

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

« 29 » августа 2025 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.08 «ИИ в робототехнике»

Направление подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и  
информационные технологии

Направленность (профиль) Современные методы машинного обучения и  
компьютерного зрения

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «ИИ в робототехнике» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Программу составил(и):

С.Г. Сеница, доцент КИТ, к.т.н., доцент  
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



\_\_\_\_\_

подпись


Рабочая программа дисциплины «ИИ в робототехнике» утверждена на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта протокол № \_1\_ от 28 «августа» 2025г.  
Заведующий кафедрой (разработчик)  
А. В. Коваленко



\_\_\_\_\_

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № \_1\_ от 28 «августа» 2025г  
Председатель УМК факультета  
А. В. Коваленко



\_\_\_\_\_

подпись

Рецензенты:

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»,  
e-mail: mostovoy@portal-yug.ru

Луценко Евгений Вениаминович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Федерального государственного бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: prof.lutsenko@gmail.com

Рецензенты:

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»,  
e-mail: mostovoy@portal-yug.ru

Луценко Евгений Вениаминович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Федерального государственного бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», e-mail: prof.lutsenko@gmail.com

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Цель дисциплины – познакомить студентов с базовыми методами организации систем управления робототехническими комплексами. Рассматриваются методы машинного обучения, особенности систем обработки, анализа сигналов, методов построения систем автономного и автоматического движения робототехнических комплексов.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Задача дисциплины – выделить различные методы машинного обучения, применяемые в робототехнике; объяснить необходимость применения этих методов на практике; реализовать различные методы машинного обучения для обработки сигналов и систем управления робототехническими комплексами.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «ИИ в робототехнике» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

### **1.4 Профессиональные роли в структуре образовательной программы**

Роль 1: **Data Engineer (Инженер по данным)**

Задачи:

1. Проектирование и построение ETL-процессов
2. Создание и оптимизация хранилищ данных
3. Обеспечение качества и доступности данных
4. Настройка инфраструктуры для обработки больших данных
5. Интеграция разрозненных источников данных
6. Работа с данными в области природопользования, медицины, связи и телекоммуникаций

Роль 2: **ML Engineer (Инженер МО)**

Задачи:

1. Реализация ML-моделей в продуктивных системах
2. Оптимизация производительности и масштабирование моделей
3. Разработка ML-пайплайнов и автоматизация процессов
4. Мониторинг качества моделей в продуктиве
5. Интеграция ML-решений с бизнес-приложениями

Роль 3: **MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)**

Задачи:

1. Автоматизация процессов обучения и развертывания моделей
2. Мониторинг производительности ML-систем
3. Управление версиями моделей и данных
4. Обеспечение CI/CD для ML-проектов
5. Оптимизация вычислительных ресурсов

### **1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

**SS-3** *Способен осуществлять свою трудовую функцию с учетом неопределенности как сущностной черты функционирования искусственного интеллекта*

**SS-3.2** Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области

Оценивает целесообразность и ограничения применения ИИ для различных задач с учётом технических, социальных и правовых условий; сравнивает подходы из разных областей и адаптирует методы к новому контексту.

**PL-1** *Способен применять язык программирования Python для решения задач в области ИИ*

**PL-1.1** Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений

**Владеет** основными библиотеками для выполнения большинства рутинных задач в крупных проектах: ввод-вывод, серверное программирование (FastAPI, Flask, Django REST Framework), применение многопоточности (модуль threading). Самостоятельно участвует в разработке серверных приложений и их поддержке

**PL-3** *Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ*

- PL-3.1 Осуществляет выбор инструментов разработки на языке C/C++, приемлемых для создания прикладной системы ИИ с заданными требованиями
- Решает проблемы одновременного доступа к данным из нескольких потоков, грамотно применяет атомарные операции и механизм блокировок. Оценивает производительность, умеет профилировать код и устраняет найденные узкие места.
- PL-3.2 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с использованием языка программирования C/C++
- Понимает методы оптимизации моделей (квантование, сжатие весов модели и пр.) и вычислений ИИ. Находит и использует библиотеки, соответствующие решаемой задаче
- PL-3.3 Тестирует, испытывает и оценивает качество решений с элементами ИИ, реализованных с использованием языка программирования C/C++
- Знает методы оптимизации моделей (квантование, сжатие весов модели и пр.) и вычислений ИИ.
- Владеет готовыми инструментами для оптимизации моделей (TensorRT и пр.). Умеет использовать средства отладки и профилирования кода, находить участки кода, ограничивающие производительность системы.
- FC-3** *Способен проводить фронтальные исследования в области управления, решения, агентных и мультиагентных систем*
- FC-3.2 Исследует и создает агентные системы
- Реализует специализированные модели для отдельных типов физических действий (хватание, локомоция) с использованием стандартных RL-фреймворков. Применяет готовые симуляторы (PyBullet, MuJoCo) для обучения базовых двигательных навыков. Интегрирует сенсорные модальности (тактильные, визуальные) в pipeline принятия решений

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)					
		6					
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>50,2</b>	<b>50,2</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>48</b>	<b>48</b>					
Занятия лекционного типа	16	16					
Лабораторные занятия	32	32					
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)							
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2					
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>21,8</b>	<b>21,8</b>					
Курсовая работа							
Проработка учебного (теоретического) материала	10	10					
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	11,8	11,8					
Реферат							

Подготовка к текущему контролю							
<b>Контроль:</b>							
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>				
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>50,2</b>	<b>50,2</b>				
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>2</b>				

