

**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 05 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Разработка аппаратно-программных систем»

Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение

Профиль Интеллектуальные автономные робототехнические комплексы

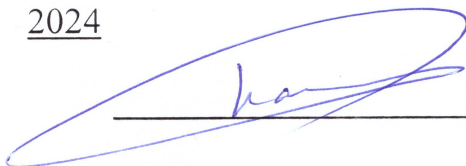
Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

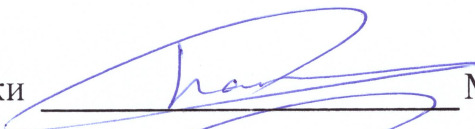
Год начала подготовки 2024

Автор программы



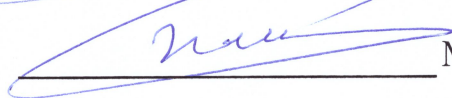
М. В. Паринов

**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 разработки аппаратно-программных систем, включая проектирование, программирование, тестирование и интеграцию встроенных систем и робототехнических комплексов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- формирование понимания основных принципов функционирования аппаратно-программных систем и их компонентов;
- овладение навыками проектирования и программирования встроенных систем;
- изучение и применение методов и инструментов для разработки, тестирования и отладки аппаратно-программных комплексов;
- практическое освоение методов моделирования и симуляции работы аппаратно-программных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Разработка аппаратно-программных систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Разработка аппаратно-программных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен разрабатывать проектные решения для автономных робототехнических комплексов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать: - методы проектирования аппаратно-программных систем; - алгоритмы управления и навигации; - программные и аппаратные интерфейсы.
	уметь: - разрабатывать и моделировать робототехнические системы; - реализовывать и адаптировать алгоритмы для управления движением и ориентацией автономного робота. - разрабатывать ПО, которое интегрируется с аппаратными компонентами робота и обеспечивает его автономную работу.
	владеть:

	<ul style="list-style-type: none"> - методами анализа устойчивости, надежности и безопасности робототехнических комплексов. - навыками программирования микроконтроллеров и встроенных систем на языках низкого уровня - умением работать с 3D-принтерами, средствами прототипирования и создания макетов для быстрого тестирования проектных решений.
--	---

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Разработка аппаратно-программных систем» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	74	28	46
В том числе:			
Лекции	20	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	54	18	36
Самостоятельная работа	70	26	44
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	54	126
зач.ед.	5	1.5	3.5

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	Программирование для встроенных систем	Основы программирования для микроконтроллеров Языки программирования: С, С++. Работа с интегрированными средами разработки. Программирование периферийных устройств. Управление энергопотреблением и оптимизация кода.	4	10	10	24
2	Сенсоры и исполнительные механизмы	Типы сенсоров: оптические, ультразвуковые, инфракрасные, и т.д. Принципы работы сенсоров. Исполнительные механизмы: приводы, сервомоторы, шаговые двигатели. Интерфейсы для подключения сенсоров и приводов. Калибровка и тестирование сенсоров и приводов	4	10	12	26
3	Алгоритмы управления и навигации	Основы теории управления. Алгоритмы планирования траектории.	4	10	12	26

		Методы локализации и картографии (SLAM). Обработка данных с сенсоров. Реализация алгоритмов управления на микроконтроллерах.				
4	Проектирование и моделирование робототехнических систем	Программное обеспечение для моделирования. Создание 3D-моделей роботов. Моделирование движения и взаимодействия с окружением. Тестирование и верификация моделей. Анализ результатов моделирования	4	8	12	24
5	Тестирование и отладка робототехнических систем	Методы тестирования программных и аппаратных компонентов Использование отладочных инструментов и осциллографов Проведение функциональных и нагрузочных тестов Диагностика и устранение неисправностей Документирование результатов тестирования	2	8	12	22
6	Обеспечение безопасности и надежности систем	Основы безопасности робототехнических систем. Методы защиты от сбоев и отказов. Разработка отказоустойчивых систем. Стандарты и нормативы безопасности. Анализ рисков и управление ими.	2	8	12	22
Итого			20	54	70	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Программирование периферийных устройств. Включает в себя программирование интерфейсов ввода-вывода (GPIO), работу с таймерами, прерываниями, аналогово-цифровыми преобразователями (ADC), и интерфейсами связи (UART, SPI, I2C).

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

a) Освоить программирование интерфейсов ввода-вывода (GPIO), таймеров, прерываний, аналогово-цифровых преобразователей (ADC), и интерфейсов связи (UART, SPI, I2C).

b) Рассмотреть конкретные примеры и разработать программы для управления этими периферийными устройствами.

