

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

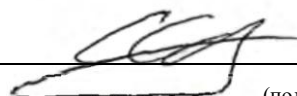
УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Программирование микроконтроллеров»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.03.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Савельев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Программирование микроконтроллеров» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленности/специализации «Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности»

ПК-2 «Способен проводить расчетные и конструкторские работы по проектированию и созданию объектов профессиональной деятельности с использованием средств цифрового инжиниринга»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением принципов работы устройств и систем на базе микропроцессорной техники и их программирования.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и навыков в области программирования устройств и систем на базе микропроцессорной техники, работа с высокоуровневыми языками программирования, разработки верхнего уровня управления системами.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности	ПК-1.В.1 владеть навыком использования программного обеспечения для оформления результатов научно-исследовательских работ
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен проводить расчетные и конструкторские работы по проектированию и созданию объектов профессиональной деятельности с использованием средств цифрового инжиниринга	ПК-2.3.2 знает методы разработки оригинальных алгоритмов и программных решений с использованием современных технологий

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Электроника»,
- «Физика»,
- «Теория автоматического управления».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств»,
- «Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем»,
- «Управление роботами и робототехническими системами».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.	Дифф. зач.

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Введение в микроконтроллеры. Тема 1.1. Что такое микроконтроллер? Тема 1.2. Отличия микроконтроллеров от микропроцессоров. Тема 1.3. Сравнение микроконтроллеров с микропроцессорами и ПЛИС (FPGA). Тема 1.4. Обзор популярных архитектур микроконтроллеров. Тема 1.5. Классификация микроконтроллеров по разрядности, производительности и областям применения.	1				

<p>Раздел 2. 2 Архитектура микроконтроллеров.</p> <p>Тема 2.1. Структура микроконтроллера. Центральный процессор (CPU). Оперативная память (RAM). Постоянная память (Flash, EEPROM). Периферийные устройства (таймеры, АЦП/ЦАП, UART, SPI, I2C и др.).</p> <p>Тема 2.2. Особенности гарвардской и фон-неймановской архитектур (RISC vs CISC).</p> <p>Тема 2.3. Работа с регистрами микроконтроллера.</p> <p>Тема 2.4. Конвейеризация и оптимизация выполнения команд.</p> <p>Тема 2.5. Примеры инструкций для различных архитектур.</p> <p>Тема 2.6. Тактирование и сброс микроконтроллера. Генераторы тактовых сигналов. Схемы сброса (Reset).</p>	2				1
<p>Раздел 3. 3 Инструменты разработки.</p> <p>Тема 3.1. Интегрированные среды разработки (IDE): Atmel Studio. Keil uVision, STM32CubeIDE, Arduino IDE, PlatformIO, и др.</p> <p>Тема 3.2. Языки программирования для микроконтроллеров: C/C++, Ассемблер, Python (например, MicroPython) и др.</p> <p>Тема 3.3. Отладочные инструменты: программаторы и отладчики (ISP, JTAG, SWD), логические анализаторы, виртуальные COM-порты, настройка проектов и управление зависимостями.</p> <p>Тема 3.4. Библиотеки и фреймворки: HAL (Hardware Abstraction Layer), CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard), RTOS (Real-Time Operating System) и др.</p>	2		1		4

<p>Раздел 4. Написание и отладка программ.</p> <p>Тема 4.1. GPIO (General Purpose Input/Output): настройка выводов как входов или выходов, управление светодиодами, кнопками и другими внешними устройствами.</p> <p>Тема 4.2. Таймеры и счетчики: использование таймеров для создания задержек, генерация сигналов с использованием ШИМ (PWM – Pulse Width Modulation) для управления сервоприводами и двигателями.</p> <p>Тема 4.3. Прерывания: механизм работы прерываний, приоритеты прерываний, реализация обработчиков прерываний.</p> <p>Тема 4.4. Аналогово-цифровые преобразователи (АЦП): настройка и использование АЦП, чтение аналоговых сигналов, примеры использования датчиков.</p>	2		4		6
<p>Раздел 5. Интерфейсы связи.</p> <p>Тема 5.1. UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter).</p> <p>Тема 5.2. SPI (Serial Peripheral Interface).</p> <p>Тема 5.3. I2C (Inter-Integrated Circuit).</p> <p>Тема 5.4. Параллельные интерфейсы.</p> <p>Тема 5.5. USB и другие высокоскоростные интерфейсы.</p> <p>Тема 5.6. CAN (Controller Area Network).</p> <p>Тема 5.7. Примеры взаимодействия с внешними устройствами через интерфейсы.</p>	2		4		6
<p>Раздел 6. Энергоэффективность и оптимизация.</p> <p>Тема 6.1. Режимы энергосбережения микроконтроллеров.</p> <p>Тема 6.2. Управление тактовой частотой.</p> <p>Тема 6.3. Оптимизация кода для снижения энергопотребления.</p> <p>Тема 6.4. Примеры реализации автономных устройств.</p>	2		2		6
<p>Раздел 7. Программирование реального времени.</p> <p>Тема 7.1. Основы RTOS (Real-Time Operating System): FreeRTOS, Zephyr, Contiki.</p> <p>Тема 7.2. Создание задач и управление ресурсами.</p> <p>Тема 7.3. Синхронизация задач и работа с очередями.</p> <p>Тема 7.4. Приоритеты задач и планировщики.</p>	2		4		6

