


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения и  
аэрокосмической техники

 / И. Г. Дроздов /

25 09 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Организация систем управления автономных робототехнических  
систем»

Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение

Профиль Интеллектуальные автономные робототехнические комплексы

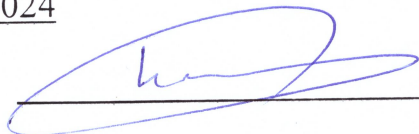
Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

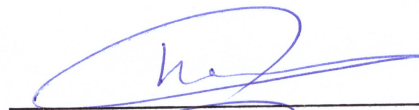
Год начала подготовки 2024

Автор программы



М. В. Паринов

Заведующий кафедрой  
Мехатроники и  
робототехники



М. В. Паринов

Руководитель ОПОП



М. В. Паринов

Воронеж 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение и практическое освоение основных принципов и методов организации систем управления для автономных робототехнических комплексов, включая проектирование, моделирование, алгоритмы управления и навигации.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- ознакомление с ключевыми концепциями и методами проектирования систем управления, включая использование сенсоров, планирование траекторий, и алгоритмы навигации;

- изучение современных методов машинного обучения и их применения в системах управления роботами;

- разработка и реализация алгоритмов управления и навигации для автономных роботов;

- практическое освоение методов интеграции сенсоров и исполнительных механизмов в робототехнические системы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Организация систем управления автономных робототехнических систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Организация систем управления автономных робототехнических систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен организовать и управлять разработкой и контролем систем управления сложных автономных робототехнических комплексов

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции   |
|-------------|---|
| ПК-3        | знать:<br>- принципы организации систем управления автономными робототехническими комплексами;<br>- современные методы и алгоритмы управления (адаптивное управление, машинное обучение, нейронные сети и др.);<br>- технологии и инструменты разработки систем управления (программные платформы, среды моделирования и др.);<br>- стандарты и нормативные документы, регламентирующие разработку и эксплуатацию автономных робототехнических систем.<br><br>уметь:<br>- разрабатывать системы управления для автономных робототехнических комплексов, включая выбор |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>архитектуры, алгоритмов и инструментов разработки;</p> <p>- анализировать работу систем управления, выявлять проблемы и узкие места, а также предлагать и внедрять оптимизационные решения.</p>   |
|  | <p>владеть:</p> <p>- практическими навыками программирования на языках, популярных в области робототехники, и использованием специализированных библиотек и фреймворков;</p> <p>- методами моделирования и симуляции для разработки и тестирования систем управления;</p> <p>- технологиями интеграции различных подсистем в единую систему управления, включая работу с сенсорами, исполнительными механизмами и коммуникационными протоколами.</p> |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Организация систем управления автономных робототехнических систем» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

| Виды учебной работы                       | Всего часов | Семестры |     |
|---|-------------|----------|-----|
|   |             | 3        | 4   |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>         | 74          | 28       | 46  |
| В том числе:                              |             |          |     |
| Лекции                                    | 20          | 10       | 10  |
| Лабораторные работы (ЛР)                  | 54          | 18       | 36  |
| <b>Самостоятельная работа</b>             | 43          | 17       | 26  |
| Часы на контроль                          | 63          | 27       | 36  |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен   | +           | +        | +   |
| Общая трудоемкость:<br>академические часы | 180         | 72       | 108 |
| зач.ед.                                   | 5           | 2        | 3   |

