

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

информационных систем

наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

Борисов Д.Н.

подпись, расшифровка подписи

05.03.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.02.05 Разработка встраиваемых систем

1. Код и наименование направления подготовки:

09.03.02 Информационные системы и технологии

2. Профиль подготовки: Инженерия информационных систем и технологий

3. Квалификация выпускника: Бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Информационных систем

6. Составители программы: Борисов Д.Н., кандидат технических наук, доцент (borisov@cs.vsu.ru)

7. Рекомендована: НМС факультета компьютерных наук, протокол № 5 от 05.03.2025 г.

8. Учебный год: 2028/2029

Семестр(ы): 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Дисциплина знакомит студентов с принципами проектирования и реализации встраиваемых вычислительных систем, основами архитектуры микроконтроллеров и микропроцессоров, особенностями разработки программного обеспечения с учётом ограничений по ресурсам, времени и энергоэффективности. В курсе изучаются типовые аппаратные платформы, интерфейсы взаимодействия с периферийными устройствами, принципы работы с операционными системами реального времени (RTOS), а также методы отладки и тестирования встроенного программного обеспечения.

Особое внимание уделяется использованию систем на кристалле 1892BM14Я (процессор «мультикор») компании Элвис (АО НПЦ «ЭЛВИС») и использованию инструментов разработки и симуляции. Студенты получают практические навыки создания встраиваемых решений для задач управления и обработки сигналов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1. Для успешного освоения необходимо предварительное изучение следующих дисциплин: математический анализ; введение в программирование.

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

Код и название компетенции	Код и название компетенции	Знания, умения, навыки
ПК-2 Разработка требований и проектирование программного обеспечения	ПК-2.2 Формализация и алгоритмизация поставленных задач для разработки программного кода	Знать: алгоритмы формализации и алгоритмизации поставленных задач для разработки программного кода Уметь: проводить алгоритмизацию для поставленных задач по разработке программного кода Владеть: формализацией и алгоритмизацией поставленных задач для разработки программного кода

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2/72.

Форма промежуточной аттестации — Зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	5 семестр	Всего
Аудиторные занятия	48	48
Лекционные занятия	24	24
Практические занятия	0	0
Лабораторные занятия	24	24
Самостоятельная работа	24	24
Часы на контроль	0	0
Всего	72	72

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Классификация микропроцессорных устройств	Классификация по архитектуре командной системы. Классификация по разрядности. Классификация по уровню интеграции. Классификация по потребляемой мощности и энергоэффективности. Классификация по способу исполнения команд.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609
1.2	Компьютерные принципы построения микропроцессоров	Общие принципы построения микропроцессоров и особенности их архитектуры. Архитектура фон Неймана и гарвардская архитектура. Структура микропроцессора.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609

1.3	Сигнальные процессоры	Конвейерное выполнение команд. Аппаратная реализация программных функций. Параллельная работа различных функциональных узлов. Умножитель. Сдвигатели. Дополнительные арифметические устройства. Специализированные устройства генерации адреса. Аппаратная организация циклов. Использование нескольких АЛУ. Регистровые файлы. Специальные методы адресации. Комбинированные и специализированные команды. Разнообразные устройства ввода/вывода и периферии.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609
1.4	Виды сигнальных процессоров	Выбор цифрового процессора сигналов. Процессоры ADI (ADSP-2100), motorola (DSP56000), улучшенные стандартные процессоры ЦПОС (Enhanced-Conventional DSP), процессоры TMS320C55X фирмы TI, процессоры DSP16xxx фирмы Lucent, процессоры ЦПОС с архитектурой VLIW, процессоры TMS320C6xxx, процессор MSC810X (ядро SC140)	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609
1.5	Организация памяти сигнальных процессоров	Доступ к блокам памяти. Блоки памяти. Внешняя память. Разделение на отдельные области и модули. Обращение к памяти. Генерация тактов ожидания для медленной внешней памяти. Кэш. Защита содержимого памяти	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609
1.6	Процессоры ARM	Процессорное ядро ARM7. Основные характеристики ядра ARM7. Конвейер. Регистры. Регистр текущего состояния программы. Режимы обработки исключительных ситуаций. Набор команд ARM7. Команды ветвления. Команды обработки данных. Команда обмена. Изменение регистров состояния. Программное прерывание. Модуль MAC. Набор команд THUMB. ARM7500. ARM7500FE	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609
1.7	Системы на кристалле	Интеграция функциональных блоков на одном кристалле. Объединение процессорных ядер, контроллеров памяти, графических и сигнальных ускорителей, периферийных интерфейсов и систем управления питанием. Аппаратные ускорители (DSP, GPU). Контроллеры прерываний и системные таймеры. Поддержка виртуализации и безопасности на уровне оборудования. Гибкая конфигурация интерфейсов (SPI, I2C, UART, Ethernet, PCIe). Встроенные модули энергосбережения и управление частотой (DVFS). Использование встроенных ОС и загрузчиков. Аппаратная поддержка мультиядерности и взаимодействия между ядрами. Средства трассировки и отладки.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609
2. Лабораторные работы			
2.1	Прошивка Flash-памяти и установка BUILDROOT	Изучение прошивки Flash-памяти и установки операционной системы BUILDROOT для модуля (системы на кристалле) Салют-ЭЛ24Д компании НПЦ «ЭЛВИС»	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609
2.2	Прошивка Flash-памяти и установка ALT Linux	Изучение прошивки Flash-памяти и установки операционной системы ALT Linux для модуля (системы на кристалле) Салют-ЭЛ24Д компании НПЦ «ЭЛВИС» с возможностью подключения к локальной сети	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609
2.3	Прошивка Flash-памяти и установка ALT Linux с поддержкой сети WIFI	Прошивка Flash-памяти и установка операционной системы ALT Linux для модуля (системы на кристалле) Салют-ЭЛ24Д компании НПЦ «ЭЛВИС» с возможностью подключения к локальной сети с использованием беспроводной сети (WIFI)	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609

