

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.

31.01.2024г.

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 30.08.2021, № протокола: 8

8. Учебный год: 2024/2025

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 | <p>Знать: основы программирования на языке C 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 |
| 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 – 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 : 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 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 |
|---|---|---------|