

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.

31.08.2022г.

**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, доцент  
Лавлинский С. С., кандидат физико-математических наук*

**7. Рекомендована:**

*НМС физического факультета 30.08.2021, № протокола: 8*

**8. Учебный год: 2022/2023**

**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 С.

**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	<p>Знать: основы программирования на языке С микроконтроллеров семейства STM32 компании STMicroelectronics в среде разработки Keil uVision</p> <p>Уметь: разрабатывать собственное программное обеспечение для решения прикладных научно-технических задач</p> <p>Владеть: практическими навыками программирования и отладки микроконтроллеров семейства STM32 компании STMicroelectronics</p>

**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
<b>2. Лабораторные занятия</b>		
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 – 792р.
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 K1986VE9X: 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 K1986VE92QI 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 : <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xml+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xml+rus</a>
7.	Электронно-библиотечная система «ЮПАИТ» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1457">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1457</a>
8.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1308">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1308</a>
9.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1307">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1307</a>
10.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1306">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1306</a>
11	Официальный сайт – [URL]: <a href="https://www.st.com">https://www.st.com</a>
12	Официальный сайт – [URL]: <a href="https://www.keil.com">https://www.keil.com</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Лабораторные работы по программированию микроконтроллера K1986VE9X: 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 K1986VE92QI 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
<i>Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, частично умеет применять теоретические знания для решения практических задач</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Зачет</i>

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