## 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в ИИ в робототехнике	5	2		4	3
2.	Машинное обучение и его роль в робототехнике	5	2		4	2,8
3.	Глубокое обучение и нейронные сети	6	2		4	3
4.	Компьютерное зрение и обработка изображений	8	2		4	3
5.	Планирование и навигация роботов	8	2		4	3
6.	Сенсоры и обработка данных	8	2		4	2
7.	Интерфейсы и коммуникация	7	2		4	3
8.	Кинематика и динамика роботов	8	2		4	2
<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>		<b>69,8</b>	<b>16</b>		<b>32</b>	<b>21,8</b>
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2				
Подготовка к текущему контролю						
<b>Общая трудоемкость по дисциплине</b>		<b>72</b>				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в ИИ в робототехнике	Преимущества и недостатки применения систем ИИ в робототехнике. Основные алгоритмы и технологии искусственного интеллекта в робототехнике.	Р
2.	Машинное обучение и его роль в робототехнике	Методы машинного обучения, применяемые в робототехнике. Обучение с учителем, без учителя, с подкреплением на примерах из робототехники.	Р
3.	Глубокое обучение и нейронные сети	Архитектуры нейронных сетей, применяемых в робототехнике. Вычислительные архитектуры, позволяющие	Р

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		применение глубокого обучения и нейронных сетей в робототехнике.	
4.	Компьютерное зрение и обработка изображений	Основы обработки изображений в робототехнике. Методы обработки изображений классическими методами и методами машинного обучения в робототехнике.	Р
5.	Планирование и навигация роботов	Алгоритмы планирования маршрута. Методы поиска пути по известной карте. Методы навигации в динамической среде. Построение карты в пространстве, локализация робота, картографирование.	Р
6.	Сенсоры и обработка данных	Типы сенсоров и их применение в робототехнике. Методы фильтрации и обработки данных классическими методами и методами машинного обучения.	Р
7.	Интерфейсы и коммуникация	Стандартные протоколы передачи данных в робототехнических системах, I2C, SPI, UART, TCP/IP, CAN. Взаимодействие между компонентами робота.	Р
8.	Кинематика и динамика роботов	Основы прямой и обратной кинематики, основные принципы построения. Примеры применения в манипуляторах и мобильных роботах. Применение обучения с подкреплением для управления локомоцией и манипуляцией	Р

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в ИИ в робототехнике	Методы математического моделирования робототехнических комплексов. Применение ROS / Gazebo (Ignition) для моделирование робототехнических комплексов. Развертывание ROS посредством Linux или Docker.	ЛР, КП
2.	Машинное обучение и его роль в робототехнике	Реализовать методами машинного обучения подбор параметров регулятора моторов робота. Подобрать функцию качества и оценить ее качество работы.	ЛР, КП
3.	Глубокое обучение и нейронные сети	Обработка изображения видеокамеры робота для поиска и распознавания объекта. Применение существующих моделей CNN.	ЛР, КП

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
4.	Компьютерное зрение и обработка изображений	Обработка данных с видеокамеры для распознавания позиции робота в пространстве, посредством виртуальной среды с симуляцией или реального робототехнического комплекса.	ЛР, КП
5.	Планирование и навигация роботов	Моделирование маршрута робота для покрытия роботом максимальной пройденной площади и поиска кратчайшего пути до точки.	ЛР, КП
6.	Сенсоры и обработка данных	Подбор системы фильтрации данных лидара. Обработка облака точек для получения карты глубины без разрывов.	ЛР, КП
7.	Интерфейсы и коммуникация	Синтез нескольких сенсоров, обладающими неизвестной ошибкой, для создания более «правдивых» данных.	ЛР, КП
8.	Кинематика и динамика роботов	Практика с ROS2 MoveIt2	ЛР, КП

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.
- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.
- Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.
- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:
  - Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.
  - Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.
  - Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.
  - Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.
  - Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.
  - Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.
  - Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

- проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
	Л, ЛР, СРС	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	69,8
<b>Итого</b>			<b>69,8</b>

*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента*

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 4. Оценочные и методические материалы

### 4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, кейсов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к **зачету**.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение в ИИ в робототехнике	PL-3 П, FC-3, PL-1	<i>Тест</i>	<i>Вопросы к зачету 1-3</i>
2	Машинное обучение и его роль в робототехнике	PL-3 П, FC-3, PL-1	<i>Лабораторная работа №1-3</i>	<i>Вопросы к зачету 4-6</i>

3	Глубокое обучение и нейронные сети	PL-3 П, FC-3, SS-3.2, PL-1	Лабораторная работа №4-5	Вопросы к зачету 7-8
4	Компьютерное зрение и обработка изображений	PL-3 П, FC-3, SS-3.2, PL-1	Лабораторная работа №6-7	Вопросы к зачету 9-10
5	Планирование и навигация роботов	PL-3 П, FC-3, PL-1	Лабораторная работа №8-9	Вопросы к зачету 11-12
6	Сенсоры и обработка данных	PL-3 П, FC-3, PL-1	Лабораторная работа №10-11	Вопросы к зачету 13-14
7	Интерфейсы и коммуникация	PL-3 П, FC-3, SS-3.2, PL-1	Лабораторная работа №12-13	Вопросы к зачету 15-16
8	Кинематика и динамика роботов	PL-3 П, FC-3, SS-3.2, PL-1	Лабораторная работа №14-16	Вопросы к зачету 17-18

### Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Соответствие **базовому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **удовлетворительно /зачтено**):

**SS-3** *Способен осуществлять свою трудовую функцию с учетом неопределенности как сущностной черты функционирования искусственного интеллекта*

**SS-3.2** Определяет релевантность применения ИИ для решения конкретных задач, анализирует поведение ИИ в техническом, социальном и правовом контекстах, переносит идеи и методы за пределы исходной предметной области

Оценивает целесообразность и ограничения применения ИИ для различных задач с учётом технических, социальных и правовых условий; сравнивает подходы из разных областей и адаптирует методы к новому контексту.

