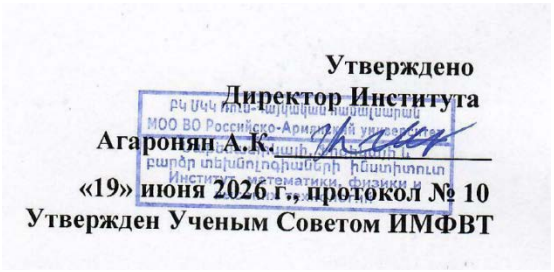
Межгосударственная организация высшего образования
«Российско-Армянский университет»



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Б1.Б.16 «Микропроцессорные системы»

Автор (ы) *:* ***Мамиконян Нарек Эдуардович***

Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: **11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»**

Наименование образовательной программы:«Микроэлектронные схемы и системы»

Согласовано:

Зав. Кафедрой Микроэлектронных схем и систем

Меликян В.Ш.



(подпись)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

Выписка из ФГОС ВО РФ по минимальным требованиям к дисциплине

В результате изучения данной дисциплины студент должен:

- ***знать:*** архитектуру и функциональные характеристики современных типов микропроцессоров и микроконтроллеров;
- ***уметь:*** разрабатывать вычислительные и управляющие устройства общего назначения, алгоритмы и программы для микроконтроллеров и выполнять их настройку и отладку.
- ***владеть:*** навыками работы с современными средствами программного и аппаратного обеспечения микропроцессорных и микроконтроллерных систем.

1.2.Трудоемкость: 4 зе., 144ч.- 32ч. лек., 16 ч. лаб., 60ч. СР, 36ч. экзамен;

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления).

Курс «Микропроцессорные системы» тесно взаимосвязан с такими дисциплинами специальности «Конструирование и технология электронных средств», как «Схемо- и системотехника электронных средств», «Проектирование аналоговых интегральных схем», «Проектирование радиочастотных схем», «Тестирование интегральных схем».

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

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)*
ОПК-2	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1.	Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации
		ОПК-2.2	Умеет выбирать способы и

			средства измерений и проводить экспериментальные исследования
		ОПК-2.3	Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений
ПК-3	Способен синтезовать логические схемы в базисе выбранной технологической библиотеки на основе заданных временных и физических ограничений с использованием средств автоматизированного проектирования	ПК-3.1	Знает разработку набора ограничений на процесс синтеза
		ПК-3.2	Умеет разработать и встраивать средства для самотестирования и кристального тестирования
		ПК-3.3	Владеет моделированием полученного списка цепей цифровой части СнК

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение теоретических знаний и практических навыков в следующих направлениях:

архитектура современных микропроцессоров и микроконтроллеров;

программирование микропроцессоров и микроконтроллеров.

Освоение методик, программных и инструментальных средств работы с микропроцессорными (микроконтроллерными) системами для систем управления и контроля.

Задача курса – научить будущих бакалавров применять микропроцессоры (микроконтроллеры)в сфере профессиональной деятельности для эффективного управления технологическими процессами (измерение и контроль температуры, давления, влажности и

т.п.), объектами энергетических систем (ШИМ и ФИМ управления двигателями), объектами бытовой техники.

В результате студент должен

знать:

- принципы построения МП, архитектуру современных МП, базовые схемы;
- современные микропроцессоры и микроконтроллеры, методы их конструирования;
- типовые микропроцессорные системы на основе микроконтроллеров Atmel;
- микропроцессорные системы с датчиками;
- методы и способы разработки программного обеспечения для встроенных систем;
- принципы функционирования микропроцессорных средств управления.

уметь:

- разработать блок-схему и принципиальную схему микропроцессорного стройства;
- составить алгоритм и написать программу работы микропроцессорного контроллера;
- разрабатывать программное обеспечение встроенных систем;
- применять на практике современные аппаратные и программные средства управления проектом.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и кредитах).

