Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 18:24:39
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет информационных технологий

УТВЕРЖДЕНО
Декан факультета
Информационных технологий
_____/ Д.Г. Демидов /
«_27_» _____февраля_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование систем сервисной и мобильной робототехники

Направление подготовки
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки
«Интеллектуальные беспилотные системы»

Год начала обучения:
2025

Квалификация (степень) выпускника:
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва – 2025

Разработчик(и):

к. ф.-м. н., доцент кафедры  / Т.Т. Идиатуллов /

старший преподаватель кафедры
«СМАРТ технологии»  / Е.А. Логунова /

Согласовано:

Заведующий кафедрой «СМАРТ-технологии»,
к.т.н., доцент  / Е.В. Петрунина /

Содержание

1 4
2 5
3 6
3.1 6
3.2 6
3.3 8
3.4 11
3.5 11
4 11
4.1 11
4.2 12
4.3 12
4.4 12
4.5 13
4.6 13
5 13
6 13
6.1 13
6.2 14
7 14
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 14
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 15
7.3 Оценочные средства 17

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Основной **целью** освоения дисциплины «Моделирование систем сервисной и мобильной робототехники» - получение знаний и умений, позволяющих разрабатывать системы беспилотного транспорта, логистической робототехники, а также робототехнических комплексов различного прикладного назначения.

Основная задача освоения дисциплины «Моделирование систем сервисной и мобильной робототехники» - изучение основ технологий создания систем серверных и мобильных роботов.

Планируемые результаты обучения связаны с достижением способностей к разработкам в области построения автономных систем управления. Освоенные умения должны включать, в том числе, методы подбора нормативных документов, определяющих требования к функционированию беспилотных транспортных средств, периферийных компонент оборудования, а также умения по разработке требований и проектированию программного обеспечения сервисных и логистических роботов.

В ходе освоения дисциплины «Моделирование систем сервисной и мобильной робототехники» студентам следует:

- Изучить основные концепции и методы моделирования систем сервисной и мобильной робототехники.
- Понять процесс создания математических моделей для описания движения и поведения роботов.
- Разработать навыки использования симуляторов для виртуального тестирования и обучения роботов.
- Изучить алгоритмы и методы управления движением роботов в различных средах.
- Освоить проектирование и анализ систем восприятия окружающей среды для мобильных роботов.
- Разработать навыки программирования и настройки роботов в виртуальных средах.
- Исследовать применение моделирования для разработки автономных систем робототехники.
- Изучить современные технологии в области моделирования и их применение в робототехнике.
- Практически применить полученные знания и навыки для создания и тестирования виртуальных роботов.
- Оценить эффективность моделирования систем робототехники в сокращении времени и ресурсов, затрачиваемых на разработку и тестирование физических роботов.

Обучение по дисциплине «Моделирование систем сервисной и мобильной робототехники» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен подключать и настраивать модули ЭВМ и	**ИПК-1.1 Знать**: Методы разработки требований и проектирования программного обеспечения в рамках задач, связанных с разработкой систем интернета вещей. **ИПК-1.2. Уметь:** Формировать требования и выполнять работы по проектированию программного обеспечения систем интернета вещей. **ИПК-1.3. Владеть:** Навыками разработки требований и проектирования прикладного программного обеспечения систем интернета вещей.
ПК-4. Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности	**ИПК-4.1. Знать:** принципов и методологий управления проектами в области концептуального, функционального и логического проектирования систем среднего и крупного масштаба и сложности **ИПК-4.2. Уметь:** составлять план работы над проектом; планировать расписание работ, с учетом ограниченности ресурсов; планировать работы по проектированию систем среднего и крупного масштаба и сложности; **ИПК-4.3. Владеть:** Навыками сбора и анализа первичной информации в рамках работ по проектированию систем среднего и крупного масштаба и сложности.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование систем сервисной и мобильной робототехники» относится к факультативным дисциплинам.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОПОП:

- Программирование и алгоритмизация на языках высокого уровня;
- Системы технического зрения в автоматизированных системах управления;
- Разработка систем сбора и обработки данных;
- Основы технологий интернета вещей;
- Основы технологий мобильной робототехники;
- Основы технологий сервисной робототехники;
- Задачи планирования движения и навигации в робототехнике.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, т.е. 108 академических часа.

