

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины: изучение основ мобильных робототехнических систем.

Задачи изучения дисциплины: в результате изучения дисциплины студент должен знать основные направления развития мобильных робототехнических систем, назначение и конструкции основных типов мобильных роботов, уметь разрабатывать и программировать их макеты.

Дисциплина направлена на формирование компетенций ПК-3, ПК-5 выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», часть блока 1 формируемую участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 15.03.06 Мехатроника и робототехника (профиль «Интеллектуальная робототехника»).

Дисциплина основывается на базе дисциплин: «Математическое моделирование мехатронных и робототехнических систем» «Системы автоматизированного проектирования и производства».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с применением вычислительной техники и программного обеспечения в различных сферах деятельности.

Курс является фундаментом для формирования навыков и умений по расчетам и проектированию мехатронных систем.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 10,5 зачетных единиц, 278 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (90 ак.ч), лабораторные занятия (72 ак.ч.), практические занятия (18 ак.ч.) и самостоятельная работа студента (198 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре и на 4 курсе в 7 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамены в каждом семестре.

По дисциплине предусмотрена курсовой проект трудоемкостью 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч. Группы ИР выполняют курсовой проект в 7 семестре. Программой предусмотрена самостоятельная работа студента (54 ак.ч.)

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Мобильные робототехнические системы» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем	ПК-3	ИД-9 ПК-3 Проводит конструкторские и расчетные работы по проектированию отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем, гибких производственных систем в машиностроении, изделий детской и образовательной робототехники, с учетом особенностей проектирования мобильных робототехнических систем.
Способен проводить испытания составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам	ПК-5	ИД-2 ПК-5 Проводит испытания составных частей опытных образцов мобильных робототехнических систем

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 10,5 зачётных единицы, 378 ак. ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным работам, текущему контролю, выполнению курсовой работы, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак. ч.	Ак .ч. по семестрам	
		6	7
Аудиторная работа, в том числе:	180	108	72
Лекции (Л)	90	54	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18	–
Лабораторные работы (ЛР)	72	36	36
Курсовая работа/курсовой проект	–	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	198	72	126
Подготовка к лекциям	45	27	18
Подготовка к лабораторным работам	27	18	9
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	9	9	–
Выполнение курсовой работы / проекта	54	0	54
Расчетно-графическая работа (РГР)	0	0	0
Реферат (индивидуальное задание)	0	0	0
Домашнее задание	0	0	0
Подготовка к контрольной работе	6	3	3
Подготовка к коллоквиумам	6	3	3
Аналитический информационный поиск	9	–	9
Работа в библиотеке	21	3	18
Подготовка к экзамену	18	9	9
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э	Э
Общая трудоёмкость дисциплины			
Ак. ч.	378	180	198
З. е.	10,5	5	5,5

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3 дисциплина разбита на 8 тем:

- тема 1 (Введение Основные определения. Базовые понятия и определения мобильной робототехники);
- тема 2 (Состав, параметры и классификация мобильных роботов);
- тема 3 (Информационные и сенсорные системы мобильных роботов);
- тема 4 (Приводы мобильных роботов);
- тема 5 (Системы управления мобильных роботов);
- тема 6 (Искусственный интеллект в мобильных робототехнических системах).
- тема 7 (Особенности управления группами мобильных роботов);
- тема 8 (Применение мобильных робототехнических систем. Перспективы развития мобильных роботов).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов приведены в таблице 5.1 – 5.2 соответственно.

Таблица 5.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (6 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Введение Основные определения. Базовые понятия и определения мобильной робототехники	Основы мобильной робототехники: понятия робота, автономности, мобильности. Ключевые аспекты – навигация, локализация, планирование маршрута. Исторический экскурс и современные тенденции. Структурные компоненты робототехнических систем и их взаимодействие	8	–	–	Информационные и сенсорные системы мобильных роботов	18
2	Состав, параметры и классификация мобильных роботов	Конструктивные элементы: шасси, приводы, сенсоры, управляющая электроника. Классификация по типу движения (колёсные, гусеничные, шагающие), среде применения (наземные, воздушные, подводные) и уровню автономности. Критерии оценки: грузоподъёмность, скорость, энергоэффективность	8	–	–	–	–
3	Информационные и сенсорные системы мобильных роботов	Датчики в робототехнике: лидары, камеры, гироскопы, одометры, ультразвуковые и ИК-сенсоры. Методы обработки данных, фильтрации шумов (фильтры Калмана, частиц). Системы навигации (SLAM, GPS, визуальная одометрия) и их роль в управлении	8	Информационные и сенсорные системы мобильных роботов	18	Приводы мобильных роботов	188
4	Приводы мобильных роботов	Типы приводных систем: электродвигатели (постоянного тока, сервоприводы, шаговые), гидравлика, пневматика. Кинематические схемы (дифференциальные,	8	–	–	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоёмкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоёмкость в ак. ч.
		синхронные, шарнирно-сочленённые), управление скоростью и моментом. Вопросы энергопотребления и передачи усилия (редукторы, ремни, шестерни)					
5	Системы управления мобильных роботов	Архитектуры управления: реактивные, гибридные, многослойные. Алгоритмы следования по траектории (PID-регуляторы, MPC), планирования пути (A*, RRT, потенциальных полей). Программные решения (ROS, MATLAB Robotics) для реализации алгоритмов	4	–	–	–	–
Всего аудиторных часов			36	–	18	–	36