**PL-1** *Способен применять язык программирования Python для решения задач в области ИИ*

**PL-1.1** Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений

**Владеет** основными библиотеками для выполнения большинства рутинных задач в крупных проектах: ввод-вывод, серверное программирование (FastAPI, Flask, Django REST Framework), применение многопоточности (модуль threading). Самостоятельно участвует в разработке серверных приложений и их поддержке

**PL-3** *Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ*

**PL-3.1** Осуществляет выбор инструментов разработки на языке C/C++, приемлемых для создания прикладной системы ИИ с заданными требованиями

Решает проблемы одновременного доступа к данным из нескольких потоков, грамотно применяет атомарные операции и механизм блокировок.

- Оценивает производительность, умеет профилировать код и устраняет найденные узкие места.
- PL-3.2 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с использованием языка программирования C/C++  
Понимает методы оптимизации моделей (квантование, сжатие весов модели и пр.) и вычислений ИИ. Находит и использует библиотеки, соответствующие решаемой задаче
- PL-3.3 Тестирует, испытывает и оценивает качество решений с элементами ИИ, реализованных с использованием языка программирования C/C++  
Знает методы оптимизации моделей (квантование, сжатие весов модели и пр.) и вычислений ИИ.  
Владеет готовыми инструментами для оптимизации моделей (TensorRT и пр.). Умеет использовать средства отладки и профилирования кода, находить участки кода, ограничивающие производительность системы.
- FC-3 *Способен проводить фронтальные исследования в области управления, решения, агентных и мультиагентных систем***
- FC-3.2 Исследует и создает агентные системы  
Реализует специализированные модели для отдельных типов физических действий (хватание, локомоция) с использованием стандартных RL-фреймворков. Применяет готовые симуляторы (PyBullet, MuJoCo) для обучения базовых двигательных навыков. Интегрирует сенсорные модальности (тактильные, визуальные) в pipeline принятия решений

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### ***Практические кейсы по тематике лабораторных работ***

1. Компьютерное зрение
 

Кейс: Создание системы обнаружения дорожной разметки для автономного автомобиля

Постановка задачи:  
Для автономного транспортного средства необходимо реализовать систему распознавания дорожной разметки в реальном времени.

Требуется:  
Выделить линии разметки с помощью методов обработки изображений  
Применить нейронную сеть для классификации типов разметки  
Реализовать отслеживание траектории движения по разметке  
Инструменты: OpenCV, YOLO, PyTorch, ROS (Robot Operating System)
2. Навигация и планирование пути
 

Кейс: Построение карты помещения и навигация робота в динамической среде

Постановка задачи:  
Мобильный робот должен построить карту помещения и перемещаться по ней, избегая движущихся препятствий.

Требуется:  
Использовать данные с LiDAR и камеры для построения карты (SLAM)  
Реализовать алгоритм A\* или RRT для построения пути  
Обеспечить коррекцию траектории в реальном времени  
Инструменты: ROS, Gazebo, RRT\*, OpenCV, PCL (Point Cloud Library)

### 3. Сенсоры и обработка данных

Кейс: Фильтрация и интеграция данных с IMU и GPS для повышения точности позиционирования

Постановка задачи:

Робот получает данные от нескольких сенсоров (гироскоп, акселерометр, GPS), которые содержат шум и смещение.

Требуется:

Применить фильтр Калмана для объединения данных

Уменьшить дрейф и повысить точность определения местоположения

Визуализировать траекторию движения

Инструменты: NumPy, SciPy, Matplotlib, ROS, IMU датчики

### 4. Машинное обучение в робототехнике

Кейс: Обучение робота распознавать и сортировать объекты на основе изображений

Постановка задачи:

Робот-манипулятор должен распознавать и сортировать объекты по категориям (например, по цвету или форме).

Требуется:

Собрать и разметить набор данных объектов

Обучить CNN-модель (например, ResNet) для классификации

Интегрировать модель в систему управления роботом

Инструменты: PyTorch/TensorFlow, OpenCV, LabelImg, ROS

### 5. Этические и безопасные аспекты

Кейс: Анализ рисков автономного поведения робота в общественных местах

Постановка задачи:

Робот доставки должен перемещаться по городу, взаимодействуя с людьми и транспортом.

Требуется:

Выявить потенциальные риски поведения робота

Разработать систему принятия решений с учетом этических норм

Предложить меры по повышению безопасности

Инструменты: Сценарное моделирование, анализ сценариев, экспертные оценки, этические матрицы

### 6. Кинематика и управление роботом

Кейс: Управление роботом-манипулятором с использованием обратной кинематики

Постановка задачи:

Робот-манипулятор должен захватывать объекты, находящиеся в произвольных точках трёхмерного пространства.

Требуется:

Реализовать расчёт обратной кинематики для заданной целевой точки

Визуализировать движение звеньев манипулятора

Обеспечить точное позиционирование схвата

Инструменты: Python (SymPy, NumPy), ROS, MoveIt, Gazebo

### 7. Обучение с подкреплением

Кейс: Обучение мобильного робота навигации в лабиринте с помощью Q-обучения

Постановка задачи:

Мобильный робот должен научиться самостоятельно находить выход из лабиринта, используя методы обучения с подкреплением.