На первом курсе в седьмом семестре выделяется 3 зачетные единицы, т.е. 108 академических часов (из них 54 часа – самостоятельная работа студентов).

Вид итогового контроля – дифференцированный зачет, 4 курс, 7 семестр.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	-	-
1.3	Лабораторные занятия	36	36
2	**Самостоятельная работа**	**54**	**54**
	В том числе:		
2.1	Выполнение заданий лабораторных работ	36	36
2.2	Повторение и закрепление материала курса	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		
	Дифференцированный зачет		
	Итого:	**108**	**108**

3.1.2 Очно-заочная форма обучения

Не проводится

3.1.3 Заочная форма обучения

Не проводится

3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Тема 1. Введение** Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль	12	2		4		6

	технологий робототехники в науке и на производстве. Многообразие задач и их отнесение к разделам (отраслям) робототехники. Основные этапы развития робототехники. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.						
2	**Тема 2. Технические и программные средства реализации робототехнических систем** Информация, сигналы и данные в робототехнике. Методы сборы данных и их обработке в системах управления РТК. Представление данных и информации в СУ РТК. Сенсорные системы робототехнических систем. Типовые классы сенсоров в робототехнике и их назначение. Исполнительные системы в РТК. Принципы управления оборудованием и движением. Применение регуляторов для контроля движения.	24	4		8		12
3	**Тема 3. Применение симуляторов при разработке робототехнических систем** Назначение симулятора Gazebo. Интеграция Gazebo с ROS. Управление проектом (приложением) с интегрированной симуляцией. Формирование описания мира и симулируемого объекта посредством SDF в Gazebo. Плагины. Настройка параметров симуляции.	24	4		8		12
4	**Тема 4. Навигация и картография в задачах мобильной робототехники** Основные понятия в задачах планирования движения. Голономные и неголономные системы. Уровни планирования и управления движением. Кинематика колесных роботов. Типы шасси и их влияние на движение. Вероятностные модели движения. Оценка перемещения с учетом влияющих факторов. Характер распределения ошибок в зависимости от типов привода и способов организации движения. Картирование. Представление объектов. Понятие проходимости. Карты проходимости (занятости). Планирование пути и движения. Пространство конфигураций. Особенности построения пространства конфигураций для неголономных систем и систем сложной формы.	24	4		8		12
5	**Тема 5. Применение систем технического зрения в робототехнике** Назначение систем технического зрения (применительно к робототехнике и смежным отраслям). Типовые задачи систем технического зрения. Реализация технического зрения в системах управления. Аппаратные и программные компоненты систем технического зрения. Структурные схемы реализации систем технического зрения. Особенности систем	12	2		4		6

	компьютерного зрения.						
6	**Тема 6. Проектирование систем управления РТК** Роль проектирования при создании систем управления РТК. Структурные схемы в проектировании. Особенности применения UML при разработке РТК. Диаграммы состояний и переходов, машина состояний. Диаграмма развертывания. Анализ сценариев. Диаграммы последовательности действий и операций. Моделирование поведения. Проектирование стратегии выполнения задачи движения мобильных РТК в логистических задачах. Сочетание конструкции РТК и стратегии выполнения задачи.	12	2		4		6
Итого		**108**	**18**		**36**		**54**

3.2.2 Очно-заочная форма обучения

Не проводится

3.3.3 Заочная форма обучения

Не проводится

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль технологий робототехники в науке и на производстве. Многообразие задач и их отнесение к разделам (отраслям) робототехники. Основные этапы развития робототехники. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Классификация робототехнических систем. Манипуляционные, мобильные, логистические, сервисные, промышленные РТК и их особенности. Особенности беспилотных наземных, морских и авиационных систем.

Общие принципы построения систем управления в робототехнике. Уровни автоматизации. Автоматические регуляторы в робототехнике. Цикловое управление. Машины состояний. Поведенческие системы. Цифровые модели представления задач управления (триггеры, цифровая модель дороги, карты).

Тема 2. Технические и программные средства реализации робототехнических систем

Информация, сигналы и данные в робототехнике. Методы сборы данных и их обработке в системах управления РТК. Представление данных и информации в СУ РТК.