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий**  
**очная форма обучения**

| № п/п | Наименование темы                         | Содержание раздела   | Лекц | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|---|--|------|-----------|-----|------------|
| 1     | Принципы проектирования систем управления | <p>Основы теории управления.</p> <p>Модели и методы проектирования систем управления.</p> <p>Архитектуры систем управления: централизованные и распределенные.</p> <p>Выбор и настройка контроллеров.</p> <p>Платформы и инструменты для разработки систем управления.</p> | 4    | 10        | 6   | 20         |
| 2     | Алгоритмы и методы                        | Основные алгоритмы управления:   | 4    | 10        | 6   | 20         |

|              |   |   |           |           |           |            |
|--------------|---|---|-----------|-----------|-----------|------------|
|              | управления автономными роботами                               | пропорционально-интегрально-дифференциальное управление, адаптивное управление, робастное управление.<br>Машинное обучение и искусственный интеллект в управлении роботами.<br>Методы планирования траекторий и навигации.<br>Алгоритмы избегания препятствий и взаимодействия с окружающей средой.<br>Примеры использования алгоритмов в реальных задачах. |           |           |           |            |
| 3            | Моделирование и симуляция систем управления                   | Основы моделирования и симуляции.<br>Обзор инструментов для моделирования.<br>Построение моделей робототехнических систем.<br>Проведение симуляций для тестирования и отладки систем управления.<br>Анализ результатов симуляций и их применение для улучшения систем управления.   | 4         | 10        | 8         | 22         |
| 4            | Интеграция и тестирование систем управления                   | Процессы интеграции компонентов систем управления.<br>Методологии тестирования и верификации.<br>Разработка тестовых сценариев.<br>Использование инструментов для автоматизированного тестирования.   | 4         | 8         | 8         | 20         |
| 5            | Управление проектами по разработке робототехнических систем   | Основы управления проектами.<br>Планирование и управление ресурсами.<br>Контроль сроков и этапов разработки.<br>Координация работы команды.   | 2         | 8         | 8         | 18         |
| 6            | Практические аспекты разработки и внедрения систем управления | Реальные кейсы и проекты в области робототехники.<br>Примеры успешных проектов и анализ их особенностей.<br>Практические занятия по разработке и тестированию систем управления.  | 2         | 8         | 7         | 17         |
| <b>Итого</b> |   |   | <b>20</b> | <b>54</b> | <b>43</b> | <b>117</b> |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Разработка и настройка простого контроллера для автономного робота. Включает в себя проектирование и настройку контроллеров для управления движением робота.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

- а) Освоить принципы проектирования ПИД-контроллеров для управления роботами.
- б) Настроить параметры контроллера для выполнения базовых задач.
- в) Провести тестирование контроллера в среде симуляции.

Полученные результаты работы оформить в виде отчета.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный отчет и задаются контрольные вопросы.

2. Разработка алгоритма планирования траектории и навигации для автономного робота. Включает в себя изучение алгоритмов планирования траектории и навигации для автономных систем.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

- а) Разработать алгоритм планирования траектории для автономного робота.
- б) Реализовать алгоритм в симуляторе.
- в) Тестировать алгоритм на различных сценариях навигации.

Полученные результаты работы оформить в виде отчета.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный отчет и задаются контрольные вопросы.

3. Моделирование и симуляция системы управления автономным роботом. Включает в себя построение моделей автономных роботов и их систем управления в среде моделирования.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

а) Построить модель автономного робота и его системы управления в среде моделирования.

б) Провести симуляцию работы системы управления в различных условиях.

в) Анализировать результаты симуляции и корректировать модель.

Полученные результаты работы оформить в виде отчета.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный отчет и задаются контрольные вопросы.

4. Разработка и тестирование алгоритма избегания препятствий для автономного робота. Включает в себя реализацию и тестирование алгоритмов избегания препятствий.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

а) Реализовать алгоритмы избегания препятствий (например, алгоритм потенциальных полей, алгоритм динамического окна).

б) Провести тестирование алгоритма в симуляторе.

в) Оценить эффективность алгоритма в условиях реальных сценариев.

Полученные результаты работы оформить в виде отчета.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный отчет и задаются контрольные вопросы.

5. Интеграция сенсоров и исполнительных механизмов в систему управления. Включает в себя интеграцию различных компонентов в единую систему управления.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

а) Интегрировать сенсоры и исполнительные механизмы (моторы, сервоприводы) в систему управления.

б) Провести тестирование взаимодействия сенсоров и исполнительных механизмов.