2.4	Программирование системы на кристалле использованием среды разработки MCStudio4 и эмулятора MC-USB-JTAG	Программирование модуля (системы на кристалле) Салют-ЭЛ24Д компании НПЦ «ЭЛВИС»с использованием среды разработки MCStudio4 и эмулятора MC-USB-JTAG	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609
2.5	Программирование I2C-контроллера для взаимодействия процессора с интегральными схемами	Изучение взаимодействия микропроцессора 1892BM14Я с установленными интегральными схемами на модуле Салют-ЭЛ24Д	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Классификация микропроцессорных устройств	2	0	1	2	5
2	Компьютерные принципы построения микропроцессоров	3	0	2	4	9
3	Сигнальные процессоры	3	0	4	4	11
4	Виды сигнальных процессоров	4	0	2	4	10
5	Организация памяти сигнальных процессоров	4	0	1	2	7
6	Процессоры ARM	4	0	2	4	10
7	Системы на кристалле	4	0	12	4	20
	Итого	24	0	24	24	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает проработку материалов лекций, изучение рекомендованной литературы, подготовку к лабораторным работам и их защита, подготовку к устному опросу и экзамену.

Самостоятельная работа в аудитории выполняется под непосредственным руководством преподавателя. Во время самостоятельной работы студенты используют электронно-библиотечные системы, доступные на портале Зональной Библиотеки ВГУ по адресу www.lib.vsu.ru. Для повышения эффективности руководства при проведении лабораторных занятий, призванных обеспечить выборочное использование лекционного материала для более глубокого изучения отдельных разделов дисциплины при решении соответствующих практических задач.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Маловичко, Ю. В. Основы микропроцессорной техники : учебное пособие / Ю. В. Маловичко. — Норильск : НГИИ, 2015. — 171 с. — ISBN 978-5-89009-635-7. — Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа : https://reader.lanbook.com/book/155906#1

2	Техника микропроцессорных систем в телекоммуникациях : учебное пособие / Н. С. Мальцева, П. С. Резников, Е. А. Барабанова [и др.]. — Астрахань : АГТУ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-89154-691-2. — Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа : https://reader.lanbook.com/book/223799#1
---	--

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Сажнев, А.М. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие / А.М. Сажнев, И.С. Тырышкин. – Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2015. – 158 с. — Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — Режим доступа : https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=458701&sr=1
2	Баховцев И. А. Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники : структуры и алгоритмы: учебное пособие. / И. А. Баховцев. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. - 219 с. - Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — Режим доступа : https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=576123
3	Сажнев, А.М. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие / А.М. Сажнев, И.С. Тырышкин. – Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2015. – 158 с. — Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — Режим доступа : https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=458701&sr=1
4	Пигарев Л. А. Микропроцессорные системы автоматического управления: учебное пособие / Л. А. Пигарев. - Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского государственного аграрного университета (СПбГАУ), 2017. - 179 с. — Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — Режим доступа : https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=480402