Сенсорные системы робототехнических систем. Типовые классы сенсоров в робототехнике и их назначение.

Исполнительные системы в РТК. Принципы управления оборудованием и движением. Применение регуляторов для контроля движения.

Прямая и обратная задача кинематики в робототехнике. Интерпретация кинематических задач в манипуляциях объектами и движении мобильных роботов.

Технологии удаленного мониторинга и управления в робототехнике. Телеуправление. Полноуправляемые, полууправляемые и автономные РТК.

Архитектура и методы построения СУ РТК. Особенности построения систем промышленной, мобильной и сервисной робототехники.

Реализация модульности в построении СУ РТК. Robotic Operation System. Назначение и принципы организации ROS. Применение ROS. Особенности проектирования СУ на ROS по сравнению с монолитными системами.

Архитектура ROS. Организация кода. Обмен данными между частями системы. Модели рассылки (публикация-подписка), запроса (клиент-сервер) и действий (команда-фидбек-отчет). Общение с внешними устройствами.

Организация проекта в ROS. Настройка проекта. Интеграция модулей. Пакетный запуск элементов проекта.

Специальные инструменты разработчика в ROS. Просмотр структуры проекта. Просмотр сообщений и потоков данных.

Построение графического интерфейса оператора в ROS. «Черновой» интерфейс на основе rqt (ROS Qt). Разработка полнофункционального интерфейса с использованием QtCreator и особенности интеграции с проектом в ROS.

Тема 3. Применение симуляторов при разработке робототехнических систем

Назначение симулятора Gazebo. Интеграция Gazebo с ROS. Управление проектом (приложением) с интегрированной симуляцией.

Формирование описания мира и симулируемого объекта посредством SDF в Gazebo. Плагины. Настройка параметров симуляции.

Тема 4. Навигация и картография в задачах мобильной робототехники

Основные понятия в задачах планирования движения. Голономные и неголономные системы. Уровни планирования и управления движением.

Кинематика колесных роботов. Типы шасси и их влияние на движение.

Вероятностные модели движения. Оценка перемещения с учетом влияющих факторов. Характер распределения ошибок в зависимости от типов привода и способов организации движения.

Картирование. Представление объектов. Понятие проходимости. Карты проходимости (занятости).

Планирование пути и движения. Пространство конфигураций. Особенности построения пространства конфигураций для неголономных систем и систем сложной формы.

Клеточная декомпозиция карт. Интерпретация клеток при движении. Полигональные сетки. Маршрутная декомпозиция на основе графов. Применение графов видимости, диаграммы Вороного.

Понятие Маршрута. Движение по сеткам. Улучшение качества маршрута. Маршрутные карты с предварительной обработкой. Оптимизация маршрутных графов. Ссылки пропуска узлов. Путевые точки. Шоссе путевых точек.

Иерархические карты. Карты кругового обзора. Связанные компоненты. Дорожные карты. Особенности использования методов декомпозиции в робототехнике.

Методы поиска маршрута в глубину, ширину, принцип «жадного поиска», принцип «хлебных крошек», алгоритм Дейкстры, A*. Алгоритм D* для карт с неполной информацией.

Метод потенциальных полей в построении пути. Сочетание метода потенциальных полей с другими инструментами планирования маршрута и управления движением.

Вероятностные алгоритмы поиска пути в непрерывном пространстве. Методы PRM, RRT и их развитие.

Оптимизация маршрутов в вероятностных алгоритмах поиска пути. Оптимизация длины пути, сокращение времени поиска пути.

Планирование пути роботов автомобильного типа. Особенности планирования движения. Влияние особенностей дорожной инфраструктуры. Цифровая модель дороги в задачах планирования пути и управления движением.

Тема 5. Применение систем технического зрения в робототехнике

Назначение систем технического зрения (применительно к робототехнике и смежным отраслям). Типовые задачи систем технического зрения.

Реализация технического зрения в системах управления. Аппаратные и программные компоненты систем технического зрения. Структурные схемы реализации систем технического зрения. Особенности систем компьютерного зрения.

Виды визуализации в системах технического зрения. Инструменты рисования. Применение оверлея.