Раздел 8. Отладка и тестирование. Тема 8.1. Методы отладки: точки останова (Breakpoints), логирование данных., анализ работы программы с помощью отладчика. Тема 8.2. Тестирование программного обеспечения: юнит-тестирование, интеграционное тестирование.	2		2		5
Раздел 9. Современные технологии и тренды. Тема 9.1. Интернет вещей (IoT): программирование Wi-Fi и Bluetooth модулей, взаимодействие с облачными сервисами, сенсорные системы и сбор данных. Тема 9.2. Безопасность встроенных систем: защита прошивки, шифрование данных.	2				4
Итого в семестре:	17		17		38
Итого	17	0	17	0	38

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Введение в микроконтроллеры.</p> <p>Тема 1.1. Что такое микроконтроллер? Лекция-беседа. Понимать определение микроконтроллера, его назначение и место в встроенных системах. МК, встроенная система, однокристалльная система, периферия.</p> <p>Тема 1.2. Отличия микроконтроллеров от микропроцессоров. Лекция-беседа. Уметь аргументированно выбирать между МК и МП для конкретной задачи робототехники. Интеграция периферии, энергопотребление, стоимость, производительность.</p> <p>Тема 1.3. Сравнение микроконтроллеров с микропроцессорами и ПЛИС (FPGA). Лекция-беседа. Анализировать преимущества и ограничения разных платформ для задач реального времени. Параллелизм, детерминизм, гибкость конфигурации, время разработки.</p> <p>Тема 1.4. Обзор популярных архитектур микроконтроллеров. Лекция-беседа. Знать особенности архитектур ARM Cortex-M, AVR, PIC, RISC-V и их применимость в робототехнике. Набор инструкций, экосистема инструментов, поддержка сообществом.</p> <p>Тема 1.5. Классификация микроконтроллеров по разрядности, производительности и областям применения. Лекция-беседа. Классифицировать МК по техническим параметрам и выбирать оптимальное решение для задачи. 8/16/32-бит, тактовая частота, память, периферия, цена/качество.</p>
2	Раздел 2. 2 Архитектура микроконтроллеров.

