



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВПО «ИГУ»  
Кафедра общей и космической физики



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Код дисциплины Б3.В.ДВ.11.2

Наименование дисциплины (модуля) Основы проектирования микроконтроллерных устройств

Рекомендуется для направления (ий) подготовки специальности (ей)  
**011200.62 – физика, профиль «Солнечно-земная физика»**

*(указываются коды и наименования направления (ий) подготовки (специальности (ей))*

Степень (квалификация) выпускника бакалавр

Согласовано с УМК факультета (института)

Протокол № 30 от «12» 12 2013 г.  
Председатель [Signature]

Рекомендовано кафедрой:

общей и космической физики

Протокол № 3  
От «15» 11 2013 г.

Зав.кафедрой профессор д.ф.-м.н. В.Л. Паперный

[Signature]

Иркутск 2013 г.

## Содержание

<b>1. Цели и задачи дисциплины (модуля)</b> .....	3
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП</b> .....	3
<b>3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)</b> .....	3
<b>4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы</b> .....	4
<b>5. Содержание дисциплины (модуля)</b> .....	4
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля).....	4
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.....	7
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий.....	7
<b>6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ</b> .....	7
<b>7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)</b> .....	8
<b>8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)</b> .....	8
а) <i>основная литература</i> .....	8
б) <i>дополнительная литература</i> .....	8
в) <i>программное обеспечение</i> .....	8
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i> .....	8
<b>9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)</b> .....	8
<b>10. Образовательные технологии</b> .....	8
<b>11. Оценочные средства (ОС)</b> .....	9

## 1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Основная *цель* курса – знакомство с технологией создания систем управления современными экспериментальными комплексами, составной частью которых являются различные устройства, выполненные на основе микроконтроллеров.

Для достижения данной цели были поставлены *задачи*:

- изучить основы программирования микроконтроллеров в системах управления физическим экспериментом;
- познакомиться с современными проблемами автоматизации технологических процессов, управления средствами коммуникации.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Одним из направлений модернизации российского образования является *интеграция* дисциплин естественнонаучного цикла. Данный курс соответствует этой концепции, т.к. при его изучении используются разделы и темы следующих дисциплин:

- информатика (программирование на языке C++/Pascal, обработка данных, архитектура ПК, локальные и глобальные сети. архитектура сетей, элементы численных методов, компьютерный эксперимент в физике);
- высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, методы математической физики);

В результате изучения данного курса студент получает представление о функционировании микроконтроллерных систем и приобретает навыки и умения по созданию программного обеспечения для управления такими системами.

Курс «Основы проектирования микроконтроллеров» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

В Федеральном компоненте ГОС подготовки бакалавра по направлению 011200.62 «физика», (профиль «Солнечно-земная физика») не указаны явно требования к результатам освоения дисциплины «Основы проектирования микроконтроллеров».

Согласно ФГОС выпускник с квалификацией бакалавр по направлению «физика» должен обладать рядом общекультурных и профессиональных компетенций (ОК и ПК). Данной дисциплине соответствуют следующие из этих компетенций:

- способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников (ОК-16);

- способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ПК-1);
- способностью применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2);
- способность понимать и излагать полученную информацию и представлять результаты физических исследований (ПК-10).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** принципы построения и работы устройств на основе микроконтроллеров, основные методы проектирования этих устройств и их применение в автоматизированных системах управления различного назначения;

**уметь:** проектировать и программировать схемы вычислительных устройств на микропроцессорах;

**владеть:** основами проектирования систем на микропроцессорах, навыками к самостоятельному изучению современных микропроцессоров.

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		8			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	46	46			
В том числе:			-	-	-
Лекции	20	20			
Практические занятия (ПЗ)	20	20			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
КСР	6	6			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	26	26			
В том числе:			-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (при наличии)					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Вид промежуточной аттестации ( <u>зачет</u> , экзамен)					
Общая трудоемкость	часы	72	72		
	зачетные единицы	2	2		

#### 5. Содержание дисциплины (модуля)

##### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

## Раздел 1. Связь компьютера с внешними устройствами

- 1.1. Подключение внешних устройств  
Контроллер устройства
- 1.2. Работа внешних устройств через прерывания  
Контроллер прерываний
- 1.3. Типы связей с внешними устройствами  
Параллельная связь. PCI слоты расширения  
Последовательная связь, коммуникационные порты  
Принципы организации последовательной связи