Принципы обработки изображений в системах компьютерного зрения.

Особенности применения статистического анализа изображений в задачах робототехники. Анализ спектра, анализ плотности, применение данных описательной статистики в обработке изображений для задач робототехники.

Цветовые пространства и их использование в робототехнике. Работа с цветовыми плоскостями, цветовые ключи.

Детектирование объектов на изображениях. Применение метода анализа частиц в робототехнике.

Распознавание структурированных объектов на изображении. Применение структурированных изображений в робототехнике. Локализация с использованием маркеров дополненной реальности.

Поиск шаблонов на изображении. Применение метода поиска шаблонов в робототехнике.

Навигация и локализация с использованием технического зрения. Требуемое оборудование и методы его использования (в контексте технического зрения).

Тема 6. Проектирование систем управления РТК

Роль проектирования при создании систем управления РТК. Структурные схемы в проектировании.

Особенности применения UML при разработке РТК. Диаграммы состояний и переходов, машина состояний. Диаграмма развертывания.

Анализ сценариев. Диаграммы последовательности действий и операций. Моделирование поведения.

Проектирование стратегии выполнения задачи движения мобильных РТК в логистических задачах. Сочетание конструкции РТК и стратегии выполнения задачи.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Не проводятся.

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа № 1: “Написание пользовательских нод в операционной системе ROS”.

Лабораторная работа № 2: “Написание пользовательских launch-файлов в операционной системе ROS”.

Лабораторная работа № 3: “Создание urdf-объектов в операционной системе ROS”.

Лабораторная работа № 4: “Создание сервиса и клиента в операционной системе ROS”.

Лабораторная работа № 5: “Разработка мобильного робота на базе ROS и Gazebo”.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Темы курсовых проектов представляется студентам в зависимости от предложений по тематике исследовательской работы или студент может предложить свою тему.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденный Приказом Министерства образования

и науки РФ от 19 сентября 2017 г. N 929 "Об утверждении федерального образовательного стандарта …» Редакция с изменениями N 1456 от 26.11.2020

3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 05 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры;

4. Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 29 июня 2015 г. № 636;

5. Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. № 885/390;

6. Устав и локальные нормативные акты Московского политеха

Области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу бакалавриата (далее - выпускники), могут осуществлять профессиональную деятельность:

06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере проектирования, разработки, внедрения и эксплуатации средств вычислительной техники и информационных систем, управления их жизненным циклом)

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника, предъявляемым соответствующими профессиональными стандартами.

4.2 Основная литература

1. Шаошань Лю, Лиюнь Ли, Цзе Тан, Шуаш Ву, Жан-Люк Годье, Разработка беспилотных транспортных средств / науч. ред. В. С. Яценков; пер. с анг. П. М. Бомбаковой. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 246 с.: ил

2. Жанказиев, С.В. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие / С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 120 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Karl Kurzer, Path Planning in Unstructured Environments. STOCKHOLM, SWEDEN 2016

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. https://e.lanbook.com/ Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (дата обращения 10.08.2023)

2. https://academia-moscow.ru/e_learning/pum/ Программно-учебные модули «Издательский центр «Академия». (дата обращения 10.08.2023)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Linux OS
2. Robot Operation System
3. Gazebo Simulator
4. LibreOffice
5. Microsoft Office
6. Microsoft VisualStudio Community Edition
7. Microsoft VisualStudio Code
8. PyCharm

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Федеральная государственная информационная система - Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://нэб.рф

5 Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия и лабораторные работы, а также самостоятельная работа студентов должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной современной оргтехникой и персональными компьютерами с программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала и специализированным лабораторным оборудованием. Число рабочих мест в аудитории должно быть достаточным для обеспечения индивидуальной работы студентов. Рабочее место преподавателя должно быть оснащены современным компьютером с подключенной к нему электронной доской.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы – теоретические сведения для лекций, задачи для практических работ и др. При проведении занятия следует контролировать подачу материала и решение заданий с учетом учебного времени, отведенного для занятия.

При проверке работ и отчетов следует учитывать не только правильность выполнения заданий практических работ, но и оптимальность выбранных методов решения, правильность выполнения всех его шагов.