Требуется:

Создать симуляцию лабиринта и агента

Реализовать алгоритм Q-обучения для поиска оптимального пути

Обучить модель и протестировать её в новых лабиринтах

Инструменты: Gym (OpenAI), PyTorch/TensorFlow, Q-learning, ROS

#### 8. Связь и взаимодействие компонентов

Кейс: Реализация межкомпонентного взаимодействия внутри робота через ROS

Постановка задачи:

Робот состоит из нескольких модулей (камера, датчики, система управления), которые должны обмениваться данными.

Требуется:

Настроить обмен данными между компонентами через ROS-топики

Реализовать ноды для обработки данных с датчиков и управления движением

Обеспечить устойчивость и низкую задержку передачи

Инструменты: ROS, C++/Python, RVIZ, rosbag

#### 9. Сенсоры и фильтрация данных

Кейс: Обработка данных с ультразвуковых и инфракрасных датчиков для обнаружения препятствий

Постановка задачи:

Мобильный робот оснащён датчиками, которые возвращают зашумлённые данные о расстоянии до препятствий.

Требуется:

Применить фильтры (медианный, Калмана) для очистки данных

Реализовать систему обнаружения близко расположенных объектов

Интегрировать обработку в систему управления движением

Инструменты: Arduino/Raspberry Pi, Python, NumPy, OpenCV

#### 10. Этические и правовые аспекты

Кейс: Оценка рисков использования автономных дронов в городской среде

Постановка задачи:

Беспилотные дроны используются для доставки товаров в густо населённом районе.

Требуется:

Выявить потенциальные риски: столкновения, нарушение приватности, шум

Разработать политику безопасного поведения дронов

Предложить механизмы контроля и ответственности

Инструменты: SWOT-анализ, правовые базы данных, этические матрицы, симуляторы

### ***Пример лабораторной работы***

*Лабораторная работа №2: Обнаружение объектов с помощью нейронной сети*

Тема: Использование нейронной сети YOLO для обнаружения объектов в реальном времени в системах мобильной робототехники

*Цель работы:*

Изучить и реализовать систему компьютерного зрения на основе свёрточной нейронной сети (CNN) для распознавания объектов в реальном времени, используемую в задачах автономной навигации и взаимодействия робота с окружающей средой.

*Задачи:*

Настроить среду для работы с нейросетевой моделью YOLOv5.  
Протестировать модель на видеопотоке с камеры робота.  
Реализовать фильтрацию и визуализацию обнаруженных объектов.  
Оценить точность и скорость работы модели.

*Ожидаемые результаты:*

Реализованный Python-скрипт с моделью YOLOv5.  
Видео или поток с размеченными объектами.  
Отчет с анализом производительности модели (FPS, точность обнаружения, задержка).

*Ход работы*

1. Подготовка данных

Установить библиотеки:

```
pip install torch torchvision opencv-python  
pip install yolov5
```

Загрузить предобученную модель YOLOv5:

```
import yolov5  
model = yolov5.load('yolov5s.pt')
```

Подключить видеопоток с камеры робота:

```
import cv2  
cap = cv2.VideoCapture(0) # 0 — индекс камеры
```

2. Обнаружение объектов

Обработать кадры с камеры и применить модель:

```
while cap.isOpened():  
    ret, frame = cap.read()  
    if not ret:  
        break
```

```
    results = model(frame)  
    predictions = results.pred[0] # Получить предсказания
```

```
    # Рисуем рамки вокруг объектов
```

```
    for *box, conf, cls in predictions:  
        x1, y1, x2, y2 = map(int, box)  
        label = f'{model.names[int(cls)]} {conf:.2f}'  
        cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)  
        cv2.putText(frame, label, (x1, y1 - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (0, 255, 0), 2)
```

```
    cv2.imshow('YOLOv5 Detection', frame)  
    if cv2.waitKey(1) == 27: # ESC для выхода  
        break
```

Закрывать видеопоток:

```
cap.release()  
cv2.destroyAllWindows()
```

3. Фильтрация и оптимизация

Выбрать только объекты из заданного списка (например, "person", "car", "chair"):

```
target_classes = ['person', 'car', 'chair']  
filtered_predictions = [p for p in predictions if model.names[int(p[5])] in target_classes]
```

Ограничить количество обрабатываемых кадров в секунду (FPS) для снижения нагрузки:

```
import time  
frame_count = 0
```

```

start_time = time.time()

while cap.isOpened():
    ret, frame = cap.read()
    if not ret:
        break

    if frame_count % 2 == 0: # Обрабатываем каждый второй кадр
        results = model(frame)
        predictions = results.pred[0]

        # Рисуем рамки
        for *box, conf, cls in predictions:
            x1, y1, x2, y2 = map(int, box)
            label = f'{model.names[int(cls)]} {conf:.2f}'
            cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)
            cv2.putText(frame, label, (x1, y1 - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (0, 255, 0), 2)

        frame_count += 1
        cv2.imshow('YOLOv5 Detection', frame)
        if cv2.waitKey(1) == 27:
            break

end_time = time.time()
fps = frame_count / (end_time - start_time)
print(f'Средняя FPS: {fps:.2f}')

```

#### 4. Анализ результатов

- Сравнить обнаружение объектов на разных расстояниях и в разных условиях освещения.
- Замерить точность обнаружения на тестовых изображениях (например, с набором данных COCO).
- Оценить влияние фильтрации на производительность.

#### *Требования к отчету*

##### 1. Титульный лист

Название работы, ФИО студента, группа, дата.

##### 2. Введение

Цель и задачи работы.

Описание датасета (объем, типы ошибок).

