

ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ

Составлен в соответствии с
государственными требованиями к
минимуму содержания и уровню
подготовки выпускников по
направлению Электроника и
нанoeлектроника и Положением «Об
УМКД РАУ».

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИФИ Саркисян А.А.



21.07.2023г.

Институт: Инженерно-физический

Кафедра: Микроэлектронные схемы и системы

Автор: К.т.н, Каплянн Тарон Кароевич

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Дисциплина: ФТД.В.01 «Проектирование микропроцессорных систем»

Направление: 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Основная образовательная программа магистратуры:
«Микроэлектронные схемы и системы»

ЕРЕВАН

Структура и содержание УМКД

1. Аннотация

1.1. Выписка из ФГОС ВО РФ по минимальным требованиям к дисциплине

В результате изучения дисциплины «Проектирование микропроцессорных систем» обучающийся должен:

- **знать:** основы микропроцессорных систем;
- **уметь:** анализировать структуры, архитектуры и программное обеспечение микропроцессорных систем;
- **владеть:** навыками проектирования современных микропроцессорных систем.

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

Дисциплина «Проектирование микропроцессорных систем» тесно взаимосвязан с такими дисциплинами учебного плана, как «Проектирование микроэлектронных средств с низким энергопотреблением», «Встроенные системы».

1.3. Требования к исходным уровням знаний, умений и навыков студентов для прохождения дисциплины (что должен знать, уметь и владеть студент для прохождения данной дисциплины)

Для прохождения данной дисциплины студент должен

- **знать:** основы алгебры логики, основы программирования на языке С, схемотехнику аналоговых и цифровых устройств;
- **уметь:** анализировать и моделировать простейшие электронные схемы, составлять алгоритмы управления электронными устройствами;
- **владеть:** навыками информационных технологий и проектирования электронных устройств.

1.4. Предварительное условие для прохождения дисциплин, изучение которых является необходимой базой для освоения данной дисциплины.

Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин: информатика (основы программирования на языке С), логическое проектирование электронных средств, проектирование цифровых интегральных, микропроцессорные системы.

2. Содержание

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;

принципы построения и современные методы проектирования микропроцессорных и микроконтроллерных систем;

освоение методик и инструментальных средств проектирования микропроцессорных (микроконтроллерных) систем для систем управления.

Задача курса – научить будущих магистрантов 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, а также развить способности самостоятельного решения задач интегрирования прикладных проектов в систему управления.

В результате студент должен

знать:

- принципы построения МПС, архитектуру современных МПС, 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 устройства;
- составить алгоритм и написать программу работы микропроцессорного контроллера.
- проектировать программное обеспечение встроенных и персональных вычислительных систем;
- применять на практике современные аппаратные и программные средства управления проектом;
- проектировать микропроцессорные системы управления и сбора данных.

2. 2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины (какие компетенции (знания, умения и навыки) должны быть сформированы у студента после прохождения данной дисциплины)

В результате освоения данной дисциплины у студента должны быть сформированы следующие компетенции:

универсальные компетенции (УК):

- способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6)

общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач (ОПК-3)
- способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач (ОПК-4)

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

2. 3. 1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	36/1кред.
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	
1.1.1. Лекции	18
1.2. Самостоятельная работа, в т.ч.:	18
Итоговый контроль Зачет	

2.3.2. Распределение объема дисциплины по темам и видам учебной работы

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Самостоятельные занятия (ак. часов)
1	2	3	5
Введение. Организация микропроцессорных систем		1	
Модуль 1. Однокристальные микроконтроллеры семейства ATME1. Инструментальные и программные средства МК-системы.			
Раздел 1. Архитектура однокристальных микроконтроллеров семейства ATME1			
Тема 1.1. Архитектура однокристальных микроконтроллеров семейства MEGA ATME1.		1	1
Тема 1.2. Программные и инструментальные средства МК-системы.		1	2
Раздел 2. Тактирование, режимы пониженного энергопотребления			
Тема 2.1. Тактирование с внешними или встроенным генератором		1	
Тема 2.2. Режимы пониженного энергопотребления. Сброс			2
Раздел 3. Организация памяти МК-системы выполнение программы			
Тема 3.1. Память программ (Flash-ROM), память данных (SRAM), STACK.		1	
Тема 3.2. Энергонезависимая память данных (EEPROM).		1	
Тема 3.3. Прямой доступ к памяти			2
Тема 3.4. Счетчик команд. Система команд.			2
Модуль 2. Подсистема ввода-вывода информации в МК-системе			
Раздел 1. Порты ввода-вывода			
Тема 1.1. Цифровые входы\выходы (порты) МК		2	1
Тема 1.2. Аналоговые входы МК		1	
Раздел 2. Интерфейс МК-системы			
Тема 2.1. Параллельный интерфейс МК-системы		2	1

