

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

Документ подписан
простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лустенков Михаил Евгеньевич
Должность: Ректор
Дата: 09.09.2026

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусско-Российского
университета

М.Е. Лустенков

22.09.2026

Регистрационный № УД-090304/Б.1.0.15/ф

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия»

Направленность (профиль): Разработка программно-информационных систем

Квалификация: бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	6
Лекции, часы	34
Лабораторные занятия, часы	34
Экзамен, семестр	6
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Самостоятельная работа, часы	76
Всего часов / зачетных единиц	144/4

Кафедра – разработчик программы: Программное обеспечение информационных технологий

Составители: к.т.н., доц. Кушнер А.В.

к.т.н., доц. Кутузов В.В.

к.т.н., доц. Болотов С.В.

Могилев, 2026

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» № 920 от 19.09.2017, учебным планом рег. № 090304-2.2 от 18.02.2026.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий»

«02» марта 2026 г., протокол № 8.

Зав. кафедрой  В. В. Кутузов

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета
(протокол № 6 от «15» апреля 2026 г.)

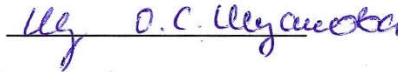
Рецензент:

Заведующий кафедрой программного обеспечения информационных технологий
УО «Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова»,
к.т.н., доцент, И.В. Акиншева

(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа дисциплины согласована:

Ведущий библиотекарь

 О.С. Шущикова

Начальник учебно-методического
отдела

 О.Е. Печковская

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Цель дисциплины

Цель учебной дисциплины является изучение принципов работы микроконтроллеров и управляющих устройств на их основе и их программирование.

1.2. Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

- **знать** типы архитектур микроконтроллеров, общие принципы построения цифровых микроэлектронных устройств, виды протоколов связи, способы и методы построения микроконтроллерных систем, средства программирования и отладки микроконтроллеров;
- **уметь** создавать устройства на базе микроконтроллеров и уметь их программировать;
- **владеть** навыками работы со средствами отладки и программирования микроконтроллеров.

1.3 Место дисциплины в системе подготовки

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)» (Обязательная часть блока 1).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- информатика;
- программирование.

Перечень дисциплин, которые будут опираться на данную дисциплину:

- программирование мобильных приложений.

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на лабораторных занятиях будут применены при прохождении преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности

1.4 Требования к освоению дисциплины

Освоение данной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименование формируемых компетенций
ОПК-2	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-5	Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание дисциплины

Но мер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формиру емых компет.
1	Архитектура микроконтроллеров	Основные понятия в области микропроцессоров. Основные понятия в области микроконтроллеров. Архитектурные особенности и области применения однокристальных микроконтроллеров. Распределение основных ресурсов, память программ и данных, ввод и вывод дискретных и аналоговых сигналов. Программные и аппаратные средства поддержки. Состав базовой микропроцессорной системы. Системная шина. Характеристика интерфейсов в системе. Обмен данными с внешней средой. Буферизация и демультиплексирование шин адреса и данных. Отличие Гарвардской архитектуры от архитектуры фон Неймана. Расширенная Гарвардская архитектура микроконтроллера. Алгоритм принципа работы любого, даже самого сложного контроллера. Современные микроконтроллеры. Обработка данных в микропроцессорах. Машинный цикл. Сброс и синхронизация модулей системы. Дешифрация адреса. Распределение адресного пространства. Использование кэш-памяти команд и данных. Нарастивание памяти в системе. Примеры модулей оперативного и постоянного запоминающих устройств.	ОПК-2 ОПК-5
2	Средства разработки	Arduino IDE. Пакеты расширения (Arduino Libraries). Язык программирования Arduino (C/C++). Средства отладки для Arduino. Работа с платами Arduino разных типов и моделей. Средства разработки для ESP8266 и ESP32. Язык программирования для ESP (C/C++ и MicroPython). Средства отладки для ESP. Интерфейсные платы для ESP. Средства разработки для STM32. Язык программирования для STM32 (C/C++). Работа с периферией STM32 (GPIO, UART, SPI, I2C). Средства отладки для STM32. Сравнение различных средств разработки для Arduino, ESP, STM.	ОПК-2 ОПК-5
3	Основы программирования микроконтроллеров	Что такое алгоритм в робототехнике. Виды алгоритмов: линейные, разветвляющиеся и циклические. Плата Arduino, как пользоваться платформой: устройство и программирование микропроцессора на языке C++. Работа с входами/выходами. Работа с таймерами и счетчиками. Работа с прерываниями. Широтно-импульсная модуляция. Работа с аналоговыми сигналами. Понятие сенсора. Цифровые сенсоры.	ОПК-2 ОПК-5

4	Интерфейсы обмена данными	Обзор SPI интерфейса. Формат передачи данных по SPI интерфейс. Настройка и использование SPI интерфейса в Arduino, ESP и STM. Примеры использования SPI интерфейса для обмена данными между устройствами. Обзор UART интерфейса. Формат передачи данных по UART интерфейс. Настройка и использование UART интерфейса в Arduino, ESP и STM. Примеры использования UART интерфейса для обмена данными между устройствами. Обзор I2C интерфейса. Формат передачи данных по I2C интерфейс. Настройка и использование I2C интерфейса в Arduino, ESP и STM. Примеры использования I2C интерфейса для обмена данными между устройствами.	ОПК-2 ОПК-5
---	----------------------------------	---	----------------

