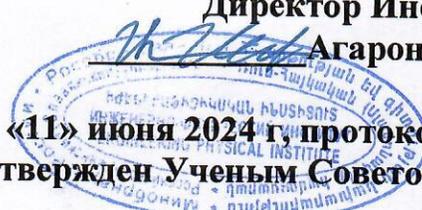


**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)
университет**

Утверждено
Директор Института
Агаронян А.К.


«11» июня 2024 г. протокол № 38
Утвержден Ученым Советом ИФИ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: **Б1.1.О.06 «Встроенные системы»**

Автор (ы) преподаватель Смбалян А. Л.
Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: **11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи**

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Рассматриваются вопросы развития и основные технические характеристики микроконтроллеров и микропроцессоров, обсуждается их влияние на области применения средств вычислительной техники и методологию программирования встроенных систем. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет). Обсуждаются модель микроконтроллера и одноплатной компьютеров, основные их характеристики и вопросы организации структуры типовых микропроцессорных систем, организация и функционирование центрального процессора, характеристика системы команд, их форматы и способы адресации операндов. Рассматриваются вопросы организации, функционирования, программирования основных периферийных модулей микро-ЭВМ: параллельные и последовательные узлы и адаптеры, контроллеры обработки прерываний, таймер/счетчики и другие аппаратные узлы. Значительное внимание уделяется протоколам последовательных интерфейсов, используемых для сопряжения с периферийными схемами и устройствами управления. Рассматриваются вопросы организации резидентных модулей памяти программ и данных, вопросы расширения данных видов памяти в этих микропроцессорных системах. Рассматриваются технология программирования встроенных систем, примеры программ для реализации типовых функций в системах, этапы разработки и отладки программ с использованием симуляторов. Большое внимание в дисциплине уделяются вопросам организации 8-, 16- и 32-битных однокристальных микроконтроллеров и микропроцессоров ведущих мировых фирм: Microchip, STMicroelectronics, Raspberry Pi Foundation и т.д. Рассматриваются доступные разработчикам аппаратные и программные средства отладки микроконтроллерных и микропроцессорных системам.

1.2. Математика, ЭВМ, основы программирование, Электроника.

1.3. Результаты освоения программы дисциплины: основными понятиями и определениями встроенных систем и программирование встроенных систем.

Код компетенции (в соответствии рабочим с учебным планом)	Наименование компетенции (в соответствии рабочим с учебным планом)	Код индикатора достижения компетенций (в соответствии рабочим с учебным планом)	Наименование индикатора достижений компетенций(в соответствии рабочим с учебным планом)
УК-1	.Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Знает методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применять системный подход для решения поставленных задач. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач.
ОПК-3	Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3	Знает основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем, принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов, принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи Умеет решать задачи обработки данных с помощью средств вычислительной техники, строить вероятностные модели для конкретных процессов, проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели. Владеет методами и навыками обеспечения информационной безопасности.
ОПК-4	Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско- технологической документации с учетом требований нормативной документации	ОПК-4.1	Знает современные интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ

		ПК -2.3	соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования
--	--	---------	---

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цель дисциплины – ознакомление студентов с основными понятиями и определениями встроенных систем и программирование встроенных систем.

Задачи:

- **Знание** основных понятий встроенных систем, их место и роль в современном мире.
- **Владение** современными технологиями и средствами проектирования встроенных систем.
- **Знание** структуры жизненного цикла встроенных систем.
- **Знание** критериев качества встроенных систем и процесса их разработки.
- **Владение** навыками организации процесса разработки встроенных систем.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах) *(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)*

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам					
		<u>III</u> сем	<u>IV</u> сем	<u>V</u> сем	<u>VI</u> сем	<u>VII</u> сем	<u>VIII</u> сем
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	216			108	108		
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	136			68	68		
1.1.1. Лекции							
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	136			68	68		
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов							

1.1.2.2. Кейсы							
1.1.2.3. Деловые игры, тренинги							
1.1.2.4. Контрольные работы							
1.1.2.5. Другое (указать)							
1.1.3. Семинары							
1.1.4. Лабораторные работы							
1.1.5. Другие виды (указать)							
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	80			40	40		
1.2.1. Подготовка к экзаменам							
1.2.2. Другие виды самостоятельной работы, в т.ч. (указать)							
1.2.2.1. Письменные домашние задания							
1.2.2.2. Курсовые работы							
1.2.2.3. Эссе и рефераты							
1.2.2.4. Другое (указать)							
1.3. Консультации							
1.4. Другие методы и формы занятий							
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	Зачет			Зачет	Зачет		