Полученные результаты работы оформить в виде отчета.

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

2. Работа с сенсорами. Включает в себя изучение принципов работы различных сенсоров и методов их подключения к микроконтроллеру, подключение и калибровку оптических, ультразвуковых и инфракрасных сенсоров, сбор и обработка данных с сенсоров, реализация простых алгоритмов на основе этих данных.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

a) Освоить подключение и калибровку оптических, ультразвуковых и инфракрасных сенсоров.

b) Рассмотреть процесс сбора и обработки данных с сенсоров, разработать простые алгоритмы на основе этих данных.

Полученные результаты работы оформить в виде отчета.

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

3. Управление исполнительными механизмами. Включает в себя программирование управления сервомоторами, шаговыми двигателями и постоянными двигателями, реализацию управления скоростью и положением, использование ШИМ-сигналов.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

а) Освоить программирование управления сервомоторами, шаговыми двигателями и постоянными двигателями.

б) Рассмотреть реализацию управления скоростью и положением, использование ШИМ-сигналов.

Полученные результаты работы оформить в виде отчета.

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

4. Реализация алгоритмов управления. Включает в себя освоение основных алгоритмов управления для робототехнических систем, реализацию ПИД-регуляторов, программирование алгоритмов управления движением, создание простых систем стабилизации и навигации.

Задачи изучения и приобретения практических навыков:

а) Освоить реализацию ПИД-регуляторов и программирование алгоритмов управления движением.

б) Рассмотреть создание простых систем стабилизации и навигации.

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».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать:	Тест	Выполнение работ	Невыполнение

	- методы проектирования аппаратно-программных систем; - алгоритмы управления и навигации; - программные и аппаратные интерфейсы.		в срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: - разрабатывать и моделировать робототехнические системы; - реализовывать и адаптировать алгоритмы для управления движением и ориентацией автономного робота. - разрабатывать ПО, которое интегрируется с аппаратными компонентами робота и обеспечивает его автономную работу.	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: - методами анализа устойчивости, надежности и безопасности робототехнических комплексов. - навыками программирования микроконтроллеров и встроенных систем на языках низкого уровня - умением работать с 3D-принтерами, средствами прототипирования и создания макетов для быстрого тестирования проектных решений.	Тест	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-1	знать: - методы проектирования аппаратно-программных систем; - алгоритмы управления и навигации; - программные и аппаратные интерфейсы.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: - разрабатывать и моделировать робототехнические системы; - реализовывать и адаптировать алгоритмы	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

<p>для управления движением и ориентацией автономного робота. - разрабатывать ПО, которое интегрируется с аппаратными компонентами робота и обеспечивает его автономную работу.</p>			<p>во всех задачах</p>		
<p>владеть: - методами анализа устойчивости, надежности и безопасности робототехнических комплексов. - навыками программирования микроконтроллеров и встроенных систем на языках низкого уровня - умением работать с 3D-принтерами, средствами прототипирования и создания макетов для быстрого тестирования проектных решений.</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

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. Какой из перечисленных интерфейсов используется для передачи данных между микроконтроллером и периферийными устройствами?

- a) HDMI
- b) UART
- c) VGA
- d) PCIe

2. Какой принцип работы лежит в основе ультразвукового сенсора?

- a) Отражение световых волн
- b) Измерение изменения электромагнитного поля
- c) Отражение звуковых волн
- d) Измерение теплового излучения

3. Какую задачу выполняет ПИД-регулятор в системах управления?

- a) Обеспечивает бесперебойное питание
- b) Контролирует цифровую обработку сигналов
- c) Регулирует параметры системы для достижения заданного значения
- d) Выполняет сжатие данных

4. Какой тип моторного управления наиболее подходит для точного

позиционирования?

- a) Постоянный двигатель
- b) Шаговый двигатель
- c) Серводвигатель
- d) Асинхронный двигатель

5. Какой из следующих алгоритмов используется для планирования траектории робота?

- a) Dijkstra
- b) Quicksort
- c) RSA
- d) Huffman

6. Что такое SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)?

a) Процесс программирования микроконтроллера
b) Метод одновременной локализации и построения карты окружающей среды

- c) Техника сжатия данных
- d) Тип сенсора

7. Что из перечисленного представляет собой принцип "наблюдаемость" (observability) в системах управления?

- a) Способность системы реагировать на входные сигналы
- b) Способность оценивать состояние системы через выходные сигналы
- c) Способность сохранять данные при сбоях питания
- d) Способность изменять конфигурацию системы

8. Какой из нижеперечисленных является основным преимуществом использования ROS (Robot Operating System)?