##### 3. Методы

Описание архитектуры YOLOv5.

Принципы работы CNN в задаче обнаружения объектов.

Методы фильтрации и оптимизации.

##### 4. Реализация

Код с пояснениями.

Скриншоты обработанных кадров до/после.

##### 5. Результаты

Таблица с метриками: точность, FPS, количество обнаруженных объектов.

Анализ влияния условий на качество обнаружения.

## 6. Выводы

Проблемы, возникшие при обработке.

Предложения по улучшению.

## 7. Приложения

Исходный код.

Примеры входных и выходных данных.

### *Критерии оценки*

Отлично (5): Полная реализация конвейера, точность >90%, FPS >15, детальный анализ.

Хорошо (4): Реализованы основные этапы, точность 80–90%, FPS 10–15, отсутствует анализ условий.

Удовлетворительно (3): Система работает, но с ошибками, точность <80%, FPS <10.

Неудовлетворительно (2): Критические ошибки в коде или отсутствие ключевых этапов.

### *Рекомендуемые инструменты*

Язык: Python 3.8+.

*Библиотеки:*

torch, torchvision, opencv-python, yolov5.

Данные: COCO dataset, Видео с камеры робота или симулятора (например, Gazebo)

### ***Тестовые вопросы по дисциплине***

1. Искусственный интеллект и применение в робототехнике

Какой из перечисленных компонентов чаще всего взаимодействует с ИИ в работе?

- a) Шасси
- b) Датчики
- c) Батарея
- d) Кабель питания

2. Методы машинного обучения

Какой метод обучения использует награды и штрафы для обучения модели?

- a) Обучение с учителем
- b) Обучение без учителя
- c) Обучение с подкреплением
- d) Кластеризация

3. Какой алгоритм относится к обучению без учителя?

- a) Линейная регрессия
- b) К-ближайших соседей
- c) К-средних (K-means)
- d) Логистическая регрессия

4. Примеры алгоритмов машинного обучения, используемых в робототехнике

Какой алгоритм часто используется в задачах классификации изображений?

- a) К-средних
- b) Random Forest
- c) CNN
- d) PCA

5. Какой алгоритм используется в задачах планирования маршрута с использованием наград?

- a) SVM
- b) Q-обучение
- c) KNN
- d) Decision Tree

6. Компьютерное зрение в робототехнике

Какая задача не относится к компьютерному зрению?

- a) Обнаружение объектов
- b) Оценка глубины
- c) Распознавание речи
- d) Сегментация изображения

7. Какой метод используется для определения местоположения робота по изображениям?

- a) OCR
- b) SLAM (с использованием камеры)
- c) PCA
- d) TF-IDF

8. Основные методы обработки изображений

Какой фильтр используется для уменьшения шума на изображении?

- a) Фильтр Собеля
- b) Гауссов фильтр
- c) Фильтр Кэнни
- d) Медианный фильтр

9. Какой метод используется для преобразования изображения в оттенки серого?

- a) Гистограмма
- b) Цветовая коррекция
- c) Преобразование RGB → Grayscale
- d) Контрастирование

10. Нейронные сети и архитектуры

Какая архитектура нейронной сети используется для обработки временных последовательностей в роботах?

- a) CNN
- b) RNN
- c) GAN
- d) DBN

11. Какой слой в CNN отвечает за извлечение признаков из изображения?

- a) Пулинговый слой
- b) Свёрточный слой
- c) Полносвязный слой
- d) Слой Dropout

12. Алгоритмы планирования пути

Какой алгоритм используется для поиска кратчайшего пути в известной среде?

- a) A\*
- b) K-means

- c) PCA
- d) SVM

13. Какой метод позволяет роботу строить путь в динамической среде?

- a) A\*
- b) RRT (Rapidly-exploring Random Tree)
- c) KNN
- d) SVM

14. Этические вопросы и безопасность

Какой этический вопрос возникает при использовании автономных роботов в медицине?

- a) Высокая стоимость
- b) Ответственность за ошибку диагностики
- c) Низкая скорость обработки данных
- d) Сложность интерфейса

15. Сенсоры и обработка данных

Какой сенсор используется для определения расстояния до объекта?

- a) Акселерометр
- b) Гироскоп
- c) Ультразвуковой датчик
- d) Микрофон

16. Какой метод используется для фильтрации шума в данных с датчиков?

- a) KNN
- b) Фильтр Калмана
- c) PCA
- d) TF-IDF

**Проверяемые компетенции комплексом практических заданий:** PL-3 П, FC-3

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)**

***Вопросы для подготовки к зачету***

1. Искусственный интеллект и применение в робототехнике?
2. Основные этапы развития ИИ в робототехнике.
3. Методы машинного обучения в робототехнике. С учителем, без учителя и с подкреплением.
4. Примеры алгоритмов машинного обучения, используемых в робототехнике.
5. Какие задачи решает компьютерное зрение в робототехнике?
6. Основные методы обработки изображений.
7. Нейронная сеть.
8. Архитектуры нейронных сетей для задач робототехники
9. Алгоритмы планирования пути.
10. Методы ориентации в динамической среде.
11. Сенсоры. Типы и методы применения.
12. Методы фильтрации и обработки данных с сенсоров.
13. Протоколы связи.
14. Методы взаимодействия компонентов внутри робота.
15. Прямая и обратная кинематика.
16. Построение уравнений кинематики для робота.
17. Этические вопросы при применении ИИ в робототехнике.