Таблица 5.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (7 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоёмкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоёмкость в ак. ч.
6	Искусственный интеллект в мобильных робототехнических системах	Применение машинного обучения: нейросети, обучение с подкреплением. Примеры использования: распознавание объектов, семантическая навигация, адаптивное управление. Когнитивные архитектуры, swarm-интеллект, перспективы	8	–	–	Системы управления мобильных роботов	18

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
		интеграции ИИ.					
7	Особенности управления группами мобильных роботов	Алгоритмы координации: консенсус, флокинг, аукционные методы. Распределённые системы управления для совместного картографирования, роевого строительства, транспортировки грузов. Вопросы коммуникации (ad-hoc сети) и синхронизации.	8	–	–	–	–
8	Применение мобильных робототехнических систем. Перспективы развития мобильных роботов	Современные сферы использования: логистика (AMR, дроны), медицина (хирургические роботы), МЧС (поисково-спасательные операции). Актуальные тренды: мягкая робототехника, бионические конструкции, квантовые сенсоры. Этические и правовые аспекты автономных систем. Краткое и информативное изложение ключевых аспектов мобильной робототехники	11	–	–	Искусственный интеллект в мобильных робототехнических системах	18
Всего аудиторных часов			36	–	–	–	36

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

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf).

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-3, ПК-5	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
ПК-3, ПК-5	Дифференцированный зачет	Комплект контролирующих материалов для защиты курсового проекта

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (1 коллоквиум)
- всего 40 баллов;
- лабораторные работы – всего 60 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60 % от максимального.

Экзамен по дисциплине «Мобильные робототехнические системы» проводятся по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п. 6.4), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашние задания

Для студентов очной формы обучения домашние задания не предусмотрены. Студенты заочной формы обучения в каждом семестре выполняют контрольную работу по имеющимся методическим указаниям.

6.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Введение Основные определения. Базовые понятия и определения мобильной робототехники

- 1) Какие ключевые понятия определяют мобильную робототехнику?
- 2) В чем разница между автономными и управляемыми роботами?
- 3) Какие основные задачи решает мобильная робототехника?
- 4) Как исторически развивалась мобильная робототехника?
- 5) Какие основные компоненты входят в состав мобильного робота?

Тема 2 Состав, параметры и классификация мобильных роботов

- 1) Какие конструктивные элементы включает мобильный робот?
- 2) По каким критериям классифицируют мобильных роботов?
- 3) Какие типы движения характерны для мобильных роботов?
- 4) Какие параметры определяют производительность робота?
- 5) Какие роботы относятся к наземным, воздушным и подводным?

Тема 3 Информационные и сенсорные системы мобильных роботов

- 1) Какие основные датчики используются в мобильных роботах?
- 2) Как обрабатываются данные с сенсоров в робототехнике?
- 3) Какие методы фильтрации шумов применяются в навигации?
- 4) Как работает система SLAM в мобильных роботах?
- 5) Какие технологии используются для визуальной одометрии?

Тема 4 Приводы мобильных роботов

- 1) Какие типы приводов наиболее распространены в робототехнике?
- 2) В чем преимущества и недостатки электродвигателей?
- 3) Как работают дифференциальные приводные системы?
- 4) Какие факторы влияют на энергопотребление приводов?
- 5) Какие механизмы передачи усилия используются в роботах?

Тема 5 Системы управления мобильных роботов

- 1) Какие архитектуры управления применяются в робототехнике?
- 2) Как работают PID-регуляторы в управлении роботами?
- 3) Какие алгоритмы используются для планирования пути?
- 4) В чем преимущества ROS для управления роботами?
- 5) Как реализуется избегание препятствий в мобильных роботах?

Тема 6 Искусственный интеллект в мобильных робототехнических системах.

- 1) Какие методы машинного обучения применяются в робототехнике?
- 2) Как нейросети используются для распознавания объектов?
- 3) В чем суть обучения с подкреплением для роботов?
- 4) Какие задачи решает семантическая навигация?
- 5) Какие перспективы у swarm-интеллекта в робототехнике?

Тема 7 Особенности управления группами мобильных роботов

- 1) Какие алгоритмы координации используются для групп роботов?
- 2) Как работает метод консенсуса в распределённых системах?
- 3) Какие задачи решаются с помощью роевого интеллекта?
- 4) Какие технологии связи применяются в группах роботов?
- 5) Какие сложности возникают при синхронизации действий роботов?