	<p>Тема 2.1. Структура микроконтроллера. Центральный процессор (CPU). Оперативная память (RAM). Постоянная память (Flash, EEPROM). Периферийные устройства (таймеры, АЦП/ЦАП, UART, SPI, I2C и др.). Лекция-беседа. Понимать функциональное назначение блоков МК и их взаимодействие. Шина данных/адреса, регистры специального назначения, отображение памяти.</p> <p>Тема 2.2. Особенности гарвардской и фон-неймановской архитектур (RISC vs CISC). Лекция-беседа. Объяснять влияние архитектуры на производительность и эффективность кода. Разделение шин, конвейер, набор инструкций, предсказание переходов.</p> <p>Тема 2.3. Работа с регистрами микроконтроллера. Лекция-беседа. Уметь конфигурировать периферию через прямую работу с регистрами. Битовые операции, маски, атомарность, волатильные переменные.</p> <p>Тема 2.4. Конвейеризация и оптимизация выполнения команд. Лекция-беседа. Понимать принципы конвейерной обработки и применять оптимизации на уровне кода. Конвейерные стадии, пузырьки, предвыборка, branch prediction.</p> <p>Тема 2.5. Примеры инструкций для различных архитектур. Лекция-беседа. Читать и интерпретировать ассемблерный код для отладки и оптимизации. Мнемоники, режимы адресации, флаги состояния, стек.</p> <p>Тема 2.6. Тактирование и сброс микроконтроллера. Генераторы тактовых сигналов. Схемы сброса (Reset). Лекция-беседа. Настраивать систему тактирования и обеспечивать надёжный сброс системы.</p>
3	<p>Раздел 3. 3 Инструменты разработки.</p> <p>Тема 3.1. Интегрированные среды разработки (IDE): Atmel Studio. Keil uVision, STM32CubeIDE, Arduino IDE, PlatformIO, и др. Лекция-беседа. Эффективно использовать современные IDE для разработки под МК. Проектная модель, компиляция, линковка, плагины, управление конфигурациями.</p> <p>Тема 3.2. Языки программирования для микроконтроллеров: C/C++, Ассемблер, Python (например, MicroPython) и др. Лекция-беседа. Выбирать язык программирования в зависимости от требований задачи. Управление памятью, детерминизм, абстракция, интерпретация vs компиляция.</p> <p>Тема 3.3. Отладочные инструменты: программаторы и отладчики (ISP, JTAG, SWD), логические анализаторы, виртуальные COM-порты, настройка проектов и управление зависимостями. Лекция-беседа. Применять аппаратные и программные средства отладки для диагностики систем. JTAG/SWD, breakpoints, watchpoints, trace, логирование, виртуальные порты.</p> <p>Тема 3.4. Библиотеки и фреймворки: HAL (Hardware Abstraction Layer), CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard), RTOS (Real-Time Operating System) и др. Лекция-беседа. Использовать абстракции для ускорения разработки без потери контроля над ресурсами. Абстракция оборудования, переносимость, оверхед, конфигурация через конфиг-файлы.</p>
4	<p>Раздел 4. Написание и отладка программ.</p> <p>Тема 4.1. GPIO (General Purpose Input/Output): настройка выводов как входов или выходов, управление светодиодами, кнопками и другими внешними устройствами. Лекция-беседа. Корректно конфигурировать цифровые входы/выходы для взаимодействия с периферией робота. Pull-up/pull-down, debounce, open-drain, токовые ограничения.</p>

	<p>Тема 4.2. Таймеры и счетчики: использование таймеров для создания задержек, генерация сигналов с использованием ШИМ (PWM – Pulse Width Modulation) для управления сервоприводами и двигателями. Лекция-беседа. Генерировать точные временные интервалы и управляющие сигналы для приводов. Prescaler, auto-reload, PWM resolution, capture/compare, input capture.</p> <p>Тема 4.3. Прерывания: механизм работы прерываний, приоритеты прерываний, реализация обработчиков прерываний. Лекция-беседа. Реализовывать реактивное поведение робота через механизм прерываний. Вектор прерываний, приоритеты, вложенность, критические секции, latency.</p> <p>Тема 4.4. Аналогово-цифровые преобразователи (АЦП): настройка и использование АЦП, чтение аналоговых сигналов, примеры использования датчиков. Лекция-беседа. Корректно оцифровывать аналоговые сигналы датчиков для навигации робота. Разрядность, частота дискретизации, референсное напряжение, шум, усреднение.</p>
5	<p>Раздел 5. Интерфейсы связи.</p> <p>Тема 5.1. UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter). Лекция-беседа. Организация надёжного последовательного обмена данными с ПК/модулем. Бодовая скорость, старт/стоп-биты, паритет, буферизация.</p> <p>Тема 5.2. SPI (Serial Peripheral Interface). Лекция-беседа. Подключение высокоскоростной периферии. Master/Slave, CPOL/CPHA, полнодуплекс, CS.</p> <p>Тема 5.3. I2C (Inter-Integrated Circuit). Лекция-беседа. Подключение множества устройств по двухпроводной шине. Адресация, ACK/NACK, clock stretching, pull-up.</p> <p>Тема 5.4. Параллельные интерфейсы. Лекция-беседа. Работа с устройствами, требующими высокой пропускной способности. Шина данных, стробирование, тайминги.</p> <p>Тема 5.5. USB и другие высокоскоростные интерфейсы. Лекция-беседа. Endpoint, descriptor, CDC/HID/MSC классы.</p> <p>Тема 5.6. CAN (Controller Area Network). Лекция-беседа. Идентификаторы, арбитраж, CRC, error frames.</p> <p>Тема 5.7. Примеры взаимодействия с внешними устройствами через интерфейсы. Лекция-беседа. Мультиплексирование, приоритеты, буферы, потоки.</p>
6	<p>Раздел 6. Энергоэффективность и оптимизация.</p> <p>Тема 6.1. Режимы энергосбережения микроконтроллеров. Лекция-беседа. Применять режимы сна для продления автономной работы. Sleep/Stop/Standby, wake-up sources, leakage current, retention.</p> <p>Тема 6.2. Управление тактовой частотой. Лекция-беседа. Уметь динамически масштабировать частоту. DVFS (Dynamic Voltage and Frequency Scaling), idle tasks, clock gating.</p> <p>Тема 6.3. Оптимизация кода для снижения энергопотребления. Лекция-беседа. Уметь писать энергоэффективный код без потери функциональности. Busy-wait vs interrupt, оптимизация циклов, отключение неиспользуемой периферии.</p> <p>Тема 6.4. Примеры реализации автономных устройств. Лекция-беседа. Уметь проектировать системы с учётом баланса "функциональность ↔ автономность". Energy budgeting, duty cycle, harvesting, супервизор питания.</p>
7	<p>Раздел 7. Программирование реального времени.</p> <p>Тема 7.1. Основы RTOS (Real-Time Operating System): FreeRTOS, Zephyr, Contiki. Лекция-беседа. Выбирать и настраивать RTOS. Задачи, планировщик, тики, heap,</p>