## 18. Проблемы безопасности применения ИИ в робототехнике.

### *Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством PL-3 П, FC-3*

#### **Практические задания к зачету**

1. Методами машинного обучения, подобрать параметры ПИД регулятора для езды по линии колесным роботом с кинематикой «уницикла».
2. Построение карты пространства при помощи одномерного лидара.
3. Построение кратчайшего пути для известной начальной карты.
4. Реализация задачи обратной кинематики для манипулятора.
5. Поиск и классификация объекта при помощи глубоких нейронных сетей.

### *Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством PL-3 П, FC-3*

#### **4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете:**

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является зачет. Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к зачету и результатов текущего контроля.

Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения зачета: устно.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи зачета заносится преподавателем в ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом заданий текущего контроля и ответов на вопросы зачета.

##### **Критерии оценки:**

#### **1. Оценка ответов на вопросы зачета (40% итоговой оценки)**

##### **Зачтено**

Полные, развернутые ответы с демонстрацией глубокого понимания темы.

Использование примеров, формул, корректных терминов.

Умение анализировать и сравнивать методы.

**% выполнения:** 70–100% (допускаются незначительные неточности).

##### **Не зачтено**

Ответы поверхностные, с существенными пробелами.

Отсутствие примеров или некорректное применение терминов

Отсутствие понимания ключевых концепций.

Грубые ошибки или неспособность ответить на большую часть вопросов.

**% выполнения:** <70%.

## 2. Оценка выполнения практических кейсов и лабораторных работ (40% итоговой оценки)

### Отлично (5)

Полное выполнение всех этапов кейса.

Четкая документация кода и анализ результатов.

**% выполнения:** 90–100%.

### Хорошо (4)

Выполнены основные задачи, но без дополнительной оптимизации.

Незначительные отклонения от целевых метрик (например,  $F1 = 0.85$ ).

**% выполнения:** 75–89%.

### Удовлетворительно (3)

Решены базовые задачи, но с критическими ошибками.

Низкое качество кода или отсутствие анализа.

**% выполнения:** 60–74%.

### Неудовлетворительно (2)

Невыполнение ключевых этапов.

Код нерабочий или отсутствует.

**% выполнения:** <60%.

## 3. Оценка тестовых вопросов (20% итоговой оценки)

### Отлично (5)

13–15 правильных ответов (87–100%).

Демонстрация уверенного владения терминологией и методами.

### Хорошо (4)

10–12 правильных ответов (67–80%).

Незначительные ошибки в сложных вопросах.

### Удовлетворительно (3)

7–9 правильных ответов (47–60%).

Путаница в базовых концепциях.

### Неудовлетворительно (2)

Менее 7 правильных ответов (<47%).

Неспособность отличить ключевые методы.

*Итоговая оценка (суммарно)*

Оценка	Зачет (40%)	Практика (40%)	Тест (20%)	Общий %
Зачтено	70–100%	60–100%	60–100%	≥70%
Не зачтено	<70%	<60%	<60%	<70%

Для допуска к зачету необходимо выполнить все лабораторные работы на минимум "удовлетворительно".

Практические кейсы оцениваются по:

- Корректности кода.
- Достижению метрик.
- Качеству отчета (анализ ошибок, визуализация).

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания лабораторных работ:**

Процедура оценивания лабораторных работ проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

По каждой лабораторной работе оформляется отчет. Отчеты сдаются на проверку руководителю в течение курса по мере их выполнения, и защищаются студентами в установленном порядке.

При защите отчета студенту могут быть заданы вопросы и дополнительные задания по сути лабораторной работы, в том числе из списка контрольных вопросов к данной лабораторной работе. При неудовлетворительной оценке знаний студента по теме данного отчета, студент возвращается к повторному изучению соответствующих материалов, после чего допускается к повторной защите. Неудовлетворительно выполненный отчет также возвращается на доработку.

Отчет должен содержать заголовок, тему лабораторной работы, цель, задание, индивидуальную тему, описание хода выполнения работы, необходимые прикладные материалы (схемы, макеты документов и т.п.), в соответствии с требованиями к содержанию, и выводы по работе.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### **4.3 Методические указания по организации лабораторных работ по дисциплине "ИИ в робототехнике"**

##### **1. Общие сведения**

**Образовательная программа:** «Современные методы машинного обучения и компьютерное зрение».

**Дисциплина:** "Искусственный интеллект в робототехнике".

**Вид обеспечения:** Проведение лабораторных работ.

**Условия применения:**

Для успешного выполнения лабораторных работ требуется:

### **Программное обеспечение:**

- Операционные системы и фреймворки: Ubuntu Linux (обязательно для ROS/ROS 2), Robot Operating System (ROS Noetic/Humble), Open Robotics.
- Среды симуляции: Gazebo, CoppeliaSim (V-REP), Isaac Sim, PyBullet, Webots.
- Библиотеки для ИИ и CV: OpenCV, PyTorch/TensorFlow, ROS-пакеты для навигации (Navigation2), восприятия (PCL, ROS Perception), управления (ros\_control).
- Языки программирования: Python (основной), C++ (для performance-critical задач).
- Инструменты для разработки и визуализации: RViz, rqt, Git, Docker (для воспроизводимости окружения), Jupyter Notebook (для анализа данных и прототипирования).

### **Аппаратное обеспечение:**

- Для симуляции: Стандартные ПК с поддержкой виртуализации и дискретной видеокартой (для ускорения графики в симуляторах).
- Для работы с реальными роботами (опционально, в продвинутых работах):
- Мобильные робоплатформы (собственные сборки на базе Raspberry Pi/Jetson).
- Вычислительные ресурсы: Серверы/ВМ с GPU для ускорения обучения моделей ИИ и тяжелых симуляций.