## Раздел 2. COM – порт компьютера

- 2.1. Протокол физического уровня RS-232  
Физическая среда передачи данных  
Линии связи  
Обмен данными
- 2.2. Контроллер COM-порта. Устройство и принцип работы  
Входные регистры UART
- 2.3. Протокол RS-485. Создание локальной сети
- 2.4. Протоколы передачи данных по сети  
Язык команд MODBUS

## Раздел 3. Программирование COM – порта

- 3.1. Прямое программирование контроллера UART  
Инициализация COM – порта  
Чтение из порта и запись в порт
- 3.2. Программирование в Windows  
Функции WinAPI и типы данных для работы с COM – портом  
Инициализация порта  
Чтение из порта и запись в порт  
Работа с портом в отдельном программном потоке  
Специальные функции для работы с управляющими линиями

## Раздел 4. USB – порт компьютера

- 4.1. Физическая и логическая архитектура USB
- 4.2. Составляющие USB
- 4.3. Свойства USB-устройств
- 4.4. Принципы передачи данных
- 4.5. Механизм прерываний
- 4.6. Режимы передачи данных
- 4.7. Логические уровни обмена данными
- 4.8. Передача данных по уровням
- 4.9. Типы передач данных

## Раздел 5. Структура данных

- 5.1. Кадры
- 5.2. Конечные точки
- 5.3. Каналы
- 5.4. Пакеты
- 5.5. Контрольная сумма
- 5.6. Транзакции

## Раздел 6. Запросы к USB-устройствам

- 6.1. Конфигурационный пакет
- 6.2. Стандартные запросы к USB-устройствам
- 6.3. Дескриптор устройства

## Раздел 7. Система Plug and Play (PnP)

- 7.1. Конфигурирование USB-устройств
- 7.2. Нумерация USB-устройств
- 7.3. PnP-идентификаторы USB-устройств
- 7.4. Символьные имена устройств

## Раздел 8. Классы USB устройств

- 8.1 Класс CDC
- 8.2 Класс HID
  - Спецификация HID-устройств
  - Порядок обмена данными с HID -устройством
  - Установка драйвера HID-устройства
  - Структура дескриптора репорта
  - Запросы к HID-устройству
  - Инструменты
  - Драйверы для HID-устройств в Windows
- 8.3. Другие классы USB

## Раздел 9. Работа с USB устройствами.

- 9.1. Структуры и функции Windows Setup API
- 9.2. Структуры и функции Windows HID API

## Раздел 10. Микроконтроллер – основной элемент управления внешним устройством

- 10.1. Семейство микроконтроллеров PIC
  - Организация памяти
- 10.2. Регистры общего и специального назначения

## Раздел 11. Программирование микроконтроллера

- 11.1. Команды микроконтроллера
- 11.2. Основы программирования на Ассемблере
  - Среда программирования MPLAB
  - Программа на Ассемблере
- 11.3. Примеры программирования
  - Использование портов ввода-вывода
  - Организация задержек
  - Работа с АЦП
  - Работа с таймером
  - Прерывания

## Раздел 12. Встроенный COM – порт микроконтроллера

- 12.1. Настройка USART
- 12.2. Прием и передача данных

## Раздел 13. Встроенный USB – порт микроконтроллера

- 13.1. Создание USB устройства на основе микроконтроллера.
- 13.2. Прием и передача данных.

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми

(последующими) дисциплинами

Дисциплина преподаётся на четвертом курсе обучения бакалавров, поэтому обеспечиваемых (последующих) дисциплин не имеется.