Тема 2.2. Последовательный интерфейс МК-системы (USART, SPI, TWI)		1	1
Тема 2.3. Таймеры/счетчики микроконтроллеров ATME1		2	2
Раздел 3. Обработка аналоговых сигналов			
Тема 3.1. Встроенный аналоговый компаратор		1	
Тема 3.2. Встроенный аналого-цифровой преобразователь		1	1
Модуль 3. Основы проектирования МК-систем			
Тема 3.1. Последовательность проектирования МК-системы		1	1
Тема 3.2. Разработка программного обеспечения и отладка прикладной программы МК-системы.		1	2
ИТОГО	36	18	18

2.3.3 Содержание разделов и тем дисциплины

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.

Модуль 1. Однокристалльные микроконтроллеры семейства ATME1.

Инструментальные и программные средства МК-системы.

Раздел 1. Архитектура однокристалльных микроконтроллеров семейства ATME1

Тема 1.1. Архитектура однокристалльных MEGA микроконтроллеров.

Структура однокристалльного 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 разработки Atmel Studio 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 ре инициализация (сброс).

Раздел 3. Организация памяти МК-системы. Выполнение программы

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

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. Прямой доступ к памяти.

Ввод-вывод с прямым доступом к памяти. Механизм ПДП. Программируемый контроллер ПДП. Структура контроллера. Функционирование.

Тема 3.4. Система команд. Счетчик команд.

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

Модуль 2. Подсистема ввода-вывода информации в МК-системе

Раздел 1. Порты ввода-вывода

Тема 1.1. Цифровые входы/выходы (порты) МК

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

Тема 1.2. Аналоговые входы МК.

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

Раздел 2. Интерфейс МК-системы

Тема 2.1. 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 2.2. Последовательный интерфейс 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 (Serial Peripheral Interface) - 4-х проводный последовательный интерфейс. Назначение SP: обмен данными между двумя микроконтроллерами, между микроконтроллером 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_wireSerialInterface) - 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,

Тема 2.3. Таймеры/счетчики микроконтроллеров ATME1

Встроенные программные таймеры/счетчики. Принцип работы таймера. Применение таймеров. Структурные схемы Т/С. Схемы тактирования и синхронизации Т/С. Режимы работы: таймер, синхронный счетчик, асинхронный счетчик, ШИМ, стробирование по управляющему входу, часы реального времени. Примеры программы работы с Т/С.

Раздел 3. Обработка аналоговых сигналов

Тема 3.1. Встроенный аналоговый компаратор (АК).

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

Тема 3.2. Встроенный аналого-цифровой преобразователь (АЦП).

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

Модуль 3. Основы проектирования МК-систем

Тема 3.1. Последовательность проектирования МК-систем

Проектирование аппаратных средств МК-системы: разработка функциональной и электрической схемы МК-системы, пульта управления.

Тема 3.2. Разработка программного обеспечения и отладка прикладной программы МК-системы.

Разработка алгоритма функционирования МК-системы, прикладной программы (на языке Assembler или C). Отладка прикладной программы в Atmel Studio 7.0 и на стартовом STK500.

2.5.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
	М1	М2	М3	М1	М2	М3		
Вид учебной работы/контроля								
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								0.4
Зачет(оценка итогового контроля)								0.6
			$\Sigma = 1$			$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

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 Atmel AVR на языке ассемблера. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 384 с: ил. — (Аппаратные средства).

6. Программирование на языке C 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. ՇիրինյանՊ.Հ. Միկրոկոնտրոլլերներ: Ճարտարապետությունը, ծրագրավորումը և կիրառությունները: Դասագիրք/Պ.Հ.Շիրինյան, ՀՊԾՀ.-Եր.:Ճարտարագետ, 2013.–376 էջ:

9. Միկրոկոնտրոլլերներ: Ուսումնական ձեռնարկ / Պ.Հ. Շիրինյան, Հ.Ս. Դավթյան: ՀԱՊՀ.-Եր.: Ճարտարագետ, 2015. – 300 էջ:

10. Хартов В.Я. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 240 с: ил.