2.2 Учебно-методическая карта дисциплины

№ недели	Лекции (Наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	Тема. №1 Архитектура микроконтроллеров	2	Лаб. раб. №1 Среда разработки Arduino IDE 2.0	2	2	ЗЛР	5
2	Тема №1 Архитектура микроконтроллеров	2	Лаб. раб. №2 Основы программирования микроконтроллеров в Arduino IDE 2.0	2	2		
3	Тема №1 Архитектура микроконтроллеров	2	Лаб. раб. №2 Основы программирования микроконтроллеров в Arduino IDE 2.0	2	2		
4	Тема №1 Архитектура микроконтроллеров	2	Лаб. раб. №2 Основы программирования микроконтроллеров в Arduino IDE 2.0	2	2	ЗЛР	5
5	Тема №2 Средства разработки	2	Лаб. раб. №3 Использование широтно-импульсной модуляции(ШИМ)	2	2	ЗЛР	5
6	Тема №2 Средства разработки	2	Лаб. раб. №4 Использование аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)	2	2		
7	Тема №2 Средства разработки	2	Лаб. раб. №4 Использование аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)	2	2	ЗЛР	5
8	Тема №2 Средства разработки	2	Лаб. раб. №5 Использование протоколов UART (Universal asynchronous receiver/transmitter) и Bluetooth	2	2	ЗЛР ТЗ ТКУ	5 5 30
Модуль 2							
9	Тема №3 Основы программирования микроконтроллеров	2	Лаб. раб. №6 Использование протокола Wi-Fi	2	2		
10	Тема №3 Основы программирования микроконтроллеров	2	Лаб. раб. №6 Использование протокола Wi-Fi	2	2		

11	Тема №3 Основы программирования микроконтроллеров	2	Лаб. раб. №6 Использование протокола Wi-Fi	2	2	ЗЛР	5
12	Тема №3 Основы программирования микроконтроллеров	2	Лаб. раб. №7 Использование интерфейсной шины I ² C	2	2		
13	Тема №4 Интерфейсы обмена данными	2	Лаб. раб. №7 Использование интерфейсной шины I ² C	2	2	ЗЛР	5
14	Тема №4 Интерфейсы обмена данными	2	Лаб. раб. №8 Использование протокола SPI	2	2	ЗЛР	5
15	Тема №4 Интерфейсы обмена данными	2	Лаб. раб. №9 Работа с цифровыми и аналоговыми датчиками и исполнительными устройствами (актуаторами)	2	4	ЗЛР	5
16	Тема №4 Интерфейсы обмена данными	2	Лаб. раб. №10 Работа с робототехническими устройствами (робот NAO, Unitree Go2)	2	4		
17	Тема №4 Интерфейсы обмена данными	2	Лаб. раб. №10 Работа с робототехническими устройствами (робот NAO, Unitree Go2)	2	4	ЗЛР	5
18-21					36	ТЗ ТКУ ПА (экзамен)	5 30 40
	Итого	34		34	76		100

Принятые обозначения:

Текущий контроль:

ЗЛР – защита лабораторных работ

ТЗ – тестовые задания

ТКУ – текущий контроль успеваемости.

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Лабораторные занятия	
1	Мультимедиа	Тема №1–4		34
2	С использованием ЭВМ		Лаб.р. 1–10	34
	ИТОГО	34	34	68

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств*	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Тестовые задания	1
4	Вопросы для защиты лабораторных работ	10

5 КРИТЕРИИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

5.1 Формируемые компетенции и индикаторы их достижения

<i>Компетенция ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности</i>
<i>ИОПК-2. Способен использовать современные информационные технологии, в том числе отечественного производства, при разработке и использовании аппаратных и программных систем</i>
Знает как устроены современные микроконтроллеры и вычислительные системы, какие существуют инструменты разработки (IDE, компиляторы, отладчики), какие есть отечественные аналоги ключевых компонентов и ПО, какие стандарты и требования регулируют отрасль в РФ.
Умеет выбирать подходящий стек технологий под задачу, настраивать инструментальную среду, писать код для различной периферии, интегрировать устройства с сетями и облаками.
Владеет конкретными инструментами (PlatformIO, Git, САПР), методами низкоуровневого программирования, навыками работы с документацией (в т.ч. на русском языке от отечественных вендоров), практиками обеспечения безопасности и надёжности ПАК.
<i>Компетенция ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем</i>
<i>ИОПК-5 Способен применять программно-аппаратные комплексы для реализации информационных и автоматизированных систем</i>
Знает архитектуру аппаратных платформ и требования к ПО, принципы совместимости компонентов, этапы и методы инсталляции, нормативную базу и правила безопасности при монтаже.
Умеет выполнять монтаж оборудования и подключение интерфейсов, устанавливать и конфигурировать программное обеспечение, проводить верификацию работоспособности, диагностировать и устранять проблемы установки, документировать процесс инсталляции.
Владеет инструментами монтажа и отладки, средствами установки ПО, методами безопасной работы, шаблонами документации.

