визуальная навигация БАС в условиях отказа GPS. Методы локализации по известной карте.
4. Системы визуальной посадки БАС. Обнаружение посадочной площадки, оценка параметров захода.
5. Интеграция данных инерциальных датчиков и систем технического зрения. Фильтр Калмана, расширенный фильтр Калмана.
6. Алгоритмы планирования пути: A*, Dijkstra, D*, RRT, RRT*. Сравнительный анализ.
7. Динамическое планирование траекторий. D* Lite, Anytime Repairing A*.
8. Методы избегания препятствий: потенциальные поля, динамическое окно, velocity obstacles.
9. Оптимизация траекторий БАС с учетом динамических ограничений, расхода энергии, времени полета.
10. Управление БАС на основе нечеткой логики. Нечеткие регуляторы, функции принадлежности, правила вывода.
11. Обучение с подкреплением для управления БАС. Q-learning, Deep Q-Networks (DQN), Policy Gradient.
12. Иерархические системы планирования и управления. Декомпозиция задачи на уровни: стратегический, тактический, исполнительный.
13. Мультиагентные системы и групповое управление БАС. Распределение задач, координация, коммуникация.
14. Роевой интеллект и его применение для управления группой БАС. Алгоритмы роевой оптимизации.
15. Системы предотвращения столкновений. Detect and Avoid (DAA) для БАС.
16. Интеллектуальные системы управления воздушным движением. Автоматизация функций диспетчеров.

17. Прогнозирование конфликтных ситуаций в воздушном пространстве. Методы обнаружения потенциальных конфликтов.
18. Оптимизация потоков воздушного движения. Управление задержками, распределение слотов.
19. Системы поддержки принятия решений для диспетчеров УВД. Визуализация информации, рекомендации по разрешению конфликтов.
20. Интеграция БАС в общее воздушное пространство. Проблемы совместного использования воздушного пространства.
21. Системы UTM (UAS Traffic Management) для управления движением БАС. Архитектура и функции.
22. Автоматическое зависимое наблюдение (ADS-B). Принципы работы, применение для мониторинга БАС.
23. Системы предотвращения столкновений TCAS/ACAS. Интеграция с системами БАС.
24. Планирование расписания полетов с использованием методов оптимизации и машинного обучения.
25. Управление наземными операциями аэропорта. Оптимизация движения на перроне, распределение ресурсов.
26. Требования к безопасности авиационных систем. Концепция приемлемого уровня риска.
27. Анализ видов и последствий отказов (FMEA) для систем с ИИ. Особенности анализа систем машинного обучения.
28. Верификация и валидация систем искусственного интеллекта. Методы тестирования нейронных сетей.
29. Формальные методы верификации программного обеспечения. Доказательство корректности алгоритмов.
30. Отказоустойчивость авиационных систем ИИ. Резервирование, мониторинг работоспособности, переключение на резервные каналы.
31. Сертификация авиационного программного обеспечения по стандарту DO-178C. Уровни полноты безопасности (DAL A-E).
32. Особенности сертификации систем машинного обучения. Проблемы детерминированности и воспроизводимости.
33. Мониторинг работы систем ИИ в реальном времени. Обнаружение деградации производительности, drift данных.
34. Кибербезопасность авиационных систем ИИ. Защита от несанкционированного доступа, целостность данных.
35. Этические принципы разработки и применения систем ИИ в авиации. Прозрачность, справедливость, подотчетность.
36. Распределение ответственности при использовании автономных систем. Юридические аспекты применения БАС.

37. Международное регулирование применения систем ИИ и БАС в гражданской авиации. Документы ИКАО, EASA, FAA.

10. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению дисциплины «Системы искусственного интеллекта в гражданской авиации», 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 в гражданской авиации» (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 в гражданской авиации», 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 научно- го 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 фиксировать 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 рубрикацию 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 в гражданской авиации» 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 в гражданской авиации». Последовательность работы означает преемственность и логику в овладении знаниями по дисциплине «Системы искусственного интеллекта в гражданской авиации». 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 в гражданской авиации») 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).