Виды учебной работы	**Всего, в акад. часах**
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	**144/4кред.**
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**48**
1.1.1. Лекции	**32**
1.1.2. Лабораторные работы	**16**
1.2. Самостоятельная работа, в т.ч.:	**60**
Итоговый контроль Экзамен	**36**

2.3. Содержание дисциплины

2.1.1. Тематический план и трудаемкость аыдиторных занятий (модуль, разделы дисциплины и виды занятий) по учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Лаб. занятия (ак. часов)
1	**2**	**3**	**4**
Модуль 1.			
Введение. Организация микропроцессорных систем	**1**	**1**	
Раздел 1. Однокристальные микроконтроллеры семейства ATMEL. Инструментальные и программные средства МК-системы			
Тема 1.1. Архитектура однокристальных микроконтроллеров семейства MEGAATMEL.	**1**	**1**	
Тема 1.2. Программные и инструментальные средства МК-системы (AVRStudio 4, AtmelStudio 7.0, Arduino, STK500).	**6**	**2**	**1**
Раздел 2. Тактирование, режимы пониженного энергопотребления			
Тема 2.1. Тактирование с внешними или встроенным генераторами	**3**	**1**	**1**
Тема 2.2. Режимы пониженного энергопотребления. Сброс	**6**	**2**	**1**
Раздел 3. Организация памяти МК-системы,выполнение программы			
Тема 3.1. Память программ (Flash-ROM), память данных (SRAM), STACK.	**4**	**2**	
Тема 3.2. Энергонезависимая память данных (EEPROM). Обращение к (запись/чтение)/	**6**	**2**	**1**
Тема 3.3. Счетчик команд. Система команд. Классификация, описание.	**2**	**2**	
Раздел 4. Подсистема прерываний			
Тема 4.1. Функция внешнего прерывания INT. Приоритеты, разрешение, флаги прерываний. Конфигурационные регистры прерываний.	**3**	**2**	**1**
Тема 4.2. Прерывания от встроенных таймеров/счетчиков и периферийных устройств.	**4**	**2**	**-**
Раздел 5. Порты ввода-вывода			

Тема 5.1. Цифровые входы\выходы (порты) МК.	**4**	**2**	**2**
Тема 5.2. Аналоговые входыМК.	**4**	**2**	**2**
Раздел 6. Интерфейс МК-системы			
Тема 6.1. Параллельный интерфейс МК-системы. Порты ввода\вывода.Дополнительные функции портов в\в. . Конфигурирование портов. Прием/передача информации через параллельный интерфейс МК>	**3**	**2**	**1**
Тема 6.2. Последовательный интерфейс МК-системы (USART, SPI, TWI).	**4**	**2**	**2**
Раздел 7. Таймеры/счетчики микроконтроллеров ATMEL			
Тема 7.1. Конфигурационные регистры таймеров/счетчиков. Тактирование таймеров/счетчиков.	**4**	**2**	**2**
Тема 7.2. Режимы работы. Программирование таймеров. Примеры программирования таймеров.	**3**	**2**	**1**
Раздел 8. Обработка аналоговых сигналов			
Тема 8.1. Встроенный аналоговый компаратор. Особенности программирования АС.	**4**	**2**	
Тема 8.2. Встроенный аналого-цифровой преобразователь. Обработка аналоговых сигналов. Режимы программирования ADC	**3**	**2**	**1**
ИТОГО	**48**	**32**	**16**

2..3.2. **Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана**

Введение. **Организация микропроцессорных систем**

Обобщенная структура микропроцессора. Магистрально-модульный принцип построения МП-системы. Структура типовой МП-системы. Информационная, электрическая и конструктивная совместимость. Классификация МП-средств и их основные параметры.

Раздел 1. Однокристальные микроконтроллеры семейства ATMEL. Инструментальные и программные средства МК-системы.

Тема 1.1. Архитектура однокристальных MEGA микроконтроллеров.

Структура однокристального микропроцессора МП. Обработка данных в МП. Машинный цикл. Понятие регистровой модели МП. Сравнительный анализ МП CISC и RISC архитектуры. Микропроцессоры и микроконтроллеры общего назначения и системы на их основе. Классификация команд микропроцессоров: передачи данных, логической и арифметической обработки, ввода-вывода, передачи управления. Режимы адресации и их

символическое представление при использовании языка ассемблера. Понятие вектора состояния и вектора прерывания микропроцессора.

Тема 1.2. Программные и инструментальные средства МК-системы.

Интегрированная среда разрзботки Atmel Sdudio 7.0. Стартовый набор STK500.

Раздел 2. Тактирование, режимы пониженного энергопотребления

Тема 2.1. Тактирование с внешними или встроенным генератором.

В микроконтроллерах семейства Mega могут использоваться самые различные источники тактового сигнала: встроенный кварцевый генератор с подключаемым внешним резонатором, простейший *RC*-генератор – как внутренний (калибруемый), так и с внешней *RC*-цепочкой, внешний сигнал синхронизации.

Тема 2.2. Режимы пониженного энергопотребления. Сброс.

