

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий базовой кафедрой
системы телекоммуникаций и
радиоэлектронной борьбы



Аверина Л.И.

20.05.2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.02.02 Архитектура и программирование микроконтроллеров

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.04.03 Радиофизика

2. Профиль подготовки/специализация:

Системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: *базовая кафедра системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы*

6. Составители программы:

*Аверина Л. И., доктор физико-математических наук, профессор
Лавлинский С. С., кандидат физико-математических наук*

7. Рекомендована:

НМС физического факультета 20.05.2025, № протокола: 5

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Целью и задачами курса является получение студентами начальных знаний в области программирования и отладки микроконтроллеров, а также формирование умений и навыков разработки собственного программного обеспечения для решения прикладных задач радиофизики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина является курсом по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений. Для изучения дисциплины студенты должны обладать знаниями по архитектуре ЭВМ и программированию на языке C.

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-4	Способен проводить исследования, направленные на решение исследовательских задач в рамках реализации научного (научно-технического, инновационного) проекта в области профессиональной деятельности	ПК-4.4	Владеет базовыми знаниями о методах и средствах автоматизации научного исследования	Знать: основы программирования на языке C микроконтроллеров семейства STM32 компании STMicroelectronics в среде разработки Keil uVision Уметь: разрабатывать собственное программное обеспечение для решения прикладных научно-технических задач Владеть: практическими навыками программирования и отладки микроконтроллеров семейства STM32 компании STMicroelectronics

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

Форма промежуточной аттестации *зачёт*.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			2	...
Аудиторные занятия		24	24	
в том числе:	лекции	12	12	
	практические			
	лабораторные	12	12	
Самостоятельная работа		84	84	
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)				
Итого:		108	108	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Архитектура МК	Обзор возможностей и внутренней структуры микроконтроллера на примере МК STM32F429 на базе отладочной платы STM32F4Discovery.

		Обзор состава отладочной платы STM32F4Discovery.
1.2	Программирование МК в среде Keil uVision	Обзор среды программирования Keil uVision. Установка и настройка программы, создание проекта. Загрузка и отладка тестовой программы. Знакомство с CMSIS/
1.3	Стандартные библиотеки для работы с МК STM32	Знакомство с библиотекой HAL. Обзор возможностей, сравнение с библиотекой CMSIS.
1.4	Периферия МК. Средства инициализации	Обзор программы STM32CubeMX. Установка и настройка программы. Разбор создания проекта с помощью программы STM32CubeMX
2. Лабораторные занятия		
2.1	Программирование МК с помощью библиотеки CMSIS	Решение тестовой задачи моргания светодиодом с помощью регистров библиотеки CMSIS и технического описания на МК STM32F429
2.2	Программирование МК с помощью библиотеки HAL	Решение тестовой задачи моргания светодиодом с помощью функций библиотеки HAL
2.3	Конфигурация проекта с помощью утилиты STM32CubeMX	Решение тестовой задачи моргания светодиодом с помощью функций библиотеки HAL. Настройка периферии проводится с помощью графического интерфейса STM32CubeMX
2.4	Прерывания МК	Работа с прерываниями МК. Настройка и разрешение прерываний. Обработка прерываний. Приоритет прерывания.
2.5	Таймеры	Работа с внутренними счетчиками МК. Настройка и запуск в режимах слежения и прерывания.
2.6	Интерфейс SPI	Знакомство с последовательным интерфейсом взаимодействия цифровых устройств. Управление датчиком положения с помощью интерфейса SPI. Знакомство с понятием протокола внешнего управления цифрового устройства на примере обмена данными с микросхемой L3GD20H в составе отладочной платы STM32F4Discovery
2.7	Дисплей и сенсорная панель	Решение задачи инициализации и управления дисплеем и сенсорной панелью отладочной платы STM32F4Discovery с применением открытых драйверов и обучающих примеров библиотеки HAL компании STMicroelectronics. Подключение и использование сторонних библиотек.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции и	Практическое	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Архитектура МК	2			8	10
2	Программирование МК в среде Keil uVision	1		1	8	10
3	Стандартные библиотеки для работы с МК STM32	1		1	8	10
4	Периферия МК. Средства инициализации	8		10	60	78
	Итого:	12		12	84	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. Рекомендуется записывать не каждое слово лектора, а постараться записать его основную мысль, используя понятные сокращения.

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, и проверять свои знания отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях.

Лабораторные занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо разобрать лекцию по соответствующей теме и ознакомиться с соответствующим разделом литературы. При выполнении лабораторных и практических работ необходимо обращать внимание на особенности функционирования исследуемых устройств. Подготовка к защите работ должна включать повторение лекционного материала и работу с предлагаемой учебной литературой. Перечень контрольных вопросов к защите приводится в методических указаниях к лабораторной работе. При оформлении пояснительной записки следует придерживаться правил ЕСКД.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к практическим и лабораторным работам, зачетам и экзаменам.