Тема 8 Применение мобильных робототехнических систем. Перспективы развития мобильных роботов

- 1) Где применяются автономные мобильные роботы (AMR)?
- 2) Какие перспективы у дронов в логистике?
- 3) Как роботы используются в медицине и МЧС?
- 4) Какие новые направления развиваются в робототехнике?
- 5) Какие этические вопросы связаны с автономными роботами?

6.5 Вопросы для подготовки к экзаменам

Вопросы для подготовки к экзамену за 6 семестр

- 1) Какие ключевые понятия определяют мобильную робототехнику?
- 2) В чем разница между автономными и управляемыми роботами?
- 3) Какие основные задачи решает мобильная робототехника?

- 4) Как исторически развивалась мобильная робототехника?
- 5) Какие основные компоненты входят в состав мобильного робота?
- 6) Какие конструктивные элементы включает мобильный робот?
- 7) По каким критериям классифицируют мобильных роботов?
- 8) Какие типы движения характерны для мобильных роботов?
- 9) Какие параметры определяют производительность робота?
- 10) Какие роботы относятся к наземным, воздушным и подводным?
- 11) Какие основные датчики используются в мобильных роботах?
- 12) Как обрабатываются данные с сенсоров в робототехнике?
- 13) Какие методы фильтрации шумов применяются в навигации?
- 14) Как работает система SLAM в мобильных роботах?
- 15) Какие технологии используются для визуальной одометрии?
- 16) Какие типы приводов наиболее распространены в робототехнике?
- 17) В чем преимущества и недостатки электродвигателей?
- 18) Как работают дифференциальные приводные системы?
- 19) Какие факторы влияют на энергопотребление приводов?
- 20) Какие механизмы передачи усилия используются в роботах?
- 21) Какие архитектуры управления применяются в робототехнике?
- 22) Как работают PID-регуляторы в управлении роботами?
- 23) Какие алгоритмы используются для планирования пути?
- 24) В чем преимущества ROS для управления роботами?
- 25) Как реализуется избегание препятствий в мобильных роботах?

Вопросы для подготовки к экзамену за 7 семестр

- 1) Какие методы машинного обучения применяются в робототехнике?
- 2) Как нейросети используются для распознавания объектов?
- 3) В чем суть обучения с подкреплением для роботов?
- 4) Какие задачи решает семантическая навигация?
- 5) Какие перспективы у swarm-интеллекта в робототехнике?
- 6) Какие алгоритмы координации используются для групп роботов?
- 7) Как работает метод консенсуса в распределённых системах?
- 8) Какие задачи решаются с помощью роевого интеллекта?
- 9) Какие технологии связи применяются в группах роботов?
- 10) Какие сложности возникают при синхронизации действий роботов?
- 11) Где применяются автономные мобильные роботы (AMR)?
- 12) Какие перспективы у дронов в логистике?
- 13) Как роботы используются в медицине и МЧС?
- 14) Какие новые направления развиваются в робототехнике?
- 15) Какие этические вопросы связаны с автономными роботами?

6.6 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

По дисциплине предусмотрен курсовая работа на тему «Мехатронная платформа (транспортная система)».

Примерный перечень тем:

Воздушная 1- Двигательная самолетного типа

Воздушная 2-х двигательная самолетного типа

Воздушная 3-х роторная вертикального взлета

Воздушная 4-х роторная вертикального взлета

Воздушная 6-ти роторная вертикального взлета

Наземная 4- х колесная

Наземная 6-ти колесная

Наземная гусеничная

Наземная шагающая 4-х опорная

Наземная шагающая 6-ти опорная

Водный 1- двигательная

Водный 2-х- двигательная

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 25-40 страниц.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Основы робототехники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.С. Глухов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Армавир: Армавирский государственный педагогический университет, 2019.— 308 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/82448.html> .— (дата обращения: 20.08.2024).

2. Кравцов А.Г. Основы промышленной робототехники [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО/ Кравцов А.Г., Марусич К.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2019.— 95 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/85794.html> (дата обращения: 20.08.2024)).

Дополнительная литература

1. Системы автоматического управления, мехатроники и робототехники [Электронный ресурс]: монография/ С.В. Каменский [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017.— 211 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91524.html>

2. Системы искусственного интеллекта в мехатронике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.А. Большаков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014.— 252 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80117.html>.

Учебно-методическое обеспечение

1. Кулаков Д.Б. Роботы и робототехника: лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кулаков Д.Б., Кулаков Б.Б.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Российский университет дружбы народов, 2018.— 124 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91065.html>

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) : официальный сайт. — Москва. — <https://www.gosnadzor.ru/>. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 8.

Таблица 8.1 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Компьютерный класс кафедры ЭМ</i> - Персональный компьютер – 17 шт - Принтер HP1100 - Сканер	ауд 319, корп. главный

Лист согласования РПД

Разработал
доц. кафедры электромеханики
им. А. Б. Зеленова
(должность)


(подпись) И.А. Карпук
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) _____
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) _____
(Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой


(подпись) Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
электромеханики им. А.Б. Зеленова

от 22.08.2024г.

Декана факультета


(подпись) В. В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника


(подпись) И.А. Карпук
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись) О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	