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

№ п/п	Ресурс
1	www.lib.vsu.ru
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online», http://biblioclub.ru
3	Электронно-библиотечная система «Лань», https://reader.lanbook.com

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	ЭУМК. Электронный университет ВГУ. - Режим доступа : https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4609

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

1. Образовательный портал Moodle (сервер Moodle ВГУ), www.lib.vsu.ru

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Программа реализуется на основе материально-технической базы Воронежского государственного университета. Для реализации учебного процесса используется:

1. помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду «Электронный университет ВГУ» (Moodle ВГУ);
2. лекционная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором;
3. компьютерный класс для проведения лабораторных работ;

4. Система на кристалле: процессорный модуль Салют-ЭЛ24ПМ2, отладочный модуль Салют-ЭЛ24ОМ1 компании Элвис (АО НПЦ «ЭЛВИС»);
5. Среда разработки MCStudio4;
6. Эмулятор JTAG-порта для отладки программ в среде MCStudio.

19. Оценочные материалы и критерии оценки текущей аттестации по курсу

Текущий контроль освоения программы осуществляется на основе результатов выполнения тестовых заданий и лабораторных работ, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий (электронный курс на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» edu.vsu.ru).

Лабораторные работы после выполнения оцениваются преподавателем, и выставляется оценка «зачтено» по лабораторной работе при условии ответа на 80% вопросов преподавателя по предметной области лабораторной работы. По итогам лабораторных работ и устного ответа студента выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено» по лабораторным работам всей дисциплины. К сдаче зачета с оценкой допускаются студенты, сдавшие 100% лабораторных работ.

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

№ п/п	Разделы курса (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Классификация микропроцессорных устройств	ПК-2	ПК-2.2	Тестовое задание 1
2	Компьютерные принципы построения микропроцессоров	ПК-2	ПК-2.2	Тестовое задание 1
3	Сигнальные процессоры	ПК-2	ПК-2.2	Тестовое задание 2 Лабораторная работа 4
4	Виды сигнальных процессоров	ПК-2	ПК-2.2	Тестовое задание 2 Лабораторная работа 4
5	Организация памяти сигнальных процессоров	ПК-2	ПК-2.2	Тестовое задание 2 Лабораторная работа 4
6	Процессоры ARM	ПК-2	ПК-2.2	Тестовое задание 3 Лабораторная работа 4
7	Системы на кристалле	ПК-2	ПК-2.2	Тестовое задание 4 Лабораторная работа 1, 2, 3, 5

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

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в течение всего обучения в рамках освоения дисциплины и заключается в выполнении студентом пяти лабораторных работ, успешного прохождения тестовых заданий (не менее 50 % правильных ответов). Тестовые задания выполняются студентами после прослушивания блока лекций (как правило, после прослушивания лекций по 1-2 темам); лабораторные работы выполняются в течение семестра, но не позже итоговой аттестации.

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ

Тестовые задания

Пример тестового задания 1

1. К какой архитектуре относится ARM Cortex-M?

- A) CISC
- B) RISC
- C) VLIW
- D) EPIC

2. Что определяет разрядность микропроцессора?

- A) Частоту тактового генератора
- B) Количество ядер
- C) Ширину шины данных и адреса
- D) Энергопотребление

3. Чем отличается гарвардская архитектура от архитектуры фон Неймана?

- A) Гарвардская архитектура использует одну шину, а фон Неймана — две
- B) В гарвардской архитектуре данные и команды хранятся отдельно
- C) В архитектуре фон Неймана отсутствует память
- D) Гарвардская архитектура используется только в компьютерах

4. Что входит в состав микропроцессора?

- A) АЛУ, регистры, память, устройства ввода
- B) Регистры, АЛУ, устройство управления
- C) Память, устройство вывода, видеокарта
- D) Таймер, порт USB, жёсткий диск

5. Какая архитектура ориентирована на минимальный набор простых команд?

- A) CISC
- B) EPIC
- C) RISC
- D) SIMD

6. Что характерно для SoC (System-on-a-Chip)?

- A) Отдельные чипы процессора и памяти
- B) Только процессор на одном кристалле
- C) Интеграция процессора, памяти и периферии на одном кристалле
- D) Использование многопроцессорной архитектуры

7. Какой из перечисленных микропроцессоров является 64-битным?