## 5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					Всего
			Лек.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	
1	Раздел 1	Связь компьютера с внешними устройствами	2	2				4
2	Раздел 2	COM – порт компьютера	2	2				4
3	Раздел 3	Программирование COM – порта	4	4			10	18
4	Раздел 4	USB – порт компьютера	2	2				4
5	Раздел 10	Микроконтроллер – основной элемент управления внешним устройством	4	4				8
6	Раздел 11	Программирование микроконтроллера	2	2			12	16
7	Раздел 12	Встроенный COM – порт микроконтроллера	2	2			2	6
8	Раздел 13	Встроенный USB – порт микроконтроллера	2	2			2	6

## 6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Раздел 1	Связь компьютера с внешними устройствами	2	собесед.	
2.	Раздел 2	COM – порт компьютера	2	собесед.	
3.	Раздел 3	Программирование COM – порта	4	собесед.	
4	Раздел 4	USB – порт компьютера	2	собесед.	
10	Раздел 10	Микроконтроллер – основной элемент управления внешним устройством	4	собесед.	
11	Раздел 11	Программирование микроконтроллера	2	собесед.	
12	Раздел 12	Встроенный COM – порт микроконтроллера	2	собесед.	

13	Раздел 13	Встроенный USB – порт микроконтроллера	2	собесед.	
----	-----------	--	---	----------	--

### 7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые проекты не предусмотрены.

### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

#### а) основная литература

1. Агуров, П.В. Последовательные интерфейсы ПК. Практика программирования / П.В. Агуров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. –496 с.
2. Новиков, Ю.В. Основы микропроцессорной техники: учебное пособие / Ю.В. Новиков, П.К. Скоробогатов. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2006. – 358 с.
3. Яценков, В.С. Микропроцессоры MicroCHIP: практ. Рук. / В.С. Яценков. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 278 с.

#### б) дополнительная литература

1. Документация MicroCHIP на русском языке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.microchip.ru/lit](http://www.microchip.ru/lit)

#### в) программное обеспечение

среды программирования (Borland Delphi, Borland C++), пакет MPLab

#### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

документация, описание и примеры работы для микроконтроллеров различных типов на сайтах производителей:

<http://microchip.com.ru/>

<http://www.microchip.su/>

<http://chipmk.ru/>

<http://avr.ru/>

<http://atmega.ru/>

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Практические занятия проводятся в специальном дисплейном классе с современной компьютерной техникой. Приборы и принадлежности: микроконтроллеры семейства PIC, набор светодиодов, потенциометры, набор соединительных проводов для создания сети микроконтроллеров. Имеются лабораторные установки, в которых реализовано управление с помощью микроконтроллеров: «Изучение движения математического маятника в вязкой среде», «Исследование тепловые характеристики металлов».

### 10. Образовательные технологии:



Контроль знаний производится во время собеседования после выполнения лабораторной работы по соответствующей теме.

Для допуска к итоговому зачёту от студента требуется выполнить как минимум одно задание по каждому разделу курса.

Изучение данного курса идет в плане накопительной системы, т.е. содержательная часть каждого раздела, как правило, завершается тестовым контролем оценки знаний во время выполнения лабораторной работы по соответствующей теме.

## **11. Оценочные средства (ОС):**

### 11.1. Оценочные средства для входного контроля

Входной контроль не осуществляется.

### 11.2. Оценочные средства текущего контроля

Контроль за работой студентов осуществляется посредством собеседования при защите ими отчетов по лабораторным работам.

Ниже приведены задания к некоторым разделам программы.

#### Задания к разделу 3

1. Написать программу передачи и приема одного байта через COM – порт с одного компьютера на другой, соединенный нуль-модемным кабелем.
2. Написать программу передачи и приема одного символа через COM – порт.
3. Написать программу передачи и приема строки символов через COM – порт (терминальная программа). Чтение из порта выполнить в отдельном программном потоке с помощью таймера.
4. Написать программу настройки параметров COM – порта и его инициализации в отдельном окне, которое вызывается через главное меню. Подключить это окно к терминальной программе.
5. Написать программу для работы с COM – портом по протоколу RS-485 в полудуплексном режиме с переключением режимов "прием - передача". Программа управляет двумя устройствами, объединенными в локальную сеть. Система команд дана в описании к устройствам.
6. Написать программу управления внешним устройством для исследования нагрева и охлаждения теплопроводящего стержня. Система команд дана в описании к устройству.
7. Написать программу управления устройством для исследования дифракции лазерного луча на щели. Система команд дана в описании к устройству.

#### Задания к разделу 5

1. Написать программу, показывающую эффект бегущих огней на светодиодной линейке.
2. Изменить предыдущую программу, чтобы «бегущие огни» выполнялись через один светодиод.
3. Написать программу, измеряющую с помощью АЦП напряжение на потенциометре и выводящую старшие 8 бит результата в PORTD для отображения с помощью светодиодов каждые полсекунды.

