


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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Математического обеспечения ЭВМ
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины
 Абрамов Г.В.
подпись, расшифровка подписи
21.06.2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ФТД Системное низкоуровневое программирование

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

01.03.02 Прикладная математика и информатика

2. Профиль подготовки/специализация: Технологии разработки программного обеспечения и компьютерной обработки данных

3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: МО ЭВМ

6. Составители программы: Пупыкин С.Н. преп.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ, протокол № 10 от 15.06.2019

Продлена НМС факультета ПММ, протокол № 10 от 15.06.2021

Продлена НМС факультета ПММ, протокол № 7 от 26.05.2023

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2025 - 2026

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения дисциплины: изложить основы архитектуры и функционирования широко применяемых в информационных технологиях микропроцессоров семейства ARM.

Задачи учебной дисциплины: научить студентов современной архитектурной реализации и основам программирования ARM-микропроцессоров, обеспечивающих высокую вычислительную производительность и энергоэффективность, позволяющие применять их в широком спектре оборудования; выработать практические навыки применения полученных знаний.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: учебная дисциплина является факультативом.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-5	Способен разрабатывать и применять алгоритмические и программные решения в области системного и прикладного программного обеспечения	ПК-5.2	Проектирует информационные ресурсы, тестирует их с точки зрения пользовательского удобства, программирует приложения и создает программные прототипы решения прикладных задач.	<p>знать: основы программирования для встроенных систем</p> <p>уметь: проектировать ПО, напрямую взаимодействующее с аппаратным обеспечением</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) —
1 / 36.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		6 семестр
Аудиторные занятия	16	16
в том числе:	лекции	-
	практические	-
	лабораторные	16
Самостоятельная работа	20	20
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – __ час.)	0	0
Итого:	36	36

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
3. Лабораторные работы			
3.1	Сравнение микропроцессоров и	АЛУ, регистры, наборы команд, Гарвардская архитектура и архитектура	Системное низкоуровневого

	микроконтроллеров.	Фон Неймана, режимы адресации	программирования https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=14146
3.2	Цифровой ввод-вывод	Кодирование 0/1 напряжением, выборка по тактовому генератору, триггер Шмитта, подавление шума, подтягивающий резистор	
3.3	Аналоговый ввод-вывод	ЦАП/АЦП: принцип, техники преобразования, ошибки, использование	
3.4	Прерывания	Опрос и прерывание. Вызов обработчика, сохранение и восстановление состояния, маскируемые прерывания, вложенные прерывания, программные прерывания	
3.5	Таймеры	Таймеры, счетчики и их масштабирование. Системные часы, watchdog, энергосбережение	
3.6	UART	UART, USART, параметры и синхронизация, описание протокола.	
3.7	SPI	Описание протокола, адресация и синхронизация	
3.8	I2C	Описание протокола, 10-ти и 7-и битовые адреса, режимы работы	
3.9	Многозадачность	Корпоративная и вытесняющая многозадачность во встроенных системах, поток, процесс, устройство управления памятью, сегмент состояния задачи.	
3.10	Планировщик задач	Прерывания таймера и ввода вывода, системная функция ожидания. Типы планирования, многопроцессорное планирование, аномалии планирования.	
3.11	Цикл разработки ПО	Спецификация и архитектура, Разработка, отладка, тестирование. Особенности отладки встроенных систем: JTAG, ROM monitor, эмуляторы	
3.12	Периферийное оборудование	Кнопки и матричная клавиатура, переменное сопротивление, фотоэлементы, датчики положения, LED, дисплей, преобразователи нагрузки, двигатели	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Сравнение микропроцессоров и микроконтроллеров.	-	-	1	1	2
1.2	Цифровой ввод-вывод	-	-	1	1	2
1.3	Аналоговый ввод-вывод	-	-	1	2	3
1.4	Прерывания	-	-	2	2	4
1.5	Таймеры	-	-	1	2	3
1.6	UART	-	-	2	2	4
1.7	SPI	-	-	2	2	4
1.8	I2C	-	-	2	2	4
1.9	Многозадачность	-	-	1	2	3
1.10	Планировщик задач	-	-	1	2	3
1.11	Цикл разработки ПО	-	-	1	1	2
1.12	Периферийное оборудование	-	-	1	1	2