### **Облачная инфраструктура (для масштабирования):**

- **Облачные симуляторы:** NVIDIA Isaac Sim на облачных инстансах с GPU.
- **Вычислительные платформы:** Yandex Cloud / AWS RoboMaker / GCP для развертывания распределенных симуляций и обучения моделей RL.

## **2. Цели, задачи и ожидаемые результаты**

### **Цель:**

Сформировать у студентов практические компетенции в области разработки и применения алгоритмов искусственного интеллекта (машинное обучение, компьютерное зрение, обучение с подкреплением) для решения ключевых задач робототехники: восприятия, навигации, планирования движений и управления.

### **Задачи:**

#### **1. Работа в робототехническом стеке (ROS):**

- Создание пакетов ROS, написание нод (publishers/subscribers) на Python/C++.
- Работа с системами координат (TF), конфигурация и запуск роботов в симуляторе Gazebo.

#### **2. Восприятие (Perception) для роботов:**

- Обработка данных сенсоров: фильтрация и сегментация данных лидара, калибровка камер.
- Реализация алгоритмов компьютерного зрения для навигации: детекция AR-меток (AprilTags), определение позы объектов, сегментация семантической карты.
- Использование предобученных нейросетевых моделей (YOLO, SSD) для детекции объектов в ROS-пайплайне.

### 3. Навигация и планирование пути:

- Конфигурация и настройка стеков навигации (Navigation2) для мобильного робота.
- Реализация простых алгоритмов построения карт (SLAM - gmapping, cartographer) и локализации (AMCL).
- Планирование траекторий для манипуляторов с использованием MoveIt 2 и коллизионных моделей.

### 4. Управление с помощью методов ИИ:

- Обучение политик управления манипулятором или мобильной базой с помощью имитационного обучения (Imitation Learning) или обучения с подкреплением (RL) в симуляторе.
- Перенос (sim2real) обученных моделей на реального робота (при наличии оборудования).

### 5. Интеграция в сквозной конвейер:

- Разработка конечного автомата (state machine) для комплексного поведения робота (например, "поиск объекта -> навигация к нему -> захват").
- Оценка производительности и надежности системы в условиях неопределенности и шумов сенсоров.

### Ожидаемые результаты:

После выполнения лабораторных работ студенты смогут:

- Свободно работать в экосистеме ROS: создавать, отлаживать и запускать программное обеспечение для роботов.
- Интегрировать алгоритмы компьютерного зрения и машинного обучения в конвейер обработки данных робота для решения задач восприятия.
- Настраивать и адаптировать стандартные стеки для автономной навигации мобильных роботов и планирования движений манипуляторов.
- Применять современные методы ИИ (включая RL) для обучения сложных навыков управления в симуляции.
- Проектировать и реализовывать интеграционные решения, сочетающие восприятие, планирование и управление для создания автономного поведения робота.
- Критически оценивать ограничения симуляции и проблемы переноса алгоритмов на реальные физические системы (sim2real gap).

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 5.1 Основная литература:

1. Филиппов, С. А. Уроки робототехники : конструкция, движение, управление : учебное пособие : [6+] / С. А. Филиппов. – Москва : Лаборатория знаний, 2022. – 192 с. : ил., схем., табл. – (Школа юного инженера). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=713067> (дата обращения: 13.11.2024). – ISBN 978-5-00101-980-0. – Текст : электронный.

2. Баюк, Д. А. Правовые и этические проблемы искусственного интеллекта : учебник для магистратуры : [16+] / Д. А. Баюк, А. В. Попова ; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. – Москва : Прометей, 2022. – 300 с. : табл. – (Высшее образование: магистратура). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=701038> (дата обращения: 13.11.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-00172-253-3. – Текст : электронный.

3. Машинное обучение : учебник : [16+] / Е. Ю. Бутырский, В. В. Цехановский, Н. А. Жукова [и др.]. – Москва : Директ-Медиа, 2023. – 368 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=701807> (дата обращения: 13.11.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-3778-0. – DOI 10.23681/701807. – Текст : электронный.

4. Полторацкая, И. В. Программирование для автоматизированного оборудования : учебное пособие / И. В. Полторацкая. – Минск : РИПО, 2023. – 205 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=712249> (дата обращения: 13.11.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-895-128-3. – Текст : электронный.

5. Жмудь, В. А. Динамика мехатронных систем : учебное пособие : [16+] / В. А. Жмудь, А. С. Востриков, Г. А. Французова. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. – 241 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=599923> (дата обращения: 13.11.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-1732-4. – DOI 10.23681/599923. – Текст : электронный.

## 5.2 Дополнительная литература:

1. Веретехина, С. В. Модели, методы, алгоритмы и программные решения вычислительных машин, комплексов и систем : учебник : [16+] / С. В. Веретехина, В. Л. Симонов, О. Л. Мнацаканян. – Изд. 2-е, доп. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. – 307 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=602526> (дата обращения: 13.11.2024). – Библиогр.: с. 258-266. – ISBN 978-5-4499-1937-3. – Текст : электронный

2. Лебедев, С. К. Кинематика и динамика электромехатронных систем : учебное пособие : [16+] / С. К. Лебедев, А. Р. Колганов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 352 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617221> (дата обращения: 13.11.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0689-5. – Текст : электронный.