в) Разработать программу для обработки данных сенсоров и управления механизмами.

Полученные результаты работы оформить в виде отчета.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный отчет и задаются контрольные вопросы.

6. Разработка и внедрение методов тестирования систем управления. Включает в себя освоение методов тестирования и верификации систем управления.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

а) Разработать тестовые сценарии для проверки работоспособности системы управления.

б) Провести тестирование и верификацию системы управления на

основе разработанных сценариев.

в) Анализировать результаты тестирования и документировать выводы. Полученные результаты работы оформить в виде отчета.

По результатам выполнения работы проверяется подготовленный отчет и задаются контрольные вопросы.

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| <b>Компетенция</b> | <b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>   | <b>Критерии оценивания</b>              | <b>Аттестован</b>   | <b>Не аттестован</b>  |
|--------------------|--|---|---|---|
| ПК-3               | знать:<br>- принципы организации систем управления автономными робототехническими комплексами;<br>- современные методы и алгоритмы управления (адаптивное управление, машинное обучение, нейронные сети и др.);<br>- технологии и инструменты разработки систем управления (программные платформы, среды моделирования и др.);<br>- стандарты и нормативные документы, регламентирующие разработку и эксплуатацию автономных робототехнических систем. | Проверочная работа, лабораторные работы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|                    | уметь:<br>- разрабатывать системы управления для автономных робототехнических комплексов, включая выбор архитектуры, алгоритмов и инструментов разработки;<br>- анализировать работу систем управления, выявлять проблемы и узкие  | Проверочная работа, лабораторные работы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | места, а также предлагать и внедрять оптимизационные решения.   |   |   |   |
|  | <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- практическими навыками программирования на языках, популярных в области робототехники, и использованием специализированных библиотек и фреймворков;</li> <li>- методами моделирования и симуляции для разработки и тестирования систем управления;</li> <li>- технологиями интеграции различных подсистем в единую систему управления, включая работу с сенсорами, исполнительными механизмами и коммуникационными протоколами.</li> </ul> | Проверочная работа, лабораторные работы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3, 4 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции  | Критерии оценивания | Отлично                     | Хорошо                     | Удовл.                     | Неудовл.                             |
|-------------|--|---------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| ПК-3        | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы организации систем управления автономными робототехническими комплексами;</li> <li>- современные методы и алгоритмы управления (адаптивное управление, машинное обучение, нейронные сети и др.);</li> <li>- технологии и инструменты разработки систем управления (программные платформы, среды моделирования и др.);</li> <li>- стандарты и нормативные документы, регламентирующие разработку и</li> </ul> | Тест                | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |

|   |  |  |   |  |                  |  |
|---|--|--|---|--|------------------|--|
| эксплуатацию автономных робототехнических систем.   |  |  |   |  |                  |  |
| уметь:<br>- разрабатывать системы управления для автономных робототехнических комплексов, включая выбор архитектуры, алгоритмов и инструментов разработки;<br>- анализировать работу систем управления, выявлять проблемы и узкие места, а также предлагать и внедрять оптимизационные решения.   | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |  |
| владеть:<br>- практическими навыками программирования на языках, популярных в области робототехники, и использованием специализированных библиотек и фреймворков;<br>- методами моделирования и симуляции для разработки и тестирования систем управления;<br>- технологиями интеграции различных подсистем в единую систему управления, включая работу с сенсорами, исполнительными механизмами и коммуникационными протоколами. | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |  |

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

1. Какая из следующих архитектур лучше всего подходит для управления автономным роботом, работающим в динамически изменяющейся среде?

- a) Централизованная архитектура
- b) Децентрализованная архитектура
- c) Гибридная архитектура

d) Параллельная архитектура

2. Какой из методов машинного обучения наиболее подходит для задач распознавания объектов в реальном времени?

- a) Линейная регрессия
- b) Метод опорных векторов
- c) Рекуррентные нейронные сети
- d) Свёрточные нейронные сети

3. Какая модель управления используется в алгоритме SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)?