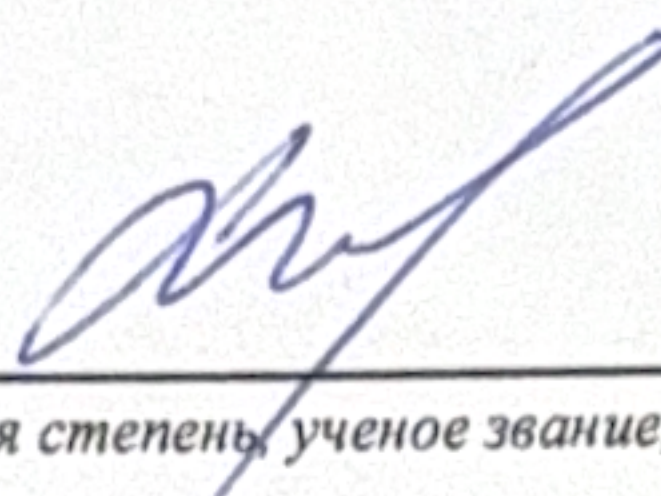
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями МИ ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №8 «Прикладная математика и информатика»

«18» октября 2025 года, протокол № 6.

Разработчик:

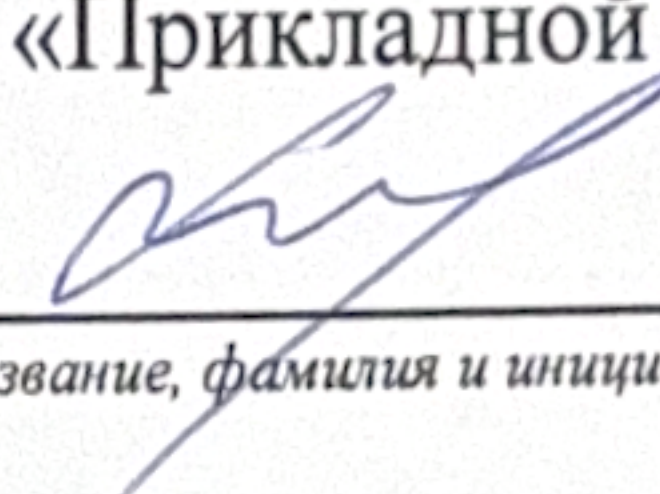
К.Т.Н.


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

Ю.В. Земсков

И.о. заведующего кафедрой № 8 «Прикладной математики и информатики»

К.Т.Н.

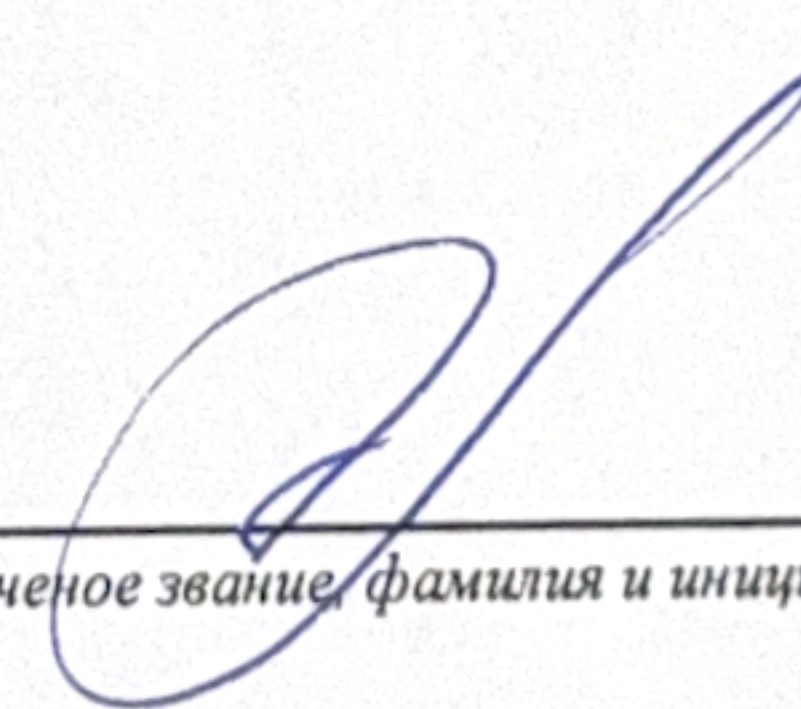

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Ю.В. Земсков

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

Д.Т.Н., доцент


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

Г.А. Костин

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно- методического совета Университета «29» октября 2025 года, протокол № 2