Следует учесть, что часть лабораторно-практических заданий сопряжено с потенциально травмоопасной деятельность. В связи с чем необходимо ознакомление студентов с техникой безопасности и неукоснительное соблюдение норм безопасности работы с лабораторным оборудованием.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины осуществляется в строгом соответствии с целевой установкой в тесной взаимосвязи учебным планом. Основой теоретической подготовки студентов являются аудиторные занятия и лекции, материалы лабораторных работ.

В процессе самостоятельной работы студенты закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, дорабатывают конспекты и записи, готовятся к проведению и обрабатывают результаты лабораторных работ, готовятся к промежуточной аттестации, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

На занятиях студентов, в том числе предполагающих практическую деятельность, осуществляется закрепление полученных, в том числе и в процессе самостоятельной работы, знаний. Особое внимание обращается на развитие умений и навыков установления связи положений теории с профессиональной деятельностью будущего специалиста в области Веб-технологий.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально. Контроль самостоятельной работы организуется в двух формах:

- самоконтроль и самооценка студента;
- контроль со стороны преподавателей (текущий и промежуточный).

Текущий контроль осуществляется на аудиторных занятиях, промежуточный контроль осуществляется в письменной (устной) форме.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность компетенций;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- Контрольные вопросы разделов
- Тестирование (итоговый тест)
- Подготовка к Лабораторным работам и их защита
- Чтения литературы и освоения дополнительного материала в рамках тематики дисциплины
- Подготовка к текущей аттестации
- Подготовка к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются

результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

Образцы вопросов для проведения промежуточных аттестаций приведены в Разделе 7.3.2.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Балльно-рейтинговая система, включающая следующие критерии оценки.

Критерии	Значение критерия
Выполнение и защита самостоятельных, домашних и лабораторных работ в срок	+5 баллов за каждую защищенную на отлично самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; +4 балла за каждую защищенную на хорошо самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; +3 балла за каждую защищенную на удовлетворительно самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; Максимальное значение критерия – не более 45 баллов.
Выполнение и защита итоговых самостоятельных, домашних и лабораторных работ в срок	+15 баллов за каждую защищенную на отлично самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; +10 балла за каждую защищенную на хорошо самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; +5 балла за каждую защищенную на удовлетворительно самостоятельную, домашнюю или лабораторную работу; Максимальное значение критерия – не более 15 баллов.
Невыполнение и/или не защита (защита с оценкой «неудовлетворительно») лабораторных работ в срок	-5 баллов за каждую выданную работу;
Выполнение экзаменационного задания (теста)	Максимальное значение критерия – 40 баллов.

Максимальная сумма набираемых по дисциплине баллов – 100. С началом каждого нового семестра изучения дисциплины набранные баллы обнуляются и рейтинг студента ведется заново. Перевод набранных баллов в оценку промежуточной аттестации производится согласно следующей таблице.

Оценка по балльно-рейтинговой системе	Оценка по итоговой аттестации
0 … 49	Неудовлетворительно
50 … 69	Удовлетворительно
70 … 84	Хорошо
85 … 100	Отлично

Шкалы оценивания результатов лабораторных работ

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Задание выполнено полностью и в срок. Отсутствуют ошибки в полученном результате. При процедуре защиты студент уверенно отвечает на контрольные вопросы, оперирует приобретенными знаниями и умениями, объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений. Способен при необходимости доработать полученные результаты в соответствии с любыми незначительными изменениями в задании.
Хорошо	Задание выполнено полностью и в срок. Присутствуют незначительные ошибки в полученном результате. При процедуре защиты студент правильно отвечает на вопросы о ходе работы, оперирует приобретенными знаниями и умениями, однако возможны незначительные ошибки на дополнительные вопросы, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Студент объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений. Способен при необходимости доработать полученные результаты в соответствии с большинством незначительных изменений в задании.
Удовлетворительно	Задание выполнено либо со значительными ошибками, либо с опозданием. При процедуре защиты студент некорректно отвечает на некоторые дополнительные вопросы, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Студент объясняет все этапы получения результата, его характеристики и причины их значений. Способен при необходимости доработать полученные результаты в соответствии с лишь некоторыми незначительными изменениями в задании.
Неудовлетворительно	Задание полностью не выполнено, либо выполнено не в срок и с грубыми ошибками. При процедуре защиты студент некорректно отвечает на большинство дополнительных вопросов, в том числе и на вопросы для самоконтроля. Не может объяснить этапы выполнения задания, характеристики и свойства полученного результата, причины и взаимосвязи между ними, исходными данными и своими действиями. Неспособен доработать полученные результаты в соответствии с незначительными изменениями в задании.