- a) ПИД-контроллер
- b) Байесовская фильтрация
- c) Линейный квадратичный регулятор
- d) Стохастическая оптимизация

4. Что из перечисленного является основным преимуществом использования алгоритмов RRT для планирования траекторий?

- a) Простота реализации
- b) Гарантированная оптимальность пути
- c) Быстрая работа в реальном времени
- d) Низкие требования к памяти

5. Какой из следующих сенсоров наиболее эффективен для обнаружения препятствий на больших расстояниях?

- a) Ультразвуковой сенсор
- b) Инфракрасный сенсор
- c) Лидар
- d) Камера RGB

6. Какой из методов минимизации булевых функций является наиболее оптимальным для использования в системах управления автономными роботами?

- a) Карты Карно
- b) Метод Куайна-МакКласки
- c) Метод таблиц истинности
- d) Метод преобразования логических схем

7. Какой из протоколов связи является предпочтительным для обеспечения низкой задержки и высокой надежности в системах управления автономными роботами?

- a) Bluetooth
- b) Wi-Fi
- c) Zigbee
- d) Ethernet

8. Какой из подходов к тестированию является наиболее эффективным

для проверки корректности и надежности системы управления автономного робота?

- a) Модульное тестирование
- b) Интеграционное тестирование
- c) Системное тестирование
- d) Тестирование на уровне приемки

9. Какой тип фильтра наиболее подходит для обработки данных сенсоров и уменьшения шума в системах управления автономными роботами?

- a) Калмановский фильтр
- b) Фильтр Баттерворта
- c) Медианный фильтр
- d) Фильтр Чебышева

10. Какой метод управления является наиболее эффективным для автономных роботов, работающих в условиях неопределенности и частых изменений среды?

- a) ПИД-контроллер
- b) Нечеткое управление
- c) Адаптивное управление
- d) Управление на основе конечных состояний

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Какой метод оптимизации траектории является наиболее эффективным для робота, перемещающегося в лабиринте с множеством тупиков?

- a) Прямой поиск (Brute Force)
- b) Поиск в глубину (DFS)
- c) Поиск в ширину (BFS)
- d) Поиск с понижением стоимости (Dijkstra)

2. Какой подход наиболее эффективен для минимизации вычислительных затрат при обработке изображений для распознавания объектов?

- a) Использование сверточных нейронных сетей с уменьшенной глубиной
- b) Применение техники пакетной нормализации (Batch Normalization)
- c) Преобразование Фурье изображения
- d) Использование предварительно обученных моделей (Transfer Learning)

3. Какой метод используется для управления многосвязной манипуляторной рукой робота, чтобы обеспечить плавное движение с учетом всех степеней свободы?

- a) Метод инверсной кинематики
- b) Метод прямой кинематики
- c) Метод конечных элементов

d) Метод Лагранжа

4. Какой из алгоритмов оптимизации является наиболее подходящим для настройки параметров сложной нелинейной системы управления автономного робота?

- a) Градиентный спуск
- b) Генетический алгоритм
- c) Метод Ньютона-Рафсона
- d) Методы конечных разностей

5. Какой подход к распределению задач между роботами в многоагентной системе обеспечивает наилучшую эффективность при выполнении комплексных задач?

- a) Централизованное распределение
- b) Децентрализованное распределение
- c) Распределение на основе аукционов
- d) Статическое распределение задач

6. Какой метод фильтрации наиболее подходит для прогнозирования траектории движения подвижных объектов в условиях сильного шума?

- a) Комплементарный фильтр
- b) Калмановский фильтр
- c) Фильтр Ходжина
- d) Фильтр частиц

7. Какая техника используется для обработки и слияния данных с различных сенсоров, чтобы улучшить точность оценки состояния робота?

- a) Интерполяция данных
- b) Дискретизация данных
- c) Сенсорный фьюжн (Sensor Fusion)
- d) Фильтрация данных

8. Какой из следующих методов контроля движения наиболее подходит для робота с неустойчивой платформой, работающего в реальном времени?