- A) Intel 8086
- B) ARM Cortex-M0
- C) AMD Ryzen 7
- D) Atmel AVR

8. Что характерно для микропроцессоров с низким энергопотреблением?

- A) Используются в серверах
- B) Часто применяются в ноутбуках и суперкомпьютерах
- C) Имеют высокую тактовую частоту
- D) Применяются в IoT и мобильных устройствах

9. В чём преимущество конвейерной обработки команд?

- A) Упрощение командной системы
- B) Параллельное выполнение нескольких командных стадий
- C) Уменьшение энергопотребления
- D) Увеличение количества регистров

10. Что характерно для архитектуры фон Неймана?

- A) Разделение памяти для данных и команд
- B) Отдельные процессоры для данных и команд
- C) Общая память и общая шина для данных и команд
- D) Использование только для DSP

Пример тестового задания 2

1. Что такое конвейерное выполнение команд в цифровом процессоре?

- A) Последовательное выполнение инструкций
- B) Параллельная работа всех узлов
- C) Разделение исполнения команды на стадии и выполнение их с перекрытием
- D) Одновременное выполнение всех инструкций

2. Для чего используется аппаратная реализация программных функций в DSP?

- A) Для уменьшения числа тактов на выполнение функции
- B) Для повышения тактовой частоты
- C) Для увеличения объема памяти
- D) Для улучшения графики

3. Какова роль специализированных устройств генерации адреса в DSP?

- A) Снижение напряжения питания
- B) Поддержка прерываний
- C) Автоматическое формирование адресов при циклической обработке данных
- D) Управление кэшем

4. Что обеспечивает использование нескольких АЛУ в процессоре DSP?

- A) Последовательную обработку данных
- B) Параллельную обработку нескольких операций
- C) Расширение адресного пространства
- D) Снижение потребления энергии

5. Какова основная функция сдвигателя в DSP?

- A) Увеличение объема памяти
- B) Генерация адреса
- C) Быстрое выполнение операций умножения и деления на степени 2
- D) Обработка прерываний

6. К какому типу архитектуры относится TMS320C6xxx от Texas Instruments?

- A) RISC
- B) VLIW
- C) CISC
- D) EPIC

7. Что такое регистровый файл в структуре DSP?

- A) Флеш-память
- B) Набор АЛУ
- C) Массив внутренних регистров общего назначения
- D) Таймер

8. Какой тип памяти в DSP используется для временного хранения данных, полученных из внешней памяти?

- A) ROM
- B) EEPROM
- C) Кэш
- D) Регистр состояния

9. Для чего используется генерация тактов ожидания при доступе к внешней памяти?

- A) Для увеличения скорости работы
- B) Для компенсации различий во времени доступа между процессором и медленной памятью
- C) Для уменьшения энергопотребления
- D) Для защиты памяти от записи

10. Какой из процессоров относится к семейству DSP компании ADI?

- A) TMS320C55X
- B) DSP56000
- C) ADSP-2100
- D) MSC810X

Пример тестового задания 3

1. Какова разрядность процессорного ядра ARM7?

- A) 8 бит
- B) 16 бит
- C) 32 бит
- D) 64 бит

2. Сколько стадий в стандартном конвейере ARM7?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5

3. Какой регистр ARM7 содержит флаги состояния и режимы процессора?

- A) R0
- B) LR
- C) PC
- D) CPSR

4. Сколько рабочих режимов имеет архитектура ARM7?

- A) 3
- B) 5
- C) 7
- D) 9

5. Какая команда используется для обработки исключительных ситуаций (прерываний)?

- A) B
- B) SWI
- C) LDR
- D) MOV

6. Что делает команда BX в наборе ARM?

- A) Выполняет арифметическую операцию
- B) Переходит по адресу и переключает режим между ARM и THUMB
- C) Загружает данные из памяти
- D) Инициализирует регистры

7. Чем отличается набор команд THUMB от ARM?

- A) Он 64-битный
- B) Использует более длинные инструкции
- C) Представляет собой 16-битные инструкции, экономящие память
- D) Используется только в режиме отладки

8. Что представляет собой модуль MAC в ARM7?

- A) Модуль управления памятью
- B) Механизм автоматического кеширования
- C) Модуль умножения и накопления
- D) Таймер прерываний

9. Какое назначение у команды EOR в ARM7?

