

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
электроники



Усков Г.К.

20.05.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.04 Разработка программного обеспечения радиоэлектронных средств

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

2. Профиль подготовки/специализация:

Автоматизированные информационно-измерительные системы

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: электроники

6. Составители программы:

Усков Григорий Константинович, д.ф.-м.н., профессор

7. Рекомендована: НМС физического факультета 20.05.2025, № протокола: 5

8. Учебный год: 2026/2027

Семестр(ы)/Триместр(ы): 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель курса — освоение принципов работы с микроконтроллерами и ПЛИС, а также управляющими устройствами на их основе в контексте разработки программного обеспечения радиоэлектронных средств.

Задачи:

- дать студентам опыт практической деятельности по разработке и согласовыванию технических заданий на разработку программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов с разработчиками аппаратной части;
- дать студентам необходимые навыки, чтобы осуществлять руководство работами по разработке специального программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части блока Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-6	Способен осуществлять руководство разработкой специального программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов	ПК-6.1	Умеет разрабатывать и согласовывать технических заданий на разработку программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов с разработчиками аппаратной части	Уметь: разрабатывать и согласовывать технических заданий на разработку программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов с разработчиками аппаратной части.
		ПК-6.2	Умеет осуществлять руководство работами по разработке специального программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов	Уметь: осуществлять руководство работами по разработке специального программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 3 / 108

Форма промежуточной аттестации *экзамен*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			2
Аудиторные занятия		48	48
в том числе:	лекции	16	16
	практические	32	32
	лабораторные		
Самостоятельная работа		24	24
Форма промежуточной аттестации: экзамен – 36 час.		36	36
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Архитектура микроконтроллеров	Классификация микроконтроллеров и области их применения. Архитектуры микроконтроллеров. Тактовый генератор. Система прерываний. Таймеры. Память, виды памяти. Регистры микроконтроллеров.	–
1.2	Система ввода-вывода микроконтроллеров.	Порты ввода вывода общего назначения. Интерфейс UART. Интерфейс SPI. Интерфейс CAN. Модуль цифро-аналогового преобразования. Модуль аналого-цифрового преобразования.	–
1.3	Средства разработки.	Использование языка Си для программирования контроллеров. Компилятор и среда разработки. Технологическая цепочка программирования микроконтроллеров. Программаторы и средства отладки.	–
1.4	Операционные системы	Операционные системы реального времени на примере FreeRTOS. UNIX-подобные операционные системы на примере petalinux.	–
1.5	Архитектура современных ПЛИС	История развития ПЛИС. Область применения. Архитектура ПЛИС. Ресурсы ПЛИС: логические элементы, блочная память, модули ЦОС. Порты ввода вывода. Стандарты питания.	–
1.6	Подходы к проектированию ПЛИС	Языки программирования ПЛИС. Переход от программы к файлу конфигурации. Конвейеры и уровни логики. Синхронное и асинхронное проектирование. Подходы к выбору ПЛИС.	–
2. Практические занятия			
2.1	Архитектура микроконтроллеров	Реализация и отладка программного обеспечения для микроконтроллера на языке Си, выполняющего управление скоростью мигания светодиода, путем изменения настроек таймера, по факту срабатывания прерывания от кнопки, подключенной к порту ввода вывода общего назначения.	–
2.2	Система ввода-вывода микроконтроллеров.	Реализация и отладка программного обеспечения для микроконтроллера на языке Си, выполняющего взаимодействие с ПЭВМ по интерфейсу UART (на физическом уровне RS-232).	–
2.3	Операционные системы	Реализация и отладка программного обеспечения для микроконтроллера на языке Си, выполняющего управление периферией микроконтроллера с использованием операционной системы реального времени FreeRTOS.	–
2.4	Архитектура современных ПЛИС	Реализация модуля деления частоты на VHDL. Разработка проекта, синтез устройства. Реализация проекта КИХ фильтра параллельной структуры на ПЛИС с фиксированными коэффициентами. Реализация перестраиваемого цифрового генератора гармонического сигнала на ПЛИС.	–
3. Лабораторные занятия			

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Архитектура микроконтроллеров	2	8		4	14
2	Система ввода-вывода микроконтроллеров.	2	8		4	14
3	Средства разработки.	2			4	6
4	Операционные системы	6	8		4	18
5	Архитектура современных ПЛИС	2	8		4	14
6	Подходы к проектированию ПЛИС	2			4	6
	Итого:	16	32		24	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций и литературой.

После окончания лекции нужно просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого следует обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания, поэтому необходимо просматривать несколько источников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа может включать в себя следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка экзамену.