- a) Управление с использованием обратной связи по состоянию
- b) Управление с опережением (Feedforward Control)
- c) Управление с использованием модального управления (Modal Control)
- d) Управление на основе устойчивости (Stability Control)

9. Какой из подходов наилучшим образом подходит для координации действий в гетерогенной группе автономных роботов, выполняющих совместную задачу?

- a) Обратное планирование траекторий
- b) Алгоритмы распределенного усиления
- c) Паттерны поведения (Behavior-based control)
- d) Система на основе правил (Rule-based system)

10. Какой метод кодирования данных наиболее эффективен для передачи информации с минимальными потерями в условиях ограниченной пропускной способности сети?

- a) Кодирование Хаффмана
- b) Кодирование Лемпеля-Зива (LZW)
- c) Рид-Соломоновское кодирование
- d) Адаптивное арифметическое кодирование

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Какой метод предпочтительнее для решения задачи стабилизации квадрокоптера при порывах ветра?

- a) ПИД-регулирование
- b) Нечеткое управление
- c) Адаптивное управление
- d) Управление с предсказанием модели (MPC)

2. Какой алгоритм наилучшим образом подходит для создания карты помещения и локализации робота внутри него в режиме реального времени?

- a) Dijkstra
- b) Прямой поиск (Brute Force)
- c) SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)
- d) Метод динамического программирования

3. Какой тип сенсора предпочтительнее для точного измерения расстояний в условиях сильной задымленности или пыли?

- a) Ультразвуковой сенсор
- b) Инфракрасный сенсор
- c) Лидар
- d) Радар

4. Какой подход лучше всего подходит для программирования кооперативного поведения группы автономных роботов при выполнении задачи транспортировки груза?

- a) Централизованный алгоритм планирования
- b) Децентрализованный алгоритм планирования
- c) Метод роя (Swarm Intelligence)
- d) Метод Монте-Карло

5. Какой метод оптимизации траектории наиболее эффективен для беспилотного автомобиля, движущегося в условиях городского трафика?

- a) Метод Ньютона-Рафсона
- b) Генетический алгоритм
- c) Метод конечных разностей
- d) A\* алгоритм

6. Какой из следующих алгоритмов лучше всего подходит для

автоматической калибровки сенсоров на автономном роботе?

- a) Градиентный спуск
- b) Байесовская оптимизация
- c) Метод наименьших квадратов
- d) Метод Монте-Карло

7. Какой метод фильтрации данных наиболее эффективен для слежения за движущимися объектами в условиях высокочастотного шума?

- a) Калмановский фильтр
- b) Фильтр Баттерворта
- c) Медианный фильтр
- d) Фильтр Чебышева

8. Какой алгоритм лучше всего подходит для задач координации и синхронизации группы автономных дронов?

- a) Алгоритм планирования задач (Task Scheduling)
- b) Алгоритм распределенного усиления (Distributed Reinforcement Learning)
- c) Алгоритм ближайшего соседа (Nearest Neighbor)
- d) Алгоритм A\*

9. Какой метод является наиболее эффективным для распознавания объектов и их классификации в потоке видеоданных?

- a) Линейная регрессия
- b) Метод опорных векторов (SVM)
- c) Свёрточные нейронные сети (CNN)
- d) K-ближайших соседей (k-NN)

10. Какой подход к управлению роботом наиболее эффективен в условиях неопределённой и динамически изменяющейся среды?

- a) Управление на основе правил (Rule-based control)
- b) Управление на основе машинного обучения
- c) Прямое программирование траекторий
- d) Управление с обратной связью по состоянию (Feedback control)

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

1. Основные компоненты и архитектура автономных робототехнических систем.

2. Принципы и методы проектирования систем управления автономными роботами.

3. Методы машинного обучения для распознавания объектов и принятия решений в автономных системах.

4. Алгоритмы планирования траектории и навигации автономных роботов (например, A, RRT).