Все микроконтроллеры семейства Mega имеют несколько (до 6) режимов пониженного энергопотребления, так называемые «спящие» режимы. Каждый из этих режимов позволяет сократить энергопотребление микроконтроллера в периоды его бездействия. Вход в любой из этих режимов выполняется по команде SLEEP. При выходе микроконтроллера из «спящего» режима производится его реинициализация (сброс).

Раздел 3. Организация памяти МК-системы. Выполнение программы

Тема 3.1. Память программ (Flash-ROM), память данных (RAM, STACK, EEPROM).

Организация памяти. Резидентная Память программ (Flash-ROM) предназначена для хранения команд, управляющих функционированием микроконтроллера. Память программ также часто используется для хранения таблиц констант, не меняющихся во время работы программы. Адресация памяти программ.

Память данных образуют все регистры (GPR и SFR) микроконтроллера и внутреннее статическое ОЗУ (RAM) предназначена для хранения переменных программ. Способы адресация памяти данных. Назначение и операции со STACK-ом.

Тема 3.2. Энергонезависимая память данных (EEPROM).

Назначение энергонезависимая память данных. Процедуры записи и чтения EEPROM.

Тема 3.3. Система команд. Счетчик команд.

Классификация команд микропроцессоров. Операнды. Типы команд. Назначение счетчика команд. Состояние счетчика команд при выполнении команд переходов и прерываний. Функционирование конвейера.

Раздел 4. Подсистема прерываний

Тема 4.1. Функция внешнего прерывания INT. Приоритеты, разрешение, флаги прерываний.

Конфигурационные регистры прерываний.

Прерывания. Философия аппаратных прерываний микропроцессорных устройств. Основной и альтернативный вектор прерывания микроконтроллера. Функции внешнего прерывания INT. Конфигурационные регистры прерываний. Приоритеты, разрешение, флаги прерываний. Структура программы на языке С при использовании аппаратных прерываний микроконтроллера. Процедуры обработки прерываний. Прерывания, как основополагающий механизм при реализации событийно-ориентированного программирования. Согласование обработки нескольких единовременных прерываний. Пример программы работы с прерываниями.

Тема 4.2. Прерывания встроенных периферийных устройств.

Раздел 5. Порты ввода-вывода

Тема 5.1. Цифровые входы/выходы (порты) МК

Назначение цифровых входов\выходов. Отличительные особенности портов микроконт-роллеров семейства Mega AVR. Основные регистры для работы с портами ввода\вывода. Конфигурирование портов МК.

Тема 5.2. Аналоговые входы МК.

Альтернативные функции портов МК. Особенности конфигурирования портов МК в качестве аналоговых входов (для ADC).

Раздел 6. Интерфейс МК-системы

Тема 6.1. Параллельный интерфейс МК-системы.

Обмен данными с внешними устройствами (ВУ) в параллельном формате выполняется по протоколам, которые зависят от многих факторов - характеристик контроллеров внешних устройств, ширины интерфейса, типа обмена (однонаправленный, двунаправленный), применяемых алгоритмов обмена (синхронный, асинхронный, с квитированием, по прерыванию, по выделенной или общей шине данных, байтовый, блочный, с контролем по четности, с общей контрольной суммой и др.).

Типовым примером взаимодействия микроконтроллера с внешними устройствами по параллельному интерфейсу является обмен данными со стандартными устройствами ввода/вывода - матричной клавиатурой и дисплеем.

Тема 6.2. Последовательны йинтерфейс МК-системы

Модуль USART (Universal Synchronousand Asynchronousserial Receiverand Transmitter). Его назначение. Структурная схема модуля. Приемник модуля UART. Передатчик модуля UART. Генератор скорости обмена. Основные регистры. Режимы работы. Примеры программ с модулем USART.

Модуль SPI (SerialPeripheralInterface) - 4-х проводный последовательный интерфейс. НазначениеSP: обмен данными между двумя микроконтроллерами, между микроконтрол-

лером и различными периферийными устройствами - интеллектуальными датчиками (температуры, расхода, перемещения и др.), через интерфейс SPI может быть осуществлено также программирование микроконтроллера (т.н. режим последовательного программирования). Примеры программ с модулем SPI.

Модуль TWI (Two_wire Serial Interface) –двухпроводный, последовательный интерфейс позволяющий объединить вместе до 128 различных устройств. Структура модуля. Принципы обмена данными по шине TWI. Форматы адресного пакета, пакета данных. Примеры программ с модулем TWI.