- A) Логическое И
- B) Сложение с переносом
- C) Исключающее ИЛИ
- D) Перемещение

10. Что отличает ARM7500FE от ARM7500?

- A) ARM7500FE не имеет видеовыхода
- B) ARM7500FE интегрирует сопроцессор с плавающей точкой
- C) ARM7500FE меньше по размеру
- D) ARM7500FE поддерживает только THUMB

Пример тестового задания 4

1. Что представляет собой система на кристалле (SoC)?

- A) Отдельный микропроцессор
- B) Объединение нескольких функциональных блоков на одном чипе
- C) Операционная система
- D) Внешняя память

2. Какие компоненты могут быть включены в состав SoC?

- A) Только центральный процессор
- B) Только оперативная память
- C) Процессор, контроллеры памяти, ускорители, интерфейсы
- D) Только таймеры

3. Что такое аппаратные ускорители в SoC?

- A) Компоненты для хранения данных
- B) Устройства для увеличения частоты
- C) Специализированные блоки, ускоряющие выполнение задач (например, DSP, GPU)
- D) Модули охлаждения

4. Для чего используются контроллеры прерываний в SoC?

- A) Для управления питанием
- B) Для генерации сигналов частоты
- C) Для обработки событий от внешних и внутренних устройств
- D) Для подключения интерфейсов

5. Что такое DVFS в архитектуре SoC?

- A) Протокол передачи данных
- B) Технология управления питанием и частотой
- C) Тип внутренней памяти
- D) Метод кодирования сигналов

6. Какой интерфейс используется для последовательной синхронной передачи данных в SoC?

- A) UART
- B) SPI
- C) GPIO
- D) PWM

7. Какую роль выполняет встроенный загрузчик (bootloader) в SoC?

- A) Управляет GPIO
- B) Обеспечивает начальную инициализацию системы и загрузку ОС
- C) Контролирует сигнальные ускорители
- D) Осуществляет отладку кода

8. Что обеспечивает поддержка виртуализации в SoC?

- A) Возможность использовать несколько ОС на одном ядре
- B) Повышение частоты процессора
- C) Ускорение работы интерфейсов
- D) Увеличение объема памяти

9. Какое преимущество даёт мультиядерность в SoC?

- A) Повышенное энергопотребление
- B) Последовательное выполнение команд
- C) Параллельная обработка задач и увеличение производительности
- D) Упрощение архитектуры

10. Зачем нужны средства трассировки и отладки в SoC?

- A) Для подключения внешней памяти
- B) Для управления питанием
- C) Для анализа выполнения программ и поиска ошибок
- D) Для синхронизации сигналов

Лабораторные работы

Лабораторная работа 1. Прошивка Flash-памяти и установка BUILDROOT

Цель: Освоить процесс прошивки Flash-памяти модуля Салют-ЭЛ24Д и установить на него операционную систему, собранную с использованием инструментария Buildroot. Получить практические навыки работы с загрузчиком, конфигурацией сборки и процедурой инициализации встроенной ОС.

Лабораторная работа 2. Прошивка Flash-памяти и установка ALT Linux

Цель: Изучить процесс прошивки Flash-памяти и установки дистрибутива ALT Linux на модуль Салют-ЭЛ24Д с последующей настройкой базовой сетевой конфигурации для подключения к локальной сети через Ethernet-интерфейс.

Лабораторная работа 3. Прошивка Flash-памяти и установка ALT Linux с поддержкой сети Wi-Fi

Цель: Получить практические навыки по установке и настройке операционной системы ALT Linux на модуль Салют-ЭЛ24Д с реализацией беспроводного подключения к локальной сети через встроенный Wi-Fi-модуль.

Лабораторная работа 4. Программирование системы на кристалле с использованием MCStudio4 и MC-USB-JTAG

Цель: Овладеть методами программирования системы на кристалле Салют-ЭЛ24Д с использованием среды разработки MCStudio4 и отладочного эмулятора MC-USB-JTAG. Научиться загружать и отлаживать пользовательские программы на целевом устройстве.

Лабораторная работа 5. Программирование I2C-контроллера для взаимодействия процессора с интегральными схемами

Цель: Изучить принципы работы с интерфейсом I2C на базе микропроцессора 1892BM14Я, реализованного в модуле Салют-ЭЛ24Д. Освоить программное взаимодействие с внешними интегральными устройствами через шину I2C.

Тестовые задания оцениваются по 50-бальной шкале. Лабораторные работы оцениваются по 10-бальной шкале.