5. Применение алгоритмов SLAM (Simultaneous Localization and

Mapping) для автономной навигации.

6. Использование ПИД-регуляторов для управления движением автономных роботов.

7. Интеграция сенсоров и исполнительных механизмов в системы управления автономных роботов.

8. Алгоритмы избегания препятствий и их реализация в автономных роботах.

9. Моделирование и симуляция систем управления автономными роботами.

10. Методы фильтрации данных сенсоров (Калмановский фильтр, фильтр частиц и т.д.).

11. Оптимизация траектории и управление движением в условиях динамически изменяющейся среды.

12. Протоколы связи и их применение в системах управления автономными роботами (Bluetooth, Wi-Fi, Zigbee, Ethernet).

13. Методы координации и синхронизации действий в многоагентных системах.

14. Распределенные алгоритмы управления для групп автономных роботов.

15. Подходы к тестированию и верификации систем управления автономных роботов.

16. Методы минимизации булевых функций и их применение в проектировании логических схем.

17. Стратегии управления проектами по разработке систем управления для автономных роботов.

18. Роли и задачи операторов в системах с участием автономных роботов.

19. Применение теории графов для решения задач маршрутизации и планирования в робототехнике.

20. Современные тенденции и перспективы развития автономных робототехнических систем.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. **Оценка «Неудовлетворительно»** ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. **Оценка «Удовлетворительно»** ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. **Оценка «Хорошо»** ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. **Оценка «Отлично»** ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины                      | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства              |
|-------|---|--------------------------------|---|
| 1     | Принципы проектирования систем управления                     | ПК-3                           | Тест, защита лабораторных работ               |
| 2     | Алгоритмы и методы управления автономными роботами            | ПК-3                           | Контрольная работа, защита лабораторных работ |
| 3     | Моделирование и симуляция систем управления                   | ПК-3                           | Защита лабораторных работ                     |
| 4     | Интеграция и тестирование систем управления                   | ПК-3                           | Тест, защита лабораторных работ               |
| 5     | Управление проектами по разработке робототехнических систем   | ПК-3                           | Контрольная работа, защита лабораторных работ |
| 6     | Практические аспекты разработки и внедрения систем управления | ПК-3                           | Защита лабораторных работ                     |

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Киселев А.В. Основы робототехники / А.В. Киселев. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 432 с.

2. Матиенко Ю.Ю. Системы управления роботами / Ю.Ю. Матиенко. СПб.: Питер, 2019. 384 с.

3. Романенко Н.Г., Петров И.И., Сидоров А.В. Алгоритмы и методы управления роботами / Н.Г. Романенко, И.И. Петров, А.В. Сидоров. М.: Наука, 2016. 350 с.

4. Иванов А.А., Петров Б.Б. Автономные робототехнические системы / А.А. Иванов, Б.Б. Петров. М.: Издательство МЭИ, 2018. 408 с.

5. Золотарев В.И. Моделирование и симуляция робототехнических

систем / В.И. Золотарев. М.: Физматлит, 2020. 372 с.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

MATLAB / Simulink.

LabVIEW.

Autodesk Inventor / SolidWorks.

ROS (Robot Operating System).

Microsoft Visual Studio.

Поисковая система Google.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.  
Учебные лаборатории:

- “Моделирование и управление робототехническими системами”;
- “Интеллектуальные системы управления и навигации”.

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума.

Кабинеты, оборудованные проекторами и интерактивными досками.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Организация систем управления автономных робототехнических систем» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента  |
|---------------------|--|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии. |
| Лабораторная        | Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические  |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| работа                                | знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.  |
| Самостоятельная работа                | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul> |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.  |

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| №<br>п/п | Перечень вносимых изменений | Дата внесения<br>изменений | Подпись<br>заведующего<br>кафедрой,<br>ответственной за<br>реализацию ОПОП |
|----------|-----------------------------|----------------------------|--|
|----------|-----------------------------|----------------------------|--|