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Самостоятельная работа (ак. часов)
1	2	3	4	5	6
МОДУЛЬ 1. Принципы организации микропроцессорных средств и микроконтроллеров	56	36	-	-	20
Введение	-	-	-	-	-
<i>Раздел 1. Основные классы микропроцессорных средств .</i>	26	-	-	-	-
<i>Тема 1.1.</i> микроконтроллер и микропроцессор	8	-	-	-	-
<i>Тема 1.2.</i> Базовая структура встроенной системы	8	-	-	-	-
<i>Тема 1.3.</i> Организация периферийных устройств	10	-	-	-	-
<i>Раздел 2. Система прерываний в микроконтроллере</i>	30	-	-	-	20
<i>Тема 2.1.</i> Источники прерываний и система приоритетов.	10	-	-	-	6
<i>Тема 2.2.</i> Многофункциональность выводов.	10	-	-	-	7
<i>Тема 2.3.</i> Обработка внешних событий ОУ через систему прерываний.	10	-	-	-	7
МОДУЛЬ 2. Организация системы команд МК	80	50	-	-	30
Раздел 3. Классификация команд МК	40	-	-	-	15
<i>Тема 3.1.</i> Передача данных и конфигурация периферийных устройств.	20	-	-	-	8
<i>Тема 3.2.</i> Логическая арифметическая обработка.	20	-	-	-	7
Раздел 4. Ввод-вывод	40	-	-	-	15
<i>Тема 4.1.</i> Передача управления, управление МК.	20	-	-	-	7

<i>Тема 4.2.</i> Организация системы аналогового ввода-вывода.	20	-	-	-	8
МОДУЛЬ 3. Разработка и отладка программ в симуляторе	80	50	-	-	30
Раздел 5. Система диалоговой интерактивной отладки.	40	-	-	-	14
<i>Тема 5.1.</i> Язык встроены Си	10	-	-	-	7
<i>Тема 5.2.</i> Моделирование памяти и периферийных устройств.	30	-	-	-	7
Раздел 6. Архитектура 8,16-разрядных микроконтроллеров.	40	-	-	-	16
<i>Тема 6.1.</i> Характеристика системы команд.	15	-	-	-	5
<i>Тема 6.2.</i> Способы адресации, форматы команд и функциональный состав.	15	-	-	-	5
<i>Тема 6.3.</i> Отладка и стимуляция.	10	-	-	-	6
ИТОГО	216	136	-	-	80

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Тема 1. Принципы организации микропроцессорных средств и микроконтроллеров.

Основные классы микропроцессорных средств. Отличие микроконтроллера от микропроцессора, их эволюция и основные технические характеристики. Обсуждаются вопросы влияния областей применения средств вычислительной техники организацию МК и его модулей и методологию проектирования специализированных управляющих систем.

Тема 2. Базовая структура встроенной системы. Структура взаимодействия объекта управления (ОУ), микроконтроллера и пульта управления. Архитектура микроконтроллера. Структура базового микроконтроллера на примере PIC и одноплатный компьютера на примере Raspberry Pi. Организация и функционирование центрального процессора, шинные циклы.

Тема 3. Организация памяти в микроконтроллере. Логические сегменты памяти: память программ, данных, регистровый сегмент, внутренняя и внешняя память. Принцип физического разделения и совмещения сегментов памяти и его значимость в архитектуре микроконтроллеров. Унификация системы команд и принцип управления периферийными устройствами через систему ввода-вывода с отображением на память данных. Нарращивание памяти.

Тема 4. **Организация периферийных устройств.** Организация параллельных и последовательных портов микроконтроллера. Многофункциональность выводов. Организация таймеров, процессор событий, сторожевой таймер. Организация системы аналогового ввода-вывода в микроконтроллере.

Тема 5. **Система прерываний в микроконтроллере.** Источники прерываний и система приоритетов контроллера прерываний. Контекстное переключение при обработке прерываний. Обработка внешних событий ОУ через систему прерываний.

Тема 6. **Организация системы команд МК.** Классификация команд МК: передача данных и конфигурация периферийных устройств, логическая арифметическая обработка, ввод-вывод, передача управления, управление МК. Язык встроены Си.

Тема 7. **Типичные функции программного обеспечения встроеной системы управления.** Распределение ресурсов МК для управления ОУ. Реализация логических функций и обработка аналоговых сигналов МК. Управление технологическими параметрами в заданных пределах. Прерывания по аварийным ситуациям.

Тема 8. **Разработка и отладка программ в симуляторе.** Система диалоговой интерактивной отладки. Оконный интерфейс. Моделирование памяти и периферийных устройств. Пошаговое прохождение программы управления ОУ.

Тема 9. **Архитектура 8,16-разрядных микроконтроллеров PIC и STM.** Структура МК. Характеристика системы команд. Способы адресации, форматы команд и функциональный состав.

Тема 10. **Характеристика одноплатной компьютеров Raspberry Pi.** Структура микропроцессора. Способы применение, установка ОС. Организация периферийных узлов, ввода-вывода портов и функциональный состав.

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

1. Изучение симулятора микроконтроллера и системы команд микроконтроллера.
2. Реализация логических функций в микроконтроллере.
3. Изучение программирования и использования таймеров-счетчиков.
4. Изучение системы приоритетных прерываний.
5. Исследование режима последовательного обмена.

6. Изучение ввода-вывода с использованием АЦП и ЦАП.
7. Схема выводов Raspberry Pi.
8. Включение Raspberry Pi и вход в систему.
9. Редакторы Python программирование.
10. Запуск программы через консоль.