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний:

ПК-2

Задания закрытого типа

1. Архитектура MISC характеризуется

- A) небольшим числом чаще всего встречающихся команд
- B) использование групповых команд для сокращения времени выполнения последовательностей

2. Код для VLIW обладает

- A) низкой плотностью кода
- B) высокой плотностью кода
- C) в зависимости от сложности реализации алгоритма возможен вариант с высокой или с низкой плотностью кода

3. Основное предназначение gisc-процессоров

- A) упрощение набора команд для построения быстрых вычислительных машин
- B) увеличение разрядности процессоров
- C) параллельное выполнение команд

4. Сдвигатель используется для

- A) Сдвиги операндов влево
- B) Сдвиги операндов вправо
- C) Сдвиги операндов влево и вправо
- D) Сдвиги осуществляются только для регистров внешней памяти как влево, так и вправо

5. Умножитель используется для

- A) выполнении операции умножения
- B) выполнении операции накопления
- C) выполнении операции умножения и накопления

6. Что такое операция MAC?

- A) умножение с накоплением
- B) сложение с накоплением
- C) сдвиг на 1 разряд влево регистра аккумулятора
- D) сдвиг на 1 разряд вправо регистра аккумулятора

7. Что такое УГА?

- A) устройство генерации адреса
- B) устройство гибернации аппаратной части процессора

8. Для асинхронных микропроцессоров справедливо:

- A) фаза начала и конца выполнения команды строго привязана к временной оси
- B) начало выполнения следующей операции начинается сразу же после окончания выполнения предыдущей операции
- C) начало операции всегда привязано к тактовому импульсу процессора
- D) окончание операции всегда привязано к тактовому импульсу процессора

9. Для синхронных микропроцессоров справедливо:

- A) фаза начала и конца выполнения команды строго привязана к временной оси
- B) начало выполнения следующей операции начинается сразу же после окончания выполнения предыдущей операции
- C) начало операции всегда привязано к тактовому импульсу процессора
- D) окончание операции всегда привязано к тактовому импульсу процессора

10. В сигнальных процессорах умножитель (как специально реализованный модуль) используется для

- A) выполнении операции умножения
- B) выполнении операции накопления
- C) выполнении операции умножения и накопления

Задания открытого типа

1. Сколько блоков в внутренней памяти имеет процессор TigerSHARC ?

2. Сколько регистров имеется в регистровом файле Rn в процессорах с плавающей точкой TMS320C3X ?
3. Сколько уровней имеет кэш внутренней памяти для L1/L2 Memory Architecture ?
4. Сколько ядер содержит процессор DSP5665x фирмы Motorola?
5. Код для VLIW обладает плотностью кода (вставьте слово/словосочетание)

Задание с развёрнутым ответом

Развернуто опишите работу процессорного конвейера с указанием его этапов.

20.2. Промежуточная аттестация

Форма контроля – зачет с оценкой

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью собеседования по контрольно-измерительным материалам.

Оценочные средства для промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация проводится на основании итогов выполнения лабораторных работ по всем темам (100% выполненных работ), успешного прохождения тестов (не менее 50% правильных ответов).

По итогам выполнения лабораторных работ, учета прохождения тестов и устного ответа (собеседование со студентом в конце семестра по вопросам из перечня вопросов к зачету и использования контрольно-измерительных материалов) студенту выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» по дисциплине.

Для оценивания результатов обучения с помощью собеседования по контрольно-измерительным материалам используются следующие показатели : владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач определения основных информационных характеристик источников сообщений и каналов связи.

В промежуточной аттестации используется следующая шкала:

5 баллов ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач;

4 балла ставится, если обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач;

3 балла ставится, если обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач;

2 балла ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям.

При сдаче экзамена

оценка «отлично» - 5 баллов

оценка «хорошо» - 4 балла

оценка «удовлетворительно» - 3 балла

оценка «неудовлетворительно» - 2 балла.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом области микропроцессорной техники (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, применять теоретические знания для решения практических задач	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>

Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области (теоретическими основами дисциплины), способен формулировать основные понятия предметной области, но затрудняется приводить примеры, характеризующие особенности микропроцессорной техники	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Обучающийся частично владеет теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен формулировать основные понятия предметной области, но затрудняется приводить примеры построения архитектуры микропроцессорной техники, системы команд микропроцессорной техники	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, не понимает основных понятий в области микропроцессорной техники и допускает грубые в описании цифровых процессорах обработки сигналов.	-	<i>Неудовлетворительно</i>