Раздел 7. Таймеры/счетчики микроконтроллеров ATMEL

Тема7.1. Таймеры/счетчики микроконтроллеров ATMEL

Встроенные программные таймеры/счетчики. Принцип работы таймера. Применение таймеров. Структурные схемы Т/С. Схемы тактирования и синхронизации Т/С.

Тема7.2. Режимы работы: таймер, синхронный счетчик, асинхронный счетчик, ШИМ, стробирование по управляющему входу, часы реального времени. Примеры программы работы с Т/С.

Раздел 8. Обработка аналоговых сигналов

Тема 8.1. Встроенный аналоговый компаратор (АК).

Конфигурирование АК. Функции АК. Пример программы работы с АК микроконтроллера

Тема 8.2. Встроенный аналого-цифровой преобразователь (АЦП).

Конфигурирование АЦП: режим работы, время выборки и преобразования сигнала, формат представления данных. Пример программы работы с АЦП микроконтроллера.

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория обеспечена компьютерами, в которых инсталлирован программно-синтезирующий пакет ISEDesign фирмы Xilinx, оборудована FPGA бордами фирмы Xilinx, со встроенными FPGA семейства Spartan-6, и необходимой учебно-методической литературой.

2.4.Распределение весов по модулям и формам контроля

	Вес формы текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля			Вес формы промежуточного контроля и результирующей оценки текущего контроля в итоговой оценке промежуточного контроля			Вес итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточного контроля	Вес оценки результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
Вид учебной работы/контроля	**М1**	**М2**	**М3**	**М1**	**М2**	**М3**		
Контрольная работа			1			1		
Лабораторные работы								
Устный опрос								
Вес результирующей оценки текущего контроля 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 промежуточных контролей								
Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей т.д.							1	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.5
Экзамен(оценка итогового контроля)								0.5
			∑ = 1			**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

3. Теоретический блок

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1.Учебники

1. Steven F. Barrett, Daniel Pack. Atmel AVR Microcontroller Primer: Programming and Interfacing (Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems). Morgan & Claypool. 2008. – 180p.

2. Joe Pardue. C Programming for Microcontrollers. Published by Smiley Micros. 2005. - 300p.

3. Mazidi, Muhammad Ali. The AVR microcontroller and embedded systems: using Assembly and C. 2011, Pearson Education., 781 p.

4. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя. - М.: Изд. дом «Додэка-XXI», 2008. - 592 с.

5. Ревич Ю. В. Практическое программирование микроконтроллеров AtmelAVR на языке ассемблера. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 384 с: ил. — (Аппаратные средства).

6. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров/Сост.Ю.А. Шпак – К.: «МК-Пресс»,2006. – 400 с.

7. Трамперт В. AVR-RISC микроконтроллеры: Пер. с нем. — К.: "МК-Пресс", 2006 -464 с.

8. Ծիրինյան Պ.Հ. Միկրոկոնտրոլերներ: Ճարտարապետությունը, ծրագրավորումը և կիրառությունները: Դասագիրք/Պ.Հ. Ծիրինյան, ՀՊՃՀ -Եր.: Ճարտարագետ, 2013. –376 էջ:

9. Միկրոկոնտրոլերներ: Ուսումնական ձեռնարկ / Պ.Հ. Ծիրինյան, Հ.Մ. Դավթյան: ՀԱՊՀ.- Եր.: Ճարտարագետ, 2015. – 300 էջ:

3.1.2. Учебные пособия

1. Хартов, В. Я. Микропроцессорные системы [Текст]: учеб. пособие для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника", специальности "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети" / В. Я. Хартов. – М. : Академия , 2010. – 350 с.

2. Միկրոկոնտրոլերներ: Ուսումնական ձեռնարկ / Պ.Հ. Ծիրինյան, Հ.Մ. Դավթյան: ՀԱՊՀ -Եր.: Ճարտարագետ, 2015. – 300 էջ:

3. Райхлин В.А., Борисов А.Н.. Основы организации микропроцессорных систем. Учебное пособие для вузов. – Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2007.

3.1.3. Электронные материалы

1.Презентации лекций (PPT, PDF) по курсу «Микропроцессорные системы».

2. Электронные версии учебников и пособий по микроконтроллерам.

4. Практический блок

4.1. Перечень лабораторных работ.