	<p>конфигурация через FreeRTOSConfig.h.</p> <p>Тема 7.2. Создание задач и управление ресурсами. Лекция-беседа. Уметь корректно разделять ресурсы между задачами без гонок и взаимоблокировок. Критические секции, мьютексы, семафоры, приоритетные инверсии.</p> <p>Тема 7.3. Синхронизация задач и работа с очередями. Лекция-беседа. Уметь организовывать обмен данными между задачами через очереди и события.</p> <p>Тема 7.4. Приоритеты задач и планировщики. Лекция-беседа. Уметь настраивать приоритеты для обеспечения детерминированного отклика критических задач.</p>
8	<p>Раздел 8. Отладка и тестирование.</p> <p>Тема 8.1. Методы отладки: точки останова (Breakpoints), логирование данных., анализ работы программы с помощью отладчика. Лекция-беседа. Системно подходить к поиску и устранению ошибок в проектах. Breakpoints, watchpoints, ITM-логирование, core dump, stack overflow detection.</p> <p>Тема 8.2. Тестирование программного обеспечения: юнит-тестирование, интеграционное тестирование. Лекция-беседа. Уметь внедрять практики тестирования для повышения надёжности кода.</p>
9	<p>Раздел 9. Современные технологии и тренды.</p> <p>Тема 9.1. Интернет вещей (IoT): программирование Wi-Fi и Bluetooth модулей, взаимодействие с облачными сервисами, сенсорные системы и сбор данных. Лекция-беседа. Уметь интегрировать робота в экосистему IoT для удалённого управления и мониторинга.</p> <p>Тема 9.2. Безопасность встроенных систем: защита прошивки, шифрование данных. Лекция-беседа. Уметь защищать прошивку и данные робота от несанкционированного доступа и атак</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1.	ЛР 1 «Управление одним и группой	2	2	1-9