- a) Высокая стоимость
- b) Низкая надежность
- c) Возможность модульного и масштабируемого проектирования
- d) Сложность в использовании

9. Какой метод наиболее часто используется для обеспечения отказоустойчивости системы?

- a) Использование программного RAID
- b) Многоуровневая система резервного копирования
- c) Разработка монолитных приложений
- d) Игнорирование сбоев

10. Какое свойство системы отражает её способность продолжать работу в условиях частичных отказов?

- a) Латентность
- b) Масштабируемость

- c) Надежность
- d) Энергоэффективность

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какой из методов используется для адаптивного управления робототехническими системами, позволяя системе изменять свои параметры в реальном времени на основе обратной связи?

- a) Классический ПИД-регулятор
- b) Алгоритм генетического программирования
- c) Метод Лайяпунова
- d) Метод рекурсивной наименьшей квадратов (RLS)

2. Какая архитектура используется для организации взаимодействия между множеством агентов в робототехнической системе, обеспечивая согласованное поведение?

- a) Асинхронная архитектура
- b) Многоагентная система (MAS)
- c) Системы с жестким реальным временем
- d) Пирамидальная архитектура

3. Какой метод применяется для калибровки сенсоров в условиях, когда данные измерений подвергаются значительным шумам и неточным значениям?

- a) Метод Ньютона
- b) Метод Байесовской фильтрации
- c) Метод Монте-Карло
- d) Метод регрессионного анализа

4. Какой принцип работы лежит в основе инерциальных навигационных систем (INS) для определения положения и ориентации робота?

- a) Использование радиочастотных сигналов
- b) Измерение изменения магнитного поля
- c) Вычисление интегралов ускорений и угловых скоростей
- d) Использование лазерных дальномеров

5. Какой алгоритм используется для решения задачи обратного кинематического анализа в робототехнических манипуляторах?

- a) Алгоритм Брезенхема
- b) Метод Ньютона-Рапсона
- c) Метод динамического программирования
- d) Алгоритм КНН (k-ближайших соседей)

6. Какой из методов позволяет роботу обучаться новым задачам и адаптироваться к новым условиям без человеческого вмешательства?

- a) Метод подкрепляющего обучения (RL)

- b) Метод регрессии
- c) Метод наименьших квадратов
- d) Метод временных рядов

7. Какое преимущество дает использование метода виртуальных сенсоров в робототехнических системах?

- a) Увеличение физического размера системы
- b) Уменьшение вычислительных затрат
- c) Снижение стоимости аппаратного обеспечения
- d) Повышение точности измерений за счет интеграции данных из нескольких источников

8. Какой подход используется для анализа устойчивости нелинейных систем в робототехнике?

- a) Линейное аппроксимирование
- b) Анализ методом фазовых портретов
- c) Метод конечных разностей
- d) Преобразование Фурье

9. Какой из перечисленных методов позволяет управлять движением мобильного робота по сложной траектории с учетом препятствий?

- a) Метод стохастической оптимизации
- b) Метод потенциалов
- c) Метод конечных элементов
- d) Алгоритм быстрой мартингальной оптимизации (RMO)

10. Какой из нижеперечисленных методов используется для повышения точности систем управления за счет компенсации задержек в передаче данных?

- a) Прогнозирующее управление (MPC)
- b) Метод конечных разностей
- c) Линейная интерполяция
- d) Метод ортогональных проекций

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Какой из методов используется для интеграции данных с нескольких сенсоров в робототехнической системе, чтобы получить более точную информацию о состоянии окружающей среды?

- a) Фильтрация данных методом медианного фильтра
- b) Байесовское объединение данных
- c) Метод конечных элементов
- d) Полиномная аппроксимация

2. Какой принцип лежит в основе алгоритма локализации частиц

(Particle Filter) для оценки положения робота?

- a) Принцип максимизации правдоподобия
- b) Принцип случайного блуждания
- c) Принцип оценивания по методу наименьших квадратов
- d) Принцип Монте-Карло

3. Какой метод используется для решения задачи планирования траектории с учетом кинематических ограничений робота?

- a) Алгоритм ближайшего соседа
- b) Метод обратного проецирования
- c) Алгоритм PPT (Rapidly-exploring Random Tree)
- d) Метод Хаффмана

4. Какой из подходов используется для анализа устойчивости и робастности сложных систем управления в робототехнике?

- a) Метод конечных разностей
- b) Метод Ляпунова
- c) Метод регрессионного анализа
- d) Преобразование Фурье

5. Какой алгоритм позволяет роботу создавать карту окружающей среды, используя данные с сенсоров, и одновременно определять своё местоположение на этой карте?