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Измерительные приборы и лабораторные стенды для обеспечения лабораторного практикума
- Учебные методические пособия
- Пассивные и активные управляющие элементы
- Вычислительная техника
- Проектор
- Слайдоскоп

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)		Весы результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	М1 ¹	М2	М1	М2	М1	М2			
Вид учебной работы/контроля	М1 ¹	М2	М1	М2	М1	М2			
Контрольная работа (<i>при наличии</i>)				1					
Устный опрос (<i>при наличии</i>)		1							
Тест (<i>при наличии</i>)									
Лабораторные работы (<i>при наличии</i>)									
Письменные домашние задания (<i>при наличии</i>)									
Реферат (<i>при наличии</i>)									
Эссе (<i>при наличии</i>)									
Проект (<i>при наличии</i>)									
<i>Другие формы (при наличии)</i>									
Весы результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей						1			
Весы оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей									
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей									
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке							1		

¹ Учебный Модуль

промежуточных контролей								
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								1
	$\sum = 1$							

3. Теоретический блок *(указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)*

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1 Учебная литература

- 1) Программное обеспечение встроенных вычислительных систем [Электронный ресурс] / А.О. Ключев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2009. — 212 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/40705>. — Загл. с экрана.
- 2) Аппаратные и программные средства встраиваемых систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.О. Ключев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. — 290 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/40708>. — Загл. с экрана.
- 3) Лав, Роберт. Ядро Linux: описание процесса разработки, 3-е изд. : Пер. с англ. — М. : ООО “И.Д. Вильямс”, 2013. — 496 с.
- 4) Гриффитс А. GCC. Настольная книга пользователей, программистов и системных администраторов: Пер. с англ. – К: ООО “Тид ДС”, 2004. – 624. с.

3.1.2 Электронные образовательные ресурсы

- 1) Купер М. Advanced Bash-Scripting Guide: Искусство программирования на языке сценариев командной оболочки [Электронный ресурс]. – URL: http://www.opennet.ru/docs/RUS/bash_scripting_guide/
- 2) Игнатов В. Эффективное использование GNU make [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.opennet.ru/docs/RUS/gnumake/>
- 3) Столлман Р. и др. Отладка с помощью GDB [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.opennet.ru/docs/RUS/gdb/>

4. Фонды оценочных средств *(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).*

4.1. Тема (проблема), концепция, ожидаемый результат

- **Тема:** Введение в встроенные системы (Introduction to Embedded Systems)
- **Проблема:** Разработка системы управления двигателем с использованием микроконтроллера.
- **Концепция:** Изучение архитектуры микроконтроллеров, сенсоров и интерфейсов, а также принципов построения встраиваемых систем.
- **Ожидаемый результат:** Студенты должны продемонстрировать понимание основ встроенных систем, различий между микроконтроллерами и микропроцессорами, а также уметь разработать простую систему управления.

4.2. Задания для решения кейс-задачи

- Разработать программу для микроконтроллера, которая управляет двигателем в зависимости от показаний датчика температуры.
- Использовать интерфейс SPI для взаимодействия микроконтроллера с периферийными устройствами.
- Представить решение задачи с использованием ESP32 для реализации IoT функции удаленного мониторинга состояния системы.

4.3. Вопросы по темам

1. В чем различие между микропроцессором и микроконтроллером?
2. Опишите основные интерфейсы для встроенных систем, такие как I2C, SPI, UART.
3. Как происходит взаимодействие с периферийными устройствами в встроенных системах?
4. Какие существуют архитектуры встроенных систем и каковы их особенности?
5. Какие задачи решают встроенные системы в IoT?

4.4. Комплект контрольных заданий по вариантам

- Вариант 1: Написать программу для микроконтроллера, управляющую освещением в зависимости от уровня освещенности.
- Вариант 2: Спроектировать систему с использованием LoRa для передачи данных с сенсора в условиях удаленного мониторинга.
- Вариант 3: Реализовать PID-регулятор для управления скоростью двигателя.

4.5. Темы групповых и/или индивидуальных проектов

- **Групповые проекты:**
 1. Разработка умной домашней системы с использованием микроконтроллеров (управление светом, температурой, безопасностью).
 2. Создание системы мониторинга с использованием сенсоров и передачи данных через IoT (например, мониторинг мостов).
- **Индивидуальные проекты:**
 1. Управление двигателем с обратной связью по скорости и положению.
 2. Реализация системы удаленного сбора данных с использованием LoRa и микроконтроллера ESP32.

4.6. Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы

- Построение схемы встраиваемой системы управления, включающей датчики, микроконтроллер, и исполнительные механизмы.
- Расчет пропускной способности интерфейсов (I2C, SPI) в зависимости от частоты передачи данных.
- Проектирование системы управления двигателем на основе ПИД-регулятора с расчетом временных диаграмм.

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

Во время каждого занятия преподаватель представляет материал по теме дня и вовлекает группу в обсуждение. Практичный характер курса предполагает активное вмешательство каждого студента в процессы представления и обсуждения темы. За преподавателем закреплена ответственность придерживаться тематики данного занятия и предоставлять необходимые фундаментальные знания и концепции. После завершения изучения каждой из программ будет проведена контрольная работа для закрепления навыков.