Лаб.1. Изучение интегрированной среды разработки для МК AVRAtmelStudio 7.0

Лаб.2. Ознакомление с лабораторным стендом MCSTK500

Лаб.3. Обмен информацией между Flash-ROM, SRAM и EEPROM

Лаб.4. Внешние прерывания: Проверка приоритетов обработки внешних прерываний

Лаб.5. Внешние прерывания: Программный подсчет числа внешних событий

Лаб.6. Чтение состояния кнопок и управление светодиодами

Лаб.7. Программная реализация цифроаналогового преобразования (DDS-генераторы)

Лаб.8. Управление одноразрядными индикаторами (LED, LCD)

Лаб.9. Управление многоразрядным LED дисплеем

Лаб.10. Управление многоразрядным LCD дисплеем

Лаб.11. Обмен информацией через SPI интерфейс

Лаб.12. Работа таймеров в режиме NORMAL. Подсчет внешних событий (режим CAPTUR)

Лаб.13. Работа таймеров в режиме CTC: Управляемые генераторы прямоугольных импульсов

Лаб.14. Работа таймеров в режиме FAST PWM: Управление яркостью светодиодов

Лаб.15. Работа таймеров в режимах Correct Phase PWM: Управление скоростью вращения DC двигателей

Лаб.16. Работа встроенного аналогового компаратора

Лаб.17. Работа встроенного аналогоцифрового преобразователя

5. Материалы по оценке и контролю знаний

5.1. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

Раздел 1.

1. Однокристальные микропроцессорные системы (микроконтроллеры). Их особенности.
2. Интегрированная среда разработки Atmel Sdudio 7.0. Стартовый набор STK500.
3. Организация памяти.
4. Тактирование МК-системы.
5. Классификация команд МК.
6. Функционирование EEPROM.

Раздел 2.

1. Функции внешнего прерывания INT. Конфигурационные регистры прерываний.
2. Приоритеты, разрешение, флаги прерываний.
3. Программирование внешних прерываний.

Раздел 3.

1. Параллельный порт.
2. Последовательный интерфейс SPI.
3. Последовательный интерфейсTWI (I^2C).
4. Последовательный интерфейс UART/USART.

Раздел 4.

1. Встроенные программные таймеры/счетчики. Принцип работы таймеров.
2. Режимы работы таймеров.
3. Примеры программирование таймеров.

Раздел 5.

1. Аналоговый компаратор.
2. Программирование аналогового компаратора.
3. Аналого-цифровой преобразователь. Работа с несколькими аналоговыми каналами.
4. Пример программы работы с АЦП микроконтроллера.

5.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Принципы организации МК-системы.
2. Карта памяти, критерии, способы и примеры распределения адресного пространства.
3. Классификация системы команд. Формат программы на Ассемблере.
4. Регистры общего назначения (GPR). Регистровый файл.
5. Подсистема прерываний. Приоритеты прерываний.
6. Организация и управление внешними прерываниями.
7. Форматы представления данных, способов адресации операндов.
8. Способы обмена информацией в микропроцессорной системе.
9. Параллельный интерфейс МК-системы.
10. Программно-управляемый ввод-вывод информации.
11. Вввод-вывод информации по прерыванию.
12. Обращение к памяти программ (Flash-ROM).
13. Обращение к памяти данных (SRAM).
14. Обращение к энергонезависимой памяти данных (EEPROM). Особенности записи и чтения.
15. Организация внешних прерываний.
16. Функционирование встроенного аналогового компаратора.
17. Функционирование встроенного аналого-цифрового преобразователя.
18. 8-и разрядные таймеры/счетчики. Основные режимы работы.
19. 16-и разрядные таймеры/счетчики. Основные режимы работы.
20. Программная организация ШИМ-генераторов.
21. Аппаратная организация ШИМ-генераторов (таймерами).

22. Последовательный интерфейс МК-системы. UART/USART.
23. Последовательный интерфейс МК-системы. SPI.
24. Последовательный интерфейс МК-системы. TWI.

5.3. Образцы экзаменационных билетов

БИЛЕТ 1

1. Особенности обращение к памяти программ (Flash-ROM).
2. Вввод-вывод информации по внешнему прерыванию.
3. 16-и разрядный таймер/счетчик в режиме захвата для подсчета внешних событий.
4. Привести программу передачи нескольких байтов по интерфейсу SPI.

БИЛЕТ 2

1. Конфигурирование параллельных портов МК-системы.
2. Организация прерываний от встроенных таймеров/счетчиков.
3. Функционирование встроенного аналого-цифрового преобразователя.
4. Привести программу записи/чтения EEPROM.