Указание: Сконфигурировать PORTA как аналоговый вход. Выбрать расположение результата и источник напряжения  $V_{ref}$  в регистре ADCON1 и временную шкалу и канал в регистре ADCON0. В данном демонстрационном устройстве используется внутренний генератор микроконтроллера с частотой 4 МГц.

4. Написать программу, измеряющую значение напряжения на потенциометре (выводе RA0 микроконтроллера) и использующую старшие 8 бит результата для формирования задержки между переключениями светодиодов. Таким образом, получить «бегущие огни» регулируемой частоты.

Указание: Для этого сконфигурировать АЦП, включить его, провести измерение и записать его результат через рабочий регистр в регистр, используемый для формирования задержки.

5. Написать программу, выполняющую «бегущие огни» с помощью таймера с задержкой свечения каждого светодиода в 0,5 секунды.

6. Используя прерывание INT, написать программу, включающую светодиод при нажатии кнопки.

7. Используя прерывание INT, написать программу «бегущие огни». Направление движения «огней» изменяется на противоположное при нажатии кнопки.

Указание: Использовать какой-либо регистр для сохранения направления, например, описать его в блоке переменных как Direction. При нажатии кнопки в подпрограмме обработки прерываний менять значение одного из его битов. При выполнении сдвига в основной программе проверять значение этого бита и использовать команды BTFSC и BTFSS для выбора направления.

8. Используя АЦП, доработать предыдущую программу, чтобы скорость переключения светодиодов была регулируемой и зависела от положения движка потенциометра.

#### Задания к разделу 6

1. Написать программу, зажигающую светодиод в N позиции при получении команды "N" от компьютера. Команду посылать из любой терминальной программы компьютера. При получении следующей команды предыдущий светодиод гаснет, новый загорается.
2. Написать программу, посылающую в ответ на команду компьютера значение напряжения на потенциометре, полученное с помощью АЦП. Число посылать в виде набора символов, обозначающих десятичное значение напряжения.
3. Создать локальную сеть из нескольких ( $\geq 2$ ) микроконтроллеров, каждый из которых реагирует на свой адрес в формате «\$AAN», где N – номер устройства, AA – адрес микроконтроллера ("01", "02", "03" и т.д.). В ответ на команду компьютера назад отсылается сообщение в формате "!AA". Такой формат обмена близок к протоколу MODBUS.

#### Задания к разделу 9

1. Написать программу, реализующую получение дескриптора HID устройства.
2. Написать программу, выдающую список USB устройств, подключенных к компьютеру.

#### Задания к разделу 13

1. Запрограммировать простейшее HID устройство на основе микроконтроллера, выдающего по запросу дескриптор устройства и репорты.

#### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Примерный список вопросов к зачёту:

- Подключение внешних устройств
- Работа внешних устройств через прерывания
- Типы связей с внешними устройствами
- Протокол физического уровня RS-232
- Контроллер COM-порта. Устройство и принцип работы
- Язык команд MODBUS
- Прямое программирование контроллера UART
- Специальные функции для работы с управляющими линиями
- Физическая и логическая архитектура USB
- Составляющие USB
- Свойства USB-устройств
- Принципы передачи данных
- Механизм прерываний
- Режимы передачи данных
- Типы передач данных
- Кадры
- Каналы
- Пакеты
- Контрольная сумма
- Транзакции
- Стандартные запросы к USB-устройствам
- Дескриптор устройства
- Конфигурирование USB-устройств
- РпР-идентификаторы USB-устройств
- Символьные имена устройств
- Класс CDC
- Класс HID
- Структуры и функции Windows Setup API
- Семейство микроконтроллеров PIC
- Регистры общего и специального назначения
- Команды микроконтроллера
- Использование портов ввода-вывода
- Работа с АЦП
- Работа с таймером
- Настройка USART
- Создание USB устройства на основе микроконтроллера.

**Разработчики:**

Красов  
(подпись)

доцент, к.ф.-м.н.  
(занимаемая должность)

В.И., Красов  
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ  
« 15 » 11 201    г.

Протокол № 3 Зав.кафедрой Паперный В.Л. Паперный В.Л.