Кроме литературы из основного списка рекомендуется самостоятельно использовать дополнительную. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

В процессе самостоятельной работы следует занимать активную позицию и пользоваться не только рекомендованной литературой, но и самостоятельно найденными источниками. При изучении дисциплины рекомендуется использовать возможности сети Интернет для получения дополнительной информации по рассматриваемой теме.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн-занятиям, ответственно подходить к выполнению заданий для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Новиков Ю. В. Основы микропроцессорной техники (2-е изд.) Новиков Ю. В., Скоробогатов П. К., Москва НОУ «Интуит», 2016.
2.	Васильев А.Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 304 с.: ил.
3.	Водовозов А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики: учебное пособие / А.М. Водовозов – М. Инфа-Инженерия, 2016. -164с.
4.	Гуров, В.В. Архитектура микропроцессоров: учебное пособие / В.В. Гуров М. Интернет-университет информационных технологий, 2010. – 272 с.
5.	Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца.- М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2007.- 408 с.:ил.
6.	Потехин Д.С., Тарасов И.Е. Разработка систем цифровой обработки сигналов на базе ПЛИС.- М.: Горячая линия Телеком, 2007. – 248.: ил.
7.	Бибило П.Н., Авдеев Н.А. VHDL. Эффективное использование при проектировании цифровых систем. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006.- 344 с.: ил.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Угрюмов, Е. П. Цифровая схемотехника : учеб. пособие для вузов / Е.П. Угрюмов. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2010.

2.	Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е., Проектирование цифровых систем на VHDL- СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 576с.: ил.
----	---

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus
2.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486
3.	Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457
4.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436
5.	Национальный цифровой ресурс "РУКОПТ" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1401
6.	Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1360
7.	Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1344
8.	Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1343
9.	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1336
10.	Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1310
11.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308
12.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307
13.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1306

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Зубра А. С. Культура умственного труда студента : пособие для студентов вузов / А.С.Зубра. — 2-е изд., испр. и доп. — Мн. : Дикта, 2007. — 228с.
2.	Горцевский А.А. Организация самостоятельной работы студента / А.А. Горцевский, М.И. Любцына. — Л. : ЛГУ, 1958. — 50 с.
3.	Скрипченко Ю.С. Объектно-ориентированное программирование в примерах и задачах : учебное пособие / Ю.С. Скрипченко, Н.А. Тюкачев, В.Г. Хлебостроев. — Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2006. — 160 с.
4.	Орлов С. А. Теория и практика языков программирования : [учебник по направлению "Информатика и вычисл. техника"] / С.А. Орлов. — 2-е изд. — Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2017. — 685 с.
5.	Себеста Роберт У. Основные концепции языков программирования / Роберт У. Себеста ; Пер. с англ. Д.А. Ключина, А.В. Назаренко ; Под ред. Д.А. Ключина 5-е изд. — М. и др. : Вильямс, 2001. — 668 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины для проведения текущего контроля и в качестве информационного ресурса используются технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе образовательного портала "Электронный университет ВГУ" по адресу edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийная аудитория (ауд. 401): специализированная мебель, компьютеры, мультимедиа-проектор, настенный экран для проектора, аудио колонки, лабораторные макеты «Программирование RISC микроконтроллеров», лабораторные макеты «Программирование ARM микроконтроллеров», лабораторные макеты «Программирование ПЛИС»

WinPro 8, Linux Debian, Open Office, Python, MicroCap Evaluation, Maxima, Octave

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401): специализированная мебель, мультимедиа-проектор, настенный экран для проектора, аудио колонки, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ

WinPro 8, Linux Debian, Open Office, Google Chrome, Visual Studio Code, StarUML, Maxima, Octave, MATLAB, JVM, Scala, Haskel, Closure, Java, Kotlin, Python, Go, GCC, CLANG, ReactiveX, VHDL, Verilog, ReactiveX, VHDL, Verilog, SimulIDE Circuit Simulator, Wokwi Simulator, NI LabView, Arduino Studio, MicroCap Evaluation

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Архитектура микроконтроллеров Система ввода-вывода микроконтроллеров. Средства разработки. Операционные системы Архитектура современных ПЛИС Подходы к проектированию ПЛИС	ПК-6 Способен осуществлять руководство разработкой специального программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов	ПК-6.1 Умеет разрабатывать и согласовывать технических заданий на разработку программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов с разработчиками аппаратной части	Практические задания
		ПК-6 Способен осуществлять руководство разработкой специального программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов	ПК-6.2 Умеет осуществлять руководство работами по разработке специального программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов	

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах выполнения практико-ориентированных заданий - практических работ и тестирования на портале Электронный университет ВГУ.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: комплекта групповых практических заданий.