## 5.3. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

## 5.4. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

*Электронно-библиотечные системы (ЭБС):*

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

*Профессиональные базы данных*

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### *Бесплатные образовательные ресурсы*

1. Jupyter Notebook – интерактивные вычисления
2. Visual Studio Code – редактор кода с поддержкой Python
3. Google Scholar/arXiv – доступ к научным публикациям

#### *Ресурсы свободного доступа*

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

#### *Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ*

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ"  
<http://icdau.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

По курсу «ИИ в робототехнике» предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается систематизированный материал по ключевым аспектам применения искусственного интеллекта в робототехнических системах. В ходе лекций рассматриваются фундаментальные концепции: от машинного обучения и компьютерного зрения до кинематики роботов, планирования пути и систем управления. Особое внимание уделяется практическим аспектам: разбираются реальные примеры использования ИИ в автономных системах, обсуждаются проблемы и ограничения, возникающие при разработке и внедрении робототехнических решений. После каждой лекции рекомендуется выполнение практических заданий для закрепления ключевых понятий и методов.

Лабораторные занятия курса посвящены практическому освоению методов построения и программирования робототехнических систем с использованием ИИ. На занятиях студенты реализуют и анализируют алгоритмы компьютерного зрения, работают с нейронными сетями, реализуют системы планирования пути (A\*, RRT), исследуют методы обработки данных с сенсоров и фильтрации (фильтр Калмана, медианный фильтр), а также изучают основы кинематики роботов (прямая и обратная задачи). Студенты применяют реальные сценарии, такие как навигация робота в динамической среде, распознавание объектов, построение карты с использованием SLAM. Используются современные инструменты: Python (OpenCV, NumPy, PyTorch), ROS (Robot Operating System), Gazebo, MoveIt. После каждого лабораторного занятия предлагаются задания для самостоятельного выполнения — от настройки видеопотока до реализации алгоритмов управления роботом.

При самостоятельной работе студентам необходимо изучать рекомендованную литературу (учебники, научные статьи, документацию библиотек и фреймворков) для углубленного понимания теоретических основ и современных подходов в области ИИ и робототехники. Выполняя проектные задания, студент должен уметь: формулировать задачу (например, навигация в динамической среде, распознавание объектов, управление манипулятором); подбирать и адаптировать подходящие методы (от классических алгоритмов управления до глубокого обучения); реализовывать и оценивать эффективность выбранных решений. Особое внимание уделяется навыкам анализа и сравнения методов, а также критическому осмыслению их применимости в конкретных робототехнических задачах.

Важнейшим компонентом курса является самостоятельная проектная работа, в ходе которой студент разрабатывает законченное робототехническое решение на основе ИИ-технологий — например, систему обнаружения объектов с помощью нейронной сети, автономного навигатора на основе SLAM и планирования пути, или манипулятора с управлением через обратную кинематику. Такой проект позволяет закрепить навыки проектирования, реализации и оценки систем на базе ИИ, а также научиться интегрировать разные методы и подходы в единое решение, включая работу с сенсорами, обработку данных и взаимодействие компонентов внутри робота.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные индивидуальные консультации, на которых преподаватель подробно разъясняет сложные аспекты дисциплины, помогает адаптировать практические задания и обеспечивает специальные условия для освоения методов работы с ИИ в робототехнике. Индивидуальный подход позволяет таким студентам полноценно участвовать в учебном процессе и достигать требуемых результатов обучения.



## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий**

1. Облачные платформы и сервисы  
AWS/GCP/Azure/YandexCloud/cloud.ru – облачные вычисления для обучения и инференса моделей

2. Системы управления версиями и коллаборации  
Git/GitHub/GitLab – контроль версий кода и совместная разработка

### **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

1. Лицензионное ПО  
MATLAB / Simulink – инструмент для моделирования систем управления, кинематики и динамики роботов (используется в вузе на лицензированных компьютерах).  
SolidWorks / AutoCAD – САПР для проектирования механических частей роботов.  
Visual Studio (лицензия с расширениями) – IDE для разработки на C++, C#, Python, с поддержкой ROS и нейросетевых библиотек.

2. Свободное ПО (Open Source)  
Основные инструменты:

Python – основной язык для реализации ИИ-алгоритмов в робототехнике.  
C++ – язык для высокопроизводительных задач в ROS и навигации.  
Jupyter Notebook – среда для экспериментов и отладки ИИ-моделей.  
Фреймворки и библиотеки:

TensorFlow / PyTorch – для разработки и интеграции нейронных сетей.  
OpenCV – библиотека для задач компьютерного зрения.  
NumPy / SciPy / Pandas – работа с данными и математические вычисления.  
ROS2 (Robot Operating System) – основная платформа для разработки и интеграции компонентов робота.

MoveIt – библиотека для кинематики, планирования движения и управления манипуляторами.

PCL (Point Cloud Library) – обработка данных с LiDAR и 3D-сенсоров.  
Симуляция и тестирование:

Gazebo – симулятор роботов и среды для тестирования поведения в реальных условиях.

RVIZ – визуализация данных и состояния робота в ROS.  
Blender + Morse – альтернативные инструменты для создания симуляций.  
Навигация и SLAM:

ROS Navigation Stack – набор пакетов для планирования пути и навигации.  
SLAM Toolbox – реализация и тестирование алгоритмов SLAM.  
Сенсоры и обработка данных:

ROS Drivers – драйверы для работы с LiDAR, камерами, IMU и другими сенсорами.  
Kalman Filter (фильтрация данных) – реализация в Python/C++ для повышения точности показаний.

Визуализация и интерфейсы:

Matplotlib / Open3D – визуализация данных с сенсоров и результатов работы ИИ.  
Streamlit / PyQt – создание пользовательских интерфейсов для управления и мониторинга робота.

## 8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3.	Практические занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.