Шкала оценивания экзаменационного ответа:

Шкала оценивания	Описание
Отлично	если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.
Хорошо	если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.
Удовлетворительно	если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.
Неудовлетворительно	если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Оценка используется в рамках балльно-рейтинговой системы как одна из составляющих общей оценки за работу в ходе освоения дисциплины.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают опросы, контрольные вопросы и тестирование (итоговое) для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Контрольные вопросы:

1. Роль технологий робототехники в науке и на производстве. Многообразие задач и их отнесение к разделам (отраслям) робототехники.
2. Основные этапы развития робототехники.
3. Классификация робототехнических систем. Манипуляционные, мобильные, логистические, сервисные, промышленные РТК и их особенности.
4. Особенности беспилотных наземных, морских и авиационных систем.
5. Общие принципы построения систем управления в робототехнике.
6. Уровни автоматизации.
7. Автоматические регуляторы в робототехнике.
8. Цикловое управление.
9. Машины состояний.

10. Поведенческие системы.

11. Цифровые модели представления задач управления (триггеры, цифровая модель дороги, карты).

12. Технические и программные средства реализации робототехнических систем

13. Информация, сигналы и данные в робототехнике. Методы сборы данных и их обработке в системах управления РТК. Представление данных и информации в СУ РТК.

14. Сенсорные системы робототехнических систем. Типовые классы сенсоров в робототехнике и их назначение.

15. Исполнительные системы в РТК. Принципы управления оборудованием и движением. Применение регуляторов для контроля движения.

16. Прямая и обратная задача кинематики в робототехнике. Интерпретация кинематических задач в манипуляциях объектами и движении мобильных роботов.

17. Технологии удаленного мониторинга и управления в робототехнике. Телеуправление. Полноуправляемые, полууправляемые и автономные РТК.

18. Архитектура и методы построения СУ РТК. Особенности построения систем промышленной, мобильной и сервисной робототехники.

19. Реализация модульности в построении СУ РТК.

20. Robotic Operation System. Назначение и принципы организации ROS. Применение ROS. Особенности проектирования СУ на ROS по сравнению с монолитными системами.

21. Архитектура ROS. Организация кода. Обмен данными между частями системы.

22. Модели рассылки (публикация-подписка), запроса (клиент-сервер) и действий (команда-фидбек-отчет) в ROS.

23. Общение с внешними устройствами в ROS.

24. Организация проекта в ROS. Настройка проекта. Интеграция модулей. Пакетный запуск элементов проекта.

25. Специальные инструменты разработчика в ROS. Просмотр структуры проекта. Просмотр сообщений и потоков данных.

26. Построение графического интерфейса оператора в ROS. «Черновой» интерфейс на основе rqt (ROS Qt).

27. Разработка полнофункционального интерфейса с использованием QtCreator и особенности интеграции с проектом в ROS.

28. Применение симуляторов при разработке робототехнических систем.

29. Назначение симулятора Gazebo. Интеграция Gazebo с ROS. Управление проектом (приложением) с интегрированной симуляцией.

30. Формирование описания мира и симулируемого объекта посредством SDF в Gazebo. Плагины. Настройка параметров симуляции.

31. Навигация и картография в задачах мобильной робототехники

32. Основные понятия в задачах планирования движения. Голономные и неголономные системы. Уровни планирования и управления движением.

33. Кинематика колесных роботов. Типы шасси и их влияние на движение.

34. Вероятностные модели движения. Оценка перемещения с учетом влияющих факторов. Характер распределения ошибок в зависимости от типов привода и способов организации движения.

35. Картирование. Представление объектов. Понятие проходимости. Карты проходимости (занятости).

36. Планирование пути и движения. Пространство конфигураций. Особенности построения пространства конфигураций для неголономных систем и систем сложной формы.