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. Для проверки знания по изученной теме необходимо ответить на контрольные вопросы, выдаваемые преподавателем на лекциях в конце изучения соответствующего раздела. 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	Noviello C. Mastering STM32 – Leanpub.: 2017 – 792p.
2	Керниган, Б Язык программирования Си / Б. Керниган, Д. Ритчи; Пер. с англ. под ред. В.С.Штаркмана .— 3-е изд., испр. — СПб. : Невский Диалект, 2001 .— 351 с.
3	Издание учебного пособия: Лабораторные работы по программированию микроконтроллера K1986BE9X: учебное пособие : [для студ. младших курсов физ. фак. Воронеж. гос. ун-та, для направлений: 09.03.01 - Информатика и вычислительная техника, 03.04.03 - Радиофизика] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: М.П. Ряполов ; сост. А.Ю. Телков .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019 .
4	Издание учебного пособия: Программирование микроконтроллеров K1986BE92QI в среде Eclipse : учебно-методическое пособие : [для бакалавров 2-го курса и магистров 1-го и 2-го курсов физ. фак. ФГБОУ ВО "ВГУ"., для направлений: 09.03.01 - Информатика и вычислительная техника и 03.04.03 - Радиофизика] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: М.П. Ряполов .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Магда Ю.С. Аппаратное обеспечение и эффективное программирование. / Ю.С. Магда - СПб.: Питер, 2007. - 352 с.

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

№ п/п	Ресурс
6.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xml+rus
7.	Электронно-библиотечная система «ЮПАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457
8.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308
9.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307
10.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1306
11	Официальный сайт – [URL]: https://www.st.com
12	Официальный сайт – [URL]: https://www.keil.com

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Лабораторные работы по программированию микроконтроллера K1986BE9X: учебное пособие : [для студ. младших курсов физ. фак. Воронеж. гос. ун-та, для направлений: 09.03.01 - Информатика и вычислительная техника, 03.04.03 - Радиофизика] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: М.П. Ряполов ; сост. А.Ю. Телков .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019 .
2	Программирование микроконтроллеров K1986BE92QI в среде Eclipse : учебно-методическое пособие : [для бакалавров 2-го курса и магистров 1-го и 2-го курсов физ. фак. ФГБОУ ВО "ВГУ"., для направлений: 09.03.01 - Информатика и вычислительная техника и 03.04.03 - Радиофизика] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: М.П. Ряполов .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018

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

При реализации дисциплины могут использоваться 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:

Компьютер RAMEC МТЛ5-6400/8GB/500GB – 20 шт.

Коммутатор HPJ9981A – 1 шт.

Комплекс для проведения лекций, семинаров и презентаций – 1 шт.

Проектор Optoma W402 – 1шт.

Экран Cactus Wallscreen – 1 шт.

Комплект отладочных плат STM32F4Discovery – 10 шт.

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 МК	ПК-4.4	Владеет базовыми знаниями о методах и средствах автоматизации научного исследования	Реферат
2.	Программирование МК в среде Keil uVision	ПК-4.4	Владеет базовыми знаниями о методах и средствах автоматизации научного исследования	Лабораторные работы
3	Стандартные библиотеки для работы с МК STM32	ПК-4.4	Владеет базовыми знаниями о методах и средствах автоматизации научного исследования	Лабораторные работы
4	Периферия МК. Средства инициализации	ПК-4.4	Владеет базовыми знаниями о методах и средствах автоматизации научного исследования	Лабораторные работы
Промежуточная аттестация форма контроля – зачёт				Перечень вопросов к зачёту

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

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: практические задания, рефераты.

Перечень лабораторных работ:

1. Создание проекта. GPIO. От CMSIS к HAL и CubeMX.

2. Внешние прерывания. EXTI.
3. Таймеры.
4. SPI. Датчик положения.
5. Подключение дисплея и сенсорной панели с помощью сторонних библиотек.

Темы рефератов

1. История процессоров с архитектурой ARM.
2. Обзор и сравнительный анализ средств разработки программного обеспечения для микроконтроллеров семейства STM32

Лабораторные работы выполняются студентами как в аудиториях, так и самостоятельно. Результаты предоставляются преподавателю. Переход к выполнению следующей лабораторной работы возможен только при условии успешной сдачи предыдущей.

За реферат студент получает оценку «зачтено», если в нём полностью раскрыта тема и студент в состоянии ответить на дополнительные вопросы и объяснить связь теории, изложенной в реферате с практическим применением.

За лабораторную работу студент получает оценку «зачтено», если может продемонстрировать процесс проектирования системы связи, расчёт её основных характеристик, дать физическое объяснение полученных результатам и внести в программу модификации по требованию преподавателя.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: вопросы к зачёту, вопросы к экзамену.

Перечень вопросов к зачёту:

1. 1. Архитектура микроконтроллеров серии STM32F4.
2. Организация адресного пространства ядра ARM CortexM.
3. Контроллер прерываний NVIC.
4. Периферия GPIO в МК STM32F4.
5. Организация внешних прерываний в МК STM32F4.
6. Тактирование МК STM32F4.
7. Таймеры в МК STM32F4.
8. Интерфейс SPI в МК STM32F4.
9. Процедура отладки программ для микроконтроллеров.

Зачёт проводится в виде устного ответа на вопросы, заданные преподавателем из списка вопросов к зачёту.

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом теории цифровой связи;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется 2-балльная шкала: «зачет», «незачет».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, частично умеет применять теоретические знания для решения практических задач	Пороговый уровень	Зачет

Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки, не умеет применять теоретические знания для решения практических задач	–	Незачет
---	---	---------