Итого:	-	-	16	20	36
--------	---	---	----	----	----

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При работе с лекционным материалом рекомендуется использовать рекомендуемую литературу по соответствующим темам.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<i>E. A. Lee and S. A. Seshia, Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach, LeeSeshia.org, 2011.</i>
2.	<i>Introduction to Microcontrollers Courses, Vienna University of Technology, Institute of Computer Engineering, Embedded Computing Systems Group, February 26, 2007</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	<i>Брайан Керниган, Деннис Ритчи. Язык программирования С. — Москва: Вильямс, 2006.</i>

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

№ п/п	Ресурс
1.	www.lib.vsu.ru
2.	https://edu.vsu.ru/course

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы В качестве формы организации самостоятельной работы используются задания для самостоятельного решения.

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

При реализации дисциплины используются модульно-рейтинговая и личностно-ориентированные технологии обучения (ориентированные на индивидуальность студента, компьютерные и коммуникационные технологии).

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Требования к аудиторному оборудованию для проведения лабораторных занятий: наличие компьютерных классов с современной компьютерной техникой и установленным программным обеспечением – Linux, arm-none-eabi-gcc, arm-none-eabi-gdb.

2. Компьютерный класс (корп. 1, ауд. 20) Коммутатор HP ProCurve 1400-24G, Мультимедиа-проектор Acer x1161, ПК Intel Core i3 4160 (3600) (14 шт.), ПК AMD Phenom II X4 (10 шт.), ПК AMD Athlon 64 X2 (1 шт.). Специализированная мебель; столы 16 шт, стулья 20 шт., доступ к фондам учебно-методической документации, электронным библиотечным системам, выход в Интернет.

Лабораторные работы по курсу должны осуществляться с использованием вычислительной техники и установленным программным обеспечением NetBeans, GlassFish.

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.	Сравнение микропроцессоров и микроконтроллеров.	ПК-3	ПК-3.2	<i>Лабораторные работы</i>
2.	Цифровой ввод-вывод			<i>Лабораторные работы</i>
3.	Аналоговый ввод-вывод			<i>Лабораторные работы</i>
4.	Прерывания			<i>Лабораторные работы</i>
5.	Таймеры			<i>Лабораторные работы</i>
6.	UART			<i>Лабораторные работы</i>
7.	SPI			<i>Лабораторные работы</i>
8.	I2C			<i>Лабораторные работы</i>
9.	Многозадачность			<i>Лабораторные работы</i>
10.	Планировщик задач			<i>Лабораторные работы</i>
11.	Цикл разработки ПО			<i>Лабораторные работы</i>
12.	Периферийное оборудование			<i>Лабораторные работы</i>
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				<i>Вопросы к зачету</i>

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:

Лабораторные работы

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

Перечень вопросов к зачету:

1. АЛУ, регистры, наборы команд, Гарвардская архитектура и архитектура Фон Неймана, режимы адресации
2. Кодирование 0/1 напряжением, выборка по тактовому генератору, триггер Шмитта, подавление шума, подтягивающий резистор
3. ЦАП/АЦП: принцип, техники преобразования, ошибки, использование
4. Опрос и прерывание. Вызов обработчика, сохранение и восстановление состояния, маскируемые прерывания, вложенные прерывания, программные прерывания.
5. Таймеры, счетчики и их масштабирование. Системные часы, watchdog, энергосбережение.
6. UART, USART, параметры и синхронизация, описание протокола.
7. Описание протокола, адресация и синхронизация
8. Описание протокола, 10-ти и 7-и битовые адреса, режимы работы

9. Корпоративная и вытесняющая многозадачность во встроенных системах, поток, процесс, устройство управления памятью, сегмент состояния задачи.
10. Прерывания таймера и ввода вывода, системная функция ожидания. Типы планирования, многопроцессорное планирование, аномалии планирования.
11. Спецификация и архитектура, Разработка, отладка, тестирование. Особенности отладки встроенных систем: JTAG, ROM monitor, эмуляторы
12. Кнопки и матричная клавиатура, переменное сопротивление, фотоэлементы, датчики положения, LED, дисплей, преобразователи нагрузки, двигатели

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами;
- 4) умение применять полученные знания на практике;

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется шкала: «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки</i>	–	<i>Не зачтено</i>