37. Клеточная декомпозиция карт. Интерпретация клеток при движении. Полигональные сетки. Маршрутная декомпозиция на основе графов. Применение графов видимости, диаграммы Вороного.

38. Понятие Маршрута. Движение по сеткам. Улучшение качества маршрута. Маршрутные карты с предварительной обработкой.

39. Оптимизация маршрутных графов. Ссылки пропуска узлов. Путевые точки. Шоссе путевых точек.

40. Иерархические карты. Карты кругового обзора. Связанные компоненты. Дорожные карты.

41. Особенности использования методов декомпозиции в робототехнике.

42. Методы поиска маршрута в глубину, ширину, принцип «жадного поиска», принцип «хлебных крошек».

43. Алгоритм Дейкстры,

44. Алгоритм A*.

45. Алгоритм D* для карт с неполной информацией.

46. Метод потенциальных полей в построении пути. Сочетание метода потенциальных полей с другими инструментами планирования маршрута и управления движением.

47. Вероятностные алгоритмы поиска пути в непрерывном пространстве. Методы PRM, RRT и их развитие.

48. Оптимизация маршрутов в вероятностных алгоритмах поиска пути. Оптимизация длины пути, сокращение времени поиска пути.

49. Планирование пути роботов автомобильного типа. Особенности планирования движения.

50. Влияние особенностей дорожной инфраструктуры. Цифровая модель дороги в задачах планирования пути и управления движением.

51. Применение систем технического зрения в робототехнике

52. Назначение систем технического зрения (применительно к робототехнике и смежным отраслям). Типовые задачи систем технического зрения.

53. Реализация технического зрения в системах управления. Аппаратные и программные компоненты систем технического зрения. Структурные схемы реализации систем технического зрения. Особенности систем компьютерного зрения.

54. Виды визуализации в системах технического зрения. Инструменты рисования. Применение оверлея.

55. Принципы обработки изображений в системах компьютерного зрения.

56. Особенности применения статистического анализа изображений в задачах робототехники. Анализ спектра, анализ плотности, применение данных описательной статистики в обработке изображений для задач робототехники.

57. Цветовые пространства и их использование в робототехнике. Работа с цветовыми плоскостями, цветовые ключи.

58. Детектирование объектов на изображениях. Применение метода анализа частиц в робототехнике.

59. Распознавание структурированных объектов на изображении. Применение структурированных изображений в робототехнике. Локализация с использованием маркеров дополненной реальности.

60. Поиск шаблонов на изображении. Применение метода поиска шаблонов в робототехнике.

61. Навигация и локализация с использованием технического зрения. Требуемое оборудование и методы его использования (в контексте технического зрения).

62. Проектирование систем управления РТК

63. Роль проектирования при создании систем управления РТК. Структурные схемы в проектировании.

64. Особенности применения UML при разработке РТК. Диаграммы состояний и переходов, машина состояний. Диаграмма развертывания.

65. Анализ сценариев. Диаграммы последовательности действий и операций. Моделирование поведения.

66. Проектирование стратегии выполнения задачи движения мобильных РТК в логистических задачах. Сочетание конструкции РТК и стратегии выполнения задачи.

Примерные вопросы к Тесту:

1. Две запущенные ноды обмениваются друг с другом сообщениями с помощью
a. Других нод
b. Топиков
c. Используя общую память

2. Какие ноды создаются по умолчанию при запуске roscore?
a. /turtlesim_node
b. /rosout и /turtlesim_node
c. /rosout

3. В случае если будет введён запрос на запуск уже выполняющейся ноды с тем же именем:
a. Новая нода не будет запущена
b. Старая нода аварийно завершит выполнение
c. Будут существовать две ноды с одинаковым именем

4. При посылке сообщения в топик нода-отправитель:
a. дожидается ответа ноды-получателя
b. b. блокируется до момента получения сообщения нодой-получателем и, не дожидаясь ответа, продолжает работу
c. c. не дожидается никаких ответов

5. С помощью какой команды в терминале можно послать в топик сообщение?
a. rostopic info <имя топика> “сообщение”
b. rostopic pub <имя топика> <тип сообщения> “сообщение”
c. rostopic echo <имя топика> “сообщение”