11. Медведев, М. Ю. Программирование промышленных контроллеров [Текст]: учеб. пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"/ М. Ю. Медведев, В. Х. Пшихопов. –СПб. [и др.] : Лань, 2011. –287 с.

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. Միկրոկոնտրոլլերներ: Ուսումնական ձեռնարկ / Պ.Հ. Շիրինյան, Հ.Ս. 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. Էլեկտրոնայե մատերիալե

- 1.Քրեզենտացիոն (PPT, PDF) թո կուրսոյ «Քրոեկտիրոան ՄԿ-սիստեմ».

4. Քրակտիկեսկիյ բլոկ

4.1. Մատերիալե թո Քրակտիկեսկոյ Քաստի կուրսոյ

4.1.1.Սժեբնո-մեթոդիկեսկե թոսոբիա

1. Միկրոկոնտրոլերներ: Լաբորատոր պրակտիկոն: Ուսումնական ձեռնարկ / Պ.Հ.Ծիրիկյան, Հ.Ս. Դավթյան: ՀԱՊՀ.-Եր.: Ճարտարագետ, 2015. – 300 էջ:
2. Միկրոկոնտրոլերների SPI ինտերֆեյսով տեղեկատվոյան փոխանակման կազմակերպումը: Լաբորատոր աշխատանքների կատարման մեթոդական ցուցումներ/ Կազմ.Պ.Հ. Ծիրիկյան, Հ.Ս. Ծիրիկյան: ՀԱՊՀ.-Եր.: Ճարտարագետ, 2016. – 104էջ:

5. Մատերիալե թո օրենկե և կոնտրոլոյ ճնայե

5.1. Վոքոսե և ճադանիա ճլյա սամոստոյադելնոյ Քաստեյ ճլյոնտոն

Մոդուլ 1.

1. Օդնոկրիստալնե միկրոթոեցոսորնե սիստեմե (միկրոկոնտրոլերե). Իր օսոբեննոստե.
2. Ինտեգրիրոաննա Քաստե ճլյոնտոնի Atmel Sstudio 7.0. Տարտոյ ճադ STK500.
3. Օրգանիզացիա թադանի.
4. Տակտիրոաննա ՄԿ-սիստեմե.
5. Կլասսիֆիկացիա կոմանդ ՄԿ.
6. Օբմեն թո թրադոմոյ ճոստոյ թադանի.
7. Փունկցիոնիրոաննա EEPROM.

Մոդուլ 2.

1. Քարալլելնոյ թորտ.
2. Քոսլեդօվադելնոյ ինտերֆեյս SPI.
3. Քոսլեդօվադելնոյ ինտերֆեյս TWI (I²C).
4. Քոսլեդօվադելնոյ ինտերֆեյս UART/USART.
5. Անալոգո-ճիֆրօվոյ թրեօբրազօվադել.
6. Կոմթարատոր.

Մոդուլ 3.

1. Ինստրումենտալնե Քաստե ճլյոնտոնի ճլյոնտոնի STK500.
2. Քրոգրադմնե Քաստե ճլյոնտոնի թրոգրադմնոյ օբեսթեչենիա. Atmel Studio IDE, Proteus.

5.2. Перечень вопросов для зачета

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. Обращение к памяти программ (Flash-ROM).
12. Обращение к памяти данных (SRAM).
13. Обращение к энергонезависимой памяти данных (EEPROM). Особенности записи и чтения.
14. Прямой доступ к памяти.
15. Организация внешних прерываний.
16. Организация сопряжения МК-системы с клавиатурой.
17. Организация сопряжения МК-системы с LED дисплеем.
18. Организация сопряжения МК-системы с LCD дисплеем.
19. Функционирование встроенного аналогового компаратора.
20. Функционирование встроенного аналого-цифрового преобразователя.
21. 8-и разрядные таймеры/счетчики. Основные режимы работы.
22. 16-и разрядные таймеры/счетчики. Основные режимы работы.
23. Программная организация ШИМ-генераторов.
24. Аппаратная организация ШИМ-генераторов (таймерами).
25. Последовательный интерфейс МК-системы. UART/USART.
26. Последовательный интерфейс МК-системы. SPI.
27. Последовательный интерфейс МК-системы. TWI.