5.3 Критерии оценки лабораторных работ.

Студент обязан самостоятельно в полном объеме выполнить лабораторные работы согласно рабочей программе.

Задание на работы выдает ведущий занятия преподаватель.

По результатам выполнения работ студент обязан оформить отчет по лабораторной работе в соответствии с действующими в Университете требованиями по оформлению отчета.

Отсутствие отчета является причиной недопуска к сдаче лабораторной работы.

Защита отчета проводится устно, путем ответов на контрольные вопросы к работе, решения задачи по теме лабораторной работы и демонстрации навыков, полученных при выполнении работы.

При защите лабораторной работы студент имеет право пользоваться собственноручно оформленным отчетом.

При отсутствии ответов на заданные преподавателем вопросы отчет не засчитывается и баллы не выставляются.

Правильные ответы оцениваются согласно оценочным уровням сформированности компетенций по изучаемой теме.

Каждая выполненная и защищенная работа оцениваются в диапазоне от 2 до 6 баллов, в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы. Если

по окончании модуля лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются, и она попадает в разряд задолженности.

5.6 Критерии оценки экзамена.

Билет для экзамена включает два теоретических вопроса. Каждый теоретический вопрос оценивается положительной оценкой в диапазоне от 8 до 20 баллов.

Ответы по следующим критериям.

Теоретические вопросы:

- **20 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы.
- **17 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.
- **14 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.
- **11 баллов** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.
- **8 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки
- **Ниже 8 баллов** – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов;

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- самостоятельное изучение материала по учебникам и другим источникам;
- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- конспектирование учебной литературы;
- подготовка сообщений к выступлению на семинарских занятиях, в том числе и подготовка рефератов;
- подготовка рефератов, докладов;
- подготовка научных публикаций (тезисов докладов, статей);
- участие в научных и практических конференциях;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное обучение;
- решение задач и упражнений по образцу;

- подготовка к сдаче экзамена;
- выполнение тестовых заданий;

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, проходит в письменной форме.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических, творческих заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление письменных работ в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;
- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов хранится на кафедре.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература:

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров/URL
1.	Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебник для вузов / А. М. Сажнев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 133 с.	Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям	– / https://urait.ru/bcode/600879
2.	Спиридонов, О. Б. Киберфизические системы : учебное пособие для вузов / О. Б. Спиридонов, Л. П. Милешко. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 126 с.	Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям	– / https://urait.ru/bcode/590137

7.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров/URL
1.	Ширшова, Д. В. Разработка систем различного назначения на основе микроконтроллеров : учебное пособие / Д. В. Ширшова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. - 116 с.	–	– / https://znanium.ru/catalog/product/2227006
2.	Синютин, С. А. Разработка киберфизических систем на основе микроконтроллеров : учебное пособие / С. А. Синютин, А. В. Леонова ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2024. - 110 с. – ISBN 978-5-9275-4633-6.		– / https://znanium.ru/catalog/product/2204505

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<http://moodle.bru.by> – Образовательный портал Белорусско-Российского университета;
<http://e.biblio.bru.by/> – Электронная библиотека Белорусско-Российского университета;
<https://znanium.com/> – Электронно-библиотечная система Znanium;
<https://urait.ru/> – ЭБС «Юрайт»
<https://stepik.org/catalog> – Российская образовательная платформа и конструктор бесплатных открытых онлайн-курсов и уроков;
<https://habr.com/ru/> – Хабр. Публикации по ИТ тематикам;
<https://metanit.com/> – Сайт о программировании C/C++/C#/Vb.Net/Python/SQL и т.д.
<http://www.ixbt.com/> – содержит достоверную и полную информацию об аппаратном обеспечении компьютера.

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

Методические рекомендации

1. Кушнер А. В., Кутузов В. В. Проектирование аппаратно-программных комплексов. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направлений подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» дневной формы обучения – Могилев: Белорусско-Российский университет, (электронный вариант)

Информационные технологии

Мультимедийные презентации по лекционному курсу.

Пр.р. №1 Архитектура микроконтроллеров

Пр. р. №2 Средства разработки

Пр. р. №3 Основы программирования микроконтроллеров

Пр. р. №4 Интерфейсы обмена данными

Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

Arduino IDE - разработка и загрузка скетчей для платформ Arduino и совместимых плат (Open Source (GPL/AGPL))

Wokwi - онлайн-симулятор для ESP32, STM32, Arduino, Raspberry Pi Pico с поддержкой визуального программирования и отладки (Freemium / Open Source)

Fritzing - визуальное проектирование простых электронных схем и макетов для обучения (Open Source)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия проводятся в компьютерной лаборатории 518/2 университета, рег. № паспорта лаборатории № ПУЛ - 4 518/2-25.