	светодиодов»			
2.	ЛР 2 «Управление одним и группой сервоприводов»	2	2	1-9
3.	ЛР 3 «Управление одним и группой шаговых двигателей»	2	2	1-9
4.	ЛР 4 «Управление цифровым сегментным индикатором»	2	2	1-9
5.	ЛР 5 «Подключение и получение информации с датчиков, отображение информации на дисплее»	2	2	1-9
6.	ЛР 6 «Работа с массивами данных. Подключение и управление мембранной клавиатуры»	2	2	1-9
7.	ЛР 7 «Работа с аналоговым и ШИМ портом микроконтроллера»	2	2	1-9
8.	ЛР 8 «Создание программы управления умной теплицей»	3	3	1-9
Всего		17	17	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	8
Всего:	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
URL: https://znanium.com/catalog/product/1027531	Матюшин, А.О. Программирование микроконтроллеров: стратегия и тактика / А.О. Матюшин. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 356 с. - ISBN 978-5-97060-098-6.	
URL: https://znanium.com/catalog/product/470093	Борисевич, А. В. Лабораторная работа №2. Программирование LCD, АЦП и 1-Wire в CodeVision и Proteus для микроконтроллеров AVR [Электронный ресурс] / А. В. Борисевич. - Москва : Инфра-М, 2014. - 19 с.	
URL: https://znanium.com/catalog/product/701847	Практическое руководство по программированию STM-микроконтроллеров : учебное пособие / С. Н. Торгаев, М. В. Тригуб, И. С. Мусоров, Д. С. Чертихина. - Томск : Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 111 с.	
URL: https://znanium.com/catalog/product/2103606	Предко, М. PIC-микроконтроллеры: архитектура и программирование : справочник / М. Предко ; пер. с англ. Ю. В. Мищенко. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 513 с. - ISBN 978-5-89818-370-7.	
URL: https://znanium.ru/catalog/product/409290	Аблязов, Р. З. Программирование на ассемблере на платформе x86-64 / Аблязов Р.З. - Москва : ДМК Пресс, 2011. - 304 с.: ISBN 978-5-94074-676-8.	
URL: https://znanium.com/catalog/product/1866916	Лисицин, Д. В. Программирование на языке ассемблера : учебное пособие / Д. В. Лисицин. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. - 100 с. - ISBN 978-5-7782-3679-0.	
URL: https://znanium.ru/catalog/product/2185847	Иванов, В. Н. Программирование логических контроллеров : учебное пособие / В. Н. Иванов. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2023. - 356 с. - ISBN 978-5-91359-404-4.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекаточной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифф. зачета	Код индикатора
1	Что такое микроконтроллер?	ПК-2.3.2
2	Какие основные архитектуры микроконтроллеров существуют?	ПК-2.3.2
3	Перечислите основные языки программирования микроконтроллеров.	ПК-2.3.2
4	Что такое регистр микроконтроллера?	ПК-2.3.2
5	Как работает прерывание в микроконтроллере?	ПК-2.3.2
6	Что такое PWM и где он применяется?	ПК-2.3.2
7	Какие типы памяти используются в микроконтроллерах?	ПК-2.3.2
8	Что такое UART и как он работает?	ПК-2.3.2
9	Какие преимущества имеет использование SPI по сравнению с I2C?	ПК-2.3.2

10	Что такое таймер в микроконтроллере?	ПК-2.3.2
11	Как работает АЦП (аналого-цифровой преобразователь)?	ПК-2.3.2
12	Что такое сторожевой таймер (Watchdog Timer)?	ПК-2.3.2
13	Какие режимы энергосбережения существуют в микроконтроллерах?	ПК-2.3.2
14	Что такое DMA и зачем он нужен?	ПК-2.3.2
15	Как работает протокол I2C?	ПК-2.3.2
16	Что такое GPIO?	ПК-2.3.2
17	Какие факторы влияют на выбор микроконтроллера для проекта?	ПК-2.3.2
18	Что такое RTOS и зачем он нужен?	ПК-2.3.2
19	Какие этапы включает разработка программы для микроконтроллера?	ПК-2.3.2
20	Что такое bootloader?	ПК-2.3.2
21	Как работает протокол CAN?	ПК-2.3.2
22	Что такое EEPROM и как она используется?	ПК-2.3.2
23	Как работает протокол USB?	ПК-2.3.2
24	Что такое стек вызовов?	ПК-2.3.2
25	Какие ошибки могут возникнуть при работе с микроконтроллерами?	ПК-2.3.2
26	Что такое инкрементное и декрементное кодирование?	ПК-2.3.2
27	Как работает протокол Modbus?	ПК-2.3.2
28	Что такое CRC и зачем он нужен?	ПК-2.3.2
29	Как работает протокол Ethernet?	ПК-2.3.2
30	Что такое мультиплексирование?	ПК-2.3.2

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
<p>I тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p>		
1	<p>Что такое микроконтроллер?</p> <p>А) Устройство для управления электрическими цепями;</p> <p>Б) Интегральная схема, объединяющая процессор, память и периферию;</p> <p>В) Программа для разработки электронных устройств;</p> <p>Г) Интерфейс для связи между компьютером и внешними устройствами.</p>	ПК-2.3.2

