

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
ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Статкевич

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Программирование микроконтроллеров»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	16.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности/ специализации	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная
Год приема	2026

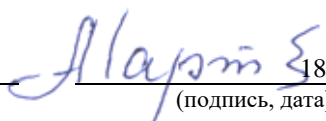
Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



18.02.2026

(подпись, дата)

А.А. Мартынов

(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 16.03.01 «Техническая физика» направленности/специализации «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики»

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 экзамена (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 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 Способность применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики	ПК-1.3.1 знать методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов ПК-1.У.1 уметь проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Информатика»,
- «Высшая математика»,
- «Физика»,
- «Алгоритмизация и программирование»,

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

- «Системы с искусственным интеллектом»,

– «Физические принципы конструирования приборов контроля и диагностики».

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)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

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				10
<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		10		20
<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		10		10
<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		3		10
<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		5		10

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		5		6
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		34		57
Итого	17	0	34	0	57

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, однокристальная 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 светодиодов»	2	2	1-9

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»	2	3	1-9
9	ЛР 9 «Программирование и снятие данных с метеостанции»	4	4	1-9
10	ЛР 10 «Программирование мехатронного модуля «Линейная направляющая»»	4	4	1-9
11	ЛР 11 «Программирование портального робота»	5	5	1-9
12	ЛР 12 «Программирование мобильного робота с пультом дистанционного управления»	5	5	1-9
Всего		34	34	

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)	39	39
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:	57	57

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:	21-21 (ул. Большая

	Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной 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.	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
Экзамен	Список вопросов к экзамену; 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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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**.
«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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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 для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Что такое микроконтроллер?	ПК-1.3.1
2	Какие основные архитектуры микроконтроллеров существуют?	ПК-1.3.1
3	Перечислите основные языки программирования микроконтроллеров.	ПК-1.3.1
4	Что такое регистр микроконтроллера?	ПК-1.3.1
5	Как работает прерывание в микроконтроллере?	ПК-1.3.1
6	Что такое PWM и где он применяется?	ПК-1.3.1
7	Какие типы памяти используются в микроконтроллерах?	ПК-1.3.1
8	Что такое UART и как он работает?	ПК-1.3.1
9	Какие преимущества имеет использование SPI по сравнению с I2C?	ПК-1.3.1
10	Что такое таймер в микроконтроллере?	ПК-1.3.1
11	Как работает АЦП (аналого-цифровой преобразователь)?	ПК-1.3.1
12	Что такое сторожевой таймер (Watchdog Timer)?	ПК-1.3.1
13	Какие режимы энергосбережения существуют в микроконтроллерах?	ПК-1.3.1
14	Что такое DMA и зачем он нужен?	ПК-1.3.1
15	Как работает протокол I2C?	ПК-1.3.1
16	Что такое GPIO?	ПК-1.3.1
17	Какие факторы влияют на выбор микроконтроллера для проекта?	ПК-1.3.1

18	Что такое RTOS и зачем он нужен?	ПК-1.3.1
19	Какие этапы включает разработка программы для микроконтроллера?	ПК-1.3.1
20	Что такое bootloader?	ПК-1.3.1
21	Как работает протокол CAN?	ПК-1.3.1
22	Что такое EEPROM и как она используется?	ПК-1.3.1
23	Как работает протокол USB?	ПК-1.3.1
24	Что такое стек вызовов?	ПК-1.3.1
25	Какие ошибки могут возникнуть при работе с микроконтроллерами?	ПК-1.3.1
26	Что такое инкрементное и декрементное кодирование?	ПК-1.3.1
27	Как работает протокол Modbus?	ПК-1.3.1
28	Что такое CRC и зачем он нужен?	ПК-1.3.1
29	Как работает протокол Ethernet?	ПК-1.3.1
30	Что такое мультиплексирование?	ПК-1.3.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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>1 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-1.Д.1
2	<p>Какой регистр используется для настройки направления работы выводов порта в микроконтроллерах AVR?</p> <p>А) PORTx;</p>	ПК-1.Д.1

	Б) DDRx; В) PINx; Г) REGx.	
3	Что такое PWM (широтно-импульсная модуляция)? 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.	ПК-1.Д.1
4	Что такое прерывание в микроконтроллере? А) Процесс загрузки прошивки; Б) Ошибка в программе; В) Сбой питания; Г) Событие, которое временно приостанавливает выполнение основной программы.	ПК-1.Д.1
5	Какова основная функция таймера/счетчика в микроконтроллере? А) Управление питанием; Б) Обработка данных; В) Измерение времени или количества событий; Г) Генерация звуковых сигналов.	ПК-1.Д.1
<p>2 тип. 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	Какие из перечисленных архитектур относятся к микроконтроллерам? А) ARM Cortex-M; Б) x86-64; В) AVR; Г) PIC.	ПК-1.Д.1
7	Какие регистры обычно присутствуют в микроконтроллере для управления портами ввода-вывода? А) PORT (Port Output Register); Б) PIN (Port Input Register); В) CACHE (Cache Register); Г) DDR (Data Direction Register).	ПК-1.Д.1
8	Что такое прерывания в микроконтроллерах? А) Программные команды для увеличения скорости работы; Б) Способ организации многозадачности; В) Механизм обработки ошибок; Г) События, которые временно останавливают выполнение основной программы.	ПК-1.Д.1
9	Какие функции выполняет сторожевой таймер (Watchdog Timer)? А) Контроль времени выполнения программы; Б) Обработка прерываний;	ПК-1.Д.1

	частоты. Г) Устройство для преобразования напряжения	
4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо		
16	Какова правильная последовательность этапов программирования микроконтроллера? А) Компиляция; Б) Программирование; В) Написание кода; Г) Отладка.	ПК-1.Д.1
17	Укажите правильную последовательность работы с GPIO-портами микроконтроллера: А) Настройка режима; Б) ; Инициализация порта В) Чтение/запись данных.	ПК-1.Д.1
18	Порядок работы с UART для передачи данных: А) ; Настройка параметров; Б) Прием данных; В) Инициализация UART; Г) Передача данных.	ПК-1.Д.1
19	Какая последовательность при работе с ШИМ (широтно-импульсной модуляцией)? А) Настройка коэффициента заполнения; Б) Инициализация таймера; В) Генерация сигнала.	ПК-1.Д.1
20	Какая последовательность действий при использовании SPI? А) Прием данных; Б) Инициализация; В) Передача данных; Г) Настройка мастера/ведомого.	ПК-1.Д.1
5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
21	Что такое микроконтроллер и каковы его основные компоненты?	ПК-1.Д.1
22	Что такое регистры в микроконтроллере и как они используются?	ПК-1.Д.1
23	Что такое прерывания и как они обрабатываются в микроконтроллерах?	ПК-1.Д.1
24	Как работает таймер в микроконтроллере?	ПК-1.Д.1
25	Что такое АЦП и как он используется в микроконтроллерах?	ПК-1.Д.1

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
-------	----------------------------

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:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается 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.

Экзамен 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