Перечень вопросов к зачету

1. Структура микропроцессорной системы.
2. Классификация микропроцессорных устройств (по назначению, по количеству выполняемых программ, По числу БИС, по структурному признаку, по виду алгоритма работы, по характеру временной организации, по количеству одновременно выполняемых программ, по виду технологии изготовления).
3. Технологии изготовления микропроцессоров.
4. Компьютерные принципы построения микропроцессоров (архитектура фон Неймана, Гарвардская архитектура).
5. Конвейерный и суперскалярный подходы обработки данных.
6. Архитектуры системы команд (RISC, CISC, VLIW, MISC, EPIC).
7. Архитектура RISC-микропроцессоров 3-го поколения.
8. Сигнальные процессоры. Структура сигнального процессора.
9. Конвейерное выполнение команд сигнальных процессоров.
10. Аппаратная реализация программных функций сигнальных процессоров (умножитель, сдвигатели, дополнительные арифметические устройства, специализированные устройства генерации адреса, аппаратная организация циклов, использование нескольких АЛУ, регистровые файлы).
11. Параллельная работа функциональных узлов сигнальных процессоров.
12. Специальные методы адресации сигнального процессора.
13. Комбинированные и специализированные команды сигнального процессора.
14. Устройства ввода/вывода и периферии сигнального процессора.
15. Сигнальные процессоры с фиксированной и плавающей точкой.
16. Основные типы сигнальных процессоров.
17. Стандартные процессоры ЦПОС (Conventional DSP): процессоры TI (Texas Instruments), процессоры ADI (ADSP-2100), процессоры Motorola (DSP56000).
18. Улучшенные стандартные процессоры ЦПОС (Enhanced-Conventional DSP): процессоры TMS320C55X фирмы TI, процессоры DSP16xxx фирмы Lucent, процессор ADSP-2116x фирмы ADI.
19. Процессоры ЦПОС с архитектурой VLIW: процессоры TMS320C6xxx.
20. Процессор MSC810X (ядро SC140).
21. Суперскалярные процессоры.
22. Гибридные процессоры.
23. Организация памяти ЦПОС.

24. Доступ к блокам памяти. Блоки памяти сигнальных процессоров.
25. Внешняя память сигнальных процессоров.
26. Разделение на отдельные области и модули сигнальных процессоров.
27. Обращение к памяти у сигнальных процессоров.
28. Генерация тактов ожидания для медленной внешней памяти у сигнальных процессоров.
29. Кэш память сигнальных процессоров.
30. Защита содержимого памяти сигнальных процессоров.
31. ARM7. Основные характеристики ядра ARM7. ARM7500. ARM7500FE
32. Процессорное ядро ARM7. Основные характеристики ядра ARM7. Конвейер. Регистры. Регистр текущего состояния программы. Режимы обработки исключительных ситуаций.
33. Набор команд ARM7. Команды ветвления. Команды обработки данных. Команда обмена. Изменение регистров состояния.
34. Программное прерывание ARM7. Модуль MAC ARM7. Набор команд THUMB. ARM7500. ARM7500FE
35. Интеграция функциональных блоков на одном кристалле. Объединение процессорных ядер, контроллеров памяти, графических и сигнальных ускорителей, периферийных интерфейсов и систем управления питанием.
36. Аппаратные ускорители (DSP, GPU). Контроллеры прерываний и системные таймеры.
37. Поддержка виртуализации и безопасности на уровне оборудования.
38. Конфигурация интерфейсов (SPI, I2C, UART, Ethernet, PCIe).
39. Встроенные модули энергосбережения и управление частотой (DVFS).
40. Использование встроенных ОС и загрузчиков.
41. Аппаратная поддержка мультиядерности и взаимодействия между ядрами.
42. Средства трассировки и отладки.

Пример контрольно-измерительного материала

Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

Дисциплина Разработка встраиваемых систем

Курс 4

Форма обучения очное

Вид аттестации промежуточная

Вид контроля зачет с оценкой

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Технологии изготовления микропроцессоров.
2. Параллельная работа функциональных узлов сигнальных процессоров.
3. Запишите алгоритм действий по прошивке flash-памяти и установки операционной системы ALT-Linux с поддержкой сети WIFI для модуля САЛЮТ-ЭЛ24Д НПЦ «ЭЛВИС».