Список практических заданий

1. Реализация и отладка программного обеспечения для микроконтроллера на языке Си, выполняющего управление скоростью мигания светодиода путем изменения настроек таймера, по факту срабатывания прерывания от кнопки, подключенной к порту ввода вывода общего назначения.
2. Реализация и отладка программного обеспечения для микроконтроллера на языке Си, выполняющего взаимодействие с ПЭВМ по интерфейсу UART (на физическом уровне RS-232).

3. Реализация и отладка программного обеспечения для микроконтроллера на языке Си, выполняющего управления периферией микроконтроллера с использованием операционной системы реального времени FreeRTOS.
4. Реализация модуля деления частоты на VHDL. Разработка проекта, синтез устройства.
5. Реализация проекта КИХ фильтра параллельной структуры на ПЛИС с фиксированными коэффициентами.
6. Реализация перестраиваемого цифрового генератора гармонического сигнала на ПЛИС.

Описание технологии проведения.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета – в форме защиты этапов реализации индивидуальных проектов на практических занятиях. Критерии оценивания приведены ниже.

Результаты текущей аттестации учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации (экзамена).

Критерии оценки компетенций (результатов обучения) при выполнении теста:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Выполнены все поставленные задачи	Повышенный уровень	Отлично
75–99% задач выполнено	Базовый уровень	Хорошо
50–74% задач выполнено	Пороговый уровень	Удовлетворительно
0–49% задач выполнено	–	Неудовлетворительно

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме экзамена. Согласно П ВГУ 2.1.07 – 2024 Положению о проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования, оценка на экзамене может быть выставлена по результатам текущей успеваемости обучающегося в течение семестра и на основании процедуры и критериев оценивания, представленных в рабочей программе, но не ранее чем на заключительном занятии.

Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен) осуществляется с помощью следующих оценочных средств: теоретических вопросов. В контрольно-измерительный материал включаются два теоретических вопроса, позволяющих оценить уровень полученных знаний, умений и навыков.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Классификация микроконтроллеров и области их применения.
2. Архитектуры микроконтроллеров.
3. Тактовый генератор микроконтроллера.
4. Система прерываний микроконтроллеров.
5. Таймеры микроконтроллеров.
6. Память, виды памяти микроконтроллеров.
7. Регистры микроконтроллеров.
8. Порты ввода вывода общего назначения микроконтроллеров.
9. Интерфейс UART микроконтроллеров.
10. Интерфейс SPI микроконтроллеров.
11. Интерфейс CAN микроконтроллеров.

12. Модуль цифро-аналогового преобразования микроконтроллеров.
13. Модуль аналого-цифрового преобразования микроконтроллеров.
14. Использование языка Си для программирования контроллеров.
15. Компилятор и среда разработки для микроконтроллеров.
16. Технологическая цепочка программирования микроконтроллеров.
17. Программаторы и средства отладки микроконтроллеров.
18. Операционные системы реального времени на примере FreeRTOS.
19. UNIX-подобные операционные системы на примере petalinux.
20. История развития ПЛИС.
21. Область применения ПЛИС.
22. Архитектура ПЛИС.
23. Ресурсы ПЛИС: логические элементы, блочная память, модули цифровой обработки сигналов.
24. Порты ввода вывода ПЛИС.
25. Стандарты питания ПЛИС.
26. Языки программирования ПЛИС.
27. Переход от программы к файлу конфигурации.
28. Конвейеры и уровни логики ПЛИС.
29. Синхронное и асинхронное проектирование ПЛИС.
30. Выбор ПЛИС на основе технических требований к проекту.

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Требования к выполнению заданий (шкалы и критерии оценивания).

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие **показатели**:

- 1) Уметь разрабатывать и согласовывать технических заданий на разработку программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов с разработчиками аппаратной части.
- 2) Уметь осуществлять руководство работами по разработке специального программного обеспечения радиоэлектронных средств и их комплексов.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется **шкала**: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не удовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач, готов к использованию современных подходов и средств реализации практических задач.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен применять теоретические знания для решения практических задач, готов к использованию типовых подходов и средств реализации практических задач.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен к использованию типовых	Пороговый уровень	Удовлетворительно

подходов и средств реализации практических задач.		
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Неудовлетворительно

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ****Направление/специальность**

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Дисциплина

Б1.В.01.04 Разработка программного обеспечения радиоэлектронных средств

Профиль подготовки/специализация

Автоматизированные информационно-измерительные системы

Форма обучения очная**Учебный год** 2025/2026

Ответственный исполнитель

Доцент кафедры электроники _____ .__ 20__

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП

по направлению/специальности _____ .__ 20__

Начальник отдела обслуживания ЗНБ _____ .__ 20__

Программа рекомендована НМС физического факультета 28.10.2024 протокол № 8 от
28.10.2024 г.