- a) Dijkstra
- b) SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)
- c) FFT (Fast Fourier Transform)
- d) PCA (Principal Component Analysis)

6. Какой метод используется для предсказания состояния системы в будущем на основе текущих и прошлых данных?

- a) Метод временных рядов
- b) Линейная регрессия
- c) Байесовская фильтрация
- d) Анализ методом главных компонент (PCA)

7. Какой из перечисленных подходов используется для обеспечения безопасности программного обеспечения в робототехнических системах?

- a) Статический анализ кода
- b) Динамическая линейка
- c) Метод конечных элементов
- d) Техника свертки

8. Какой из методов используется для оптимизации управления движением в условиях неопределенности и неполной информации?

- a) Метод стохастической оптимизации

- b) Метод рекурсивного наименьших квадратов (RLS)
- c) Метод конечных разностей
- d) Алгоритм Dijkstra

9. Какой из принципов лежит в основе технологии "Digital Twin" для робототехнических систем?

- a) Создание физических копий роботов для параллельного тестирования
- b) Синхронизация данных между роботами в реальном времени
- c) Виртуальное моделирование и симуляция реальных систем для анализа и оптимизации
- d) Использование квантовых вычислений для решения задач управления

10. Какой из методов позволяет оценить степень надежности и готовности системы в условиях изменяющихся условий эксплуатации?

- a) Метод Монте-Карло
- b) Дискретное преобразование Фурье (DFT)
- c) Анализ методом конечных элементов (FEM)
- d) Регрессионный анализ

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. Архитектура встроенных систем
2. Платформы и операционные системы для робототехнических комплексов
3. Методы и алгоритмы обработки сигналов в робототехнических системах
4. Датчики и исполнительные механизмы: принципы работы и применение
5. ПИД-регуляторы и их настройка
6. Алгоритмы планирования траектории для автономных роботов
7. Технологии и протоколы связи в робототехнических системах
8. Модели и методы машинного обучения для управления роботами
9. Стандарты и протоколы безопасности для робототехнических систем
10. Методы и средства тестирования и отладки встроенных систем
11. Алгоритмы и структуры данных для реального времени
12. Программные среды для моделирования и симуляции робототехнических систем
13. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) и их применение
14. Энергоэффективность в проектировании робототехнических систем

15. Методы оценки надежности и отказоустойчивости систем
16. Архитектуры и методы управления мультиагентными системами
17. Технологии виртуализации в разработке аппаратно-программных систем
18. Применение интернета вещей (IoT) в робототехнических системах
19. Методы и алгоритмы обработки изображений в робототехнике
20. Архитектура и применение ROS (Robot Operating System)
21. Введение в мехатронику и интеграцию механических систем с электронными
22. Системы позиционирования и навигации для автономных роботов
23. Программирование микроконтроллеров для робототехнических систем
24. Принципы проектирования человеко-машинных интерфейсов
25. Методы и средства анализа больших данных в робототехнике
26. Проблемы и решения кибербезопасности в робототехнических системах
27. Инструменты и методы контроля версий в разработке ПО для робототехники
28. Использование облачных технологий для управления роботами
29. Принципы и методы интеллектуального управления роботами
30. Этические и правовые аспекты разработки и эксплуатации 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	Программирование для встроенных систем	ПК-1	Защита лабораторных работ
2	Сенсоры и исполнительные механизмы	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ

3	Алгоритмы управления и навигации	ПК-1	Защита лабораторных работ
4	Проектирование и моделирование робототехнических систем	ПК-1	Защита лабораторных работ
5	Тестирование и отладка робототехнических систем	ПК-1	Тест
6	Обеспечение безопасности и надежности систем	ПК-1	Тест

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. Дмитрий Каминский. Программирование микроконтроллеров ARM Cortex-M. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 352 с.
2. Юрий Стогниенко. Встраиваемые системы на микроконтроллерах AVR. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 384 с.
3. С.А. Горбачев, А.Г. Климов. Встраиваемые системы: разработка и программирование. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.
4. Сергей Полухин. Встраиваемые системы на основе микроконтроллеров STM32. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 320 с.
5. А.В. Городецкий, Д.Г. Каминский. Проектирование и отладка встроенных систем. – СПб.: Питер, 2017. – 384 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.
Eclipse/Keil μ Vision.
Robot Operating System (ROS).
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:

- “Разработка и тестирование встроенных систем”;
- “Аппаратно-программные комплексы и робототехника”.

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 «Разработка аппаратно-программных 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; пометать 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 работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические 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

	<p>следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>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 зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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