2	<p>Какой регистр используется для настройки направления работы выводов порта в микроконтроллерах AVR?</p> <p>А) PORTx; Б) DDRx; В) PINx; Г) REGx.</p>	ПК-2.3.2
3	<p>Что такое PWM (шиотно-импульсная модуляция)?</p> <p>А) Метод защиты микроконтроллера от перегрева; Б) Способ увеличения тактовой частоты; В) Технология регулирования мощности путем изменения ширины импульсов; Г) Метод передачи данных по последовательному интерфейсу.</p>	ПК-2.3.2
4	<p>Что такое прерывание в микроконтроллере?</p> <p>А) Процесс загрузки прошивки; Б) Ошибка в программе; В) Сбой питания; Г) Событие, которое временно приостанавливает выполнение основной программы.</p>	ПК-2.3.2
5	<p>Какова основная функция таймера/счетчика в микроконтроллере?</p> <p>А) Управление питанием; Б) Обработка данных; В) Измерение времени или количества событий; Г) Генерация звуковых сигналов.</p>	ПК-2.3.2
<p>2 туп. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p>		
6	<p>Какие из перечисленных архитектур относятся к микроконтроллерам?</p> <p>А) ARM Cortex-M; Б) x86-64; В) AVR; Г) PIC.</p>	ПК-2.3.2
7	<p>Какие регистры обычно присутствуют в микроконтроллере для управления портами ввода-вывода?</p> <p>А) PORT (Port Output Register); Б) PIN (Port Input Register); В) CACHE (Cache Register); Г) DDR (Data Direction Register).</p>	ПК-2.3.2
8	<p>Что такое прерывания в микроконтроллерах?</p> <p>А) Программные команды для увеличения скорости работы; Б) Способ организации многозадачности; В) Механизм обработки ошибок; Г) События, которые временно останавливают выполнение основной программы.</p>	ПК-2.3.2

9	Какие функции выполняет сторожевой таймер (Watchdog Timer)? А) Контроль времени выполнения программы; Б) Обработка прерываний; В) Увеличение производительности микроконтроллера; Г) Перезагрузка системы при зависании.	ПК-2.3.2
10	Что такое GPIO (General Purpose Input/Output)? А) Порт для передачи звука; Б) Универсальные порты для ввода и вывода данных; В) Специализированные порты для шифрования; Г) Интерфейс для подключения внешних устройств.	ПК-2.3.2
<p>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</p> <p>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>		
11	<p>Установите соответствие терминов</p> <p>1 GPIO А) Модуляция ширины импульса для управления мощностью.</p> <p>2 PWM Б) Интерфейс для преобразования аналогового сигнала в цифровой.</p> <p>3 ADC В) Порт ввода-вывода для подключения внешних устройств.</p> <p> Г) Протокол передачи данных между микроконтроллерами.</p>	ПК-2.3.2
12	<p>Установите соответствие терминов</p> <p>1 UART А) Асинхронный протокол для обмена данными между устройствами.</p> <p>2 SPI Б) Последовательный интерфейс для связи с использованием двух проводов.</p> <p>3 I2C В) Высокоскоростной синхронный интерфейс с поддержкой нескольких устройств.</p> <p> Г) Протокол для передачи данных через USB.</p>	ПК-2.3.2
13	<p>Установите соответствие терминов</p> <p>1 EEPROM А) Быстрая кэш-память внутри процессора.</p> <p>2 RAM Б) Энергонезависимая память для хранения программного кода.</p> <p>3 Flash В) Энергозависимая память для временного хранения данных.</p> <p> Г) Энергонезависимая память для хранения данных.</p>	ПК-2.3.2
14	<p>Установите соответствие терминов</p> <p>1 Watchdog Timer А) Модуль для отслеживания реального времени.</p> <p>2 RTC Б) Устройство для генерации случайных чисел</p> <p>3 DMA В) Таймер, который перезагружает систему при зависании.</p> <p> Г) Контроллер для прямого доступа к памяти без участия процессора.</p>	ПК-2.3.2
15	<p>Установите соответствие терминов</p> <p>1 Oscillator А) Модуль для умножения или деления</p>	ПК-2.3.2

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- лекционный материал представляется преподавателям устно;
- лекция состоит из трёх основных частей: вступительной, основной и заключительной;
- вступительная часть определяет название темы, план и цель лекции;
- в основной части лекции реализуется научное содержание темы, все главные узловые вопросы, проводится вся система доказательств с использованием наиболее целесообразных методических приёмов;
- заключительная часть имеет целью обобщать в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая её как целостное творение;

– отдельные виды лекций могут иметь свои особенности как по содержанию, так и по структуре.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Учебным планом не предусмотрено.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Список заданий представлен в п 4.4, таблица 6. Лабораторные работы следует выполнять в ходе прохождения курса, внимательно разбирая представленный методический материал преподавателем, с загрузкой выполненных работ в личный кабинет обучающегося в установленные в «Личном кабинете ГУАП» сроки для каждой работы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведенным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса».

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по четырех бальной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

Дифференцированный зачет обучающийся получает при выполнении и сдаче не менее 80% лабораторных работ, выполненных в полном объеме, пройденному и сданному тестированию текущего контроля с оценкой не ниже «удовлетворительно», удовлетворительной посещаемости занятий.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой