



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и космической физики



УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

/ Н.М. Буднев

2022 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.О.20 Основы проектирования
микроконтроллерных устройств

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:

физического факультета

Протокол № 33 от «31» марта 2022 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор

Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:

общей и космической физики

Протокол № 8

от «14» марта 2022 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор

Паперный В.Л.

Иркутск 2022 г.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	4
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.1. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3. Содержание учебного материала	7
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	8
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	8
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	9
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	9
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	10
а) <i>перечень литературы</i>	10
б) <i>периодические издания</i>	11
в) <i>список авторских методических разработок</i>	11
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	11
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	11
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	11
6.2. Программное обеспечение:	11
6.3. Технические и электронные средства:	12
VII. Образовательные технологии	12
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	12
ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС	17

I. 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.

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

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 обязательной части блока Б1.

III. Требования к результатам освоения дисциплины

Курс «Основы проектирования микроконтроллерных устройств», с учетом положений федерального государственного образовательного стандарта высшего образования при подготовке бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, позволяет студенту приобрести следующие компетенции:

- способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности. (ОПК-3).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<i>ОПК-3</i>	<i>ИДК опк.3.3</i> Использует современные информационные технологии для исследования и моделирования физических явлений и процессов в сфере своей профессиональной деятельности	Знает: принципы построения и работы устройств на основе микроконтроллеров, основные методы проектирования этих устройств и их применение в автоматизированных системах управления различного назначения. Умеет: проектировать и программировать схемы вычислительных устройств на микропроцессорах. Владеет: основами проектирования систем на микропроцессорах, навыками к самостоятельному изучению современных микропроцессоров

IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа, в том числе 59 часов контактной работы.

Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. Электронной и дистанционной форм обучения не предусматривается.

На практическую подготовку отводится 12 аудиторных часов (во время выполнения лабораторных работ).

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельна я работа	
					Лекции	Семинарские/ практические/ лабораторные занятия	Консультации		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Связь компьютера с внешними устройствами.	8	6,2			4	0,2	2	Выполнение практических задач на программирование контроллеров
2	Раздел 2. COM – порт компьютера	8	6,2			4	0,2	2	
3	Раздел 3. Программирование COM – порта	8	10,3	2		8	0,3	2	
4	Раздел 4. Микроконтроллер – основной элемент управления внешним устройством.	8	15,3	4		12	0,3	3	
5	Раздел 5. Программирование микроконтроллера	8	14	4		12		2	
6	Раздел 6. Встроенный COM – порт микроконтроллера	8	10	2		8		2	
Зачёт		8							Тестирование
Контроль для зачёта			8						
КСР			2						
Итого часов			72	12		48	1	13	

4.1. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
8	Связь компьютера с внешними устройствами	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	В начале семестра	1	Опрос	[1]
8	Программирование COM – порта	Самостоятельное выполнение заданий во время лабораторной работы	В течение семестра	2	Тестирование готовой программы	
8	Программирование микроконтроллера	Самостоятельное изучение теоретического материала		6		
8	Встроенный COM – порт микроконтроллера	Самостоятельное выполнение заданий во время лабораторной работы		2		
8	Встроенный USB – порт микроконтроллера	Самостоятельное изучение теоретического материала		1		
8	Все разделы	Работа с лекционным материалом и учебной литературой. Подготовка к зачёту	К концу семестра	1	Опрос или тест	[1-2]
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				13		

4.3. Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

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. Микроконтроллер – основной элемент управления внешним устройством

- 4.1. Семейство микроконтроллеров PIC
Организация памяти
- 4.2. Регистры общего и специального назначения

Раздел 5. Программирование микроконтроллера

- 5.1. Команды микроконтроллера
- 5.2. Основы программирования на Ассемблере
Среда программирования MPLAB
Программа на Ассемблере
- 5.3. Примеры программирования
Использование портов ввода-вывода
Организация задержек
Работа с АЦП
Работа с таймером

Прерывания

Раздел 6. Встроенный COM – порт микроконтроллера

6.1. Настройка USART

6.2. Прием и передача данных

Раздел 7. Встроенный USB – порт микроконтроллера

7.1. Создание USB устройства на основе микроконтроллера.

7.2. Прием и передача данных.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)		Оценочные средства	Формируе мые компетен ции
			Всего часов	Из них практическ ая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	Раздел 1	Связь компьютера с внешними устройствами	4		собесед.	ОПК-3.3
2.	Раздел 2	COM – порт компьютера	4		собесед.	
3.	Раздел 3	Программирование COM – порта	8	2	собесед.	
4	Раздел 11	Программирование микроконтроллера	12	4	собесед.	
5	Раздел 12	Встроенный COM – порт микроконтроллера	12	4	собесед.	
6	Раздел 13	Встроенный USB – порт микроконтроллера	8	2	собесед.	

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	ИДК
1.	Связь компьютера с внешними устройствами	Самостоятельное изучение теоретического материала	Углубить свои знания по данной теме	[1,2]	<i>ИДК ОПК.3.3</i>
2.	Программирова ние COM – порта	Самостоятельное выполнение заданий во время лабораторной работы	Написать программу	[1]	<i>ИДК ОПК.3.3</i>
3.	Программирова ние	Самостоятельное выполнение заданий во время	- Написать программу	[1]	<i>ИДК ОПК.3.3</i>

	микроконтроллера	лабораторной работы			
4.	Встроенный COM – порт микроконтроллера	Самостоятельное выполнение заданий во время лабораторной работы	Написать программу	[1,2]	ИДК ОПК.3.3
5.	Встроенный USB – порт микроконтроллера	Самостоятельное выполнение заданий во время лабораторной работы	Написать программу	[1,2]	ИДК ОПК.3.3
6.	Подготовка к зачету				ИДК ОПК.3.3

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в лабораторных экспериментах, выполнение контрольных заданий, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Самостоятельная работа реализуется:

- 1) Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на практических занятиях, при выполнении лабораторных работ.
- 2) В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 3) В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды самостоятельной работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые проекты не предусмотрены.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) перечень литературы

основная литература

1. Красов, В.И. Управление внешними устройствами на основе микроконтроллеров [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Красов. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2009. - (Компьютерные технологии в физике ; ч. 5, разд. 1). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.
2. Яценков, В.С. Микроконтроллеры MicroCHIP : Практич. руководство / В. С. Яценков. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 278 с. : ил. ; 21 см. - ISBN 5-93517-203-8. – (10 экз.)

дополнительная литература

1. Красов, В.И. Управление внешними устройствами через USB-интерфейс [Текст] : учеб. пособие / В. И. Красов, В. Л. Паперный ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2011. - 199 с. : табл., граф. ; 21 см. - (Компьютерные технологии в физике ; ч. 5, разд. 2). – (1 экз.)
2. Денисенко, В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием [Текст] : научное издание / В. В. Денисенко. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 606 с. ; 24 см. - Библиогр.: с. 558-592. - ISBN 978-5-9912-0060-8. – (2 экз.)
3. Редькин, П.П. Микроконтроллеры Atmel архитектуры AVR32 семейства AT32UC3 [Текст] : руководство пользователя / П. П. Редькин. - М. : Техносфера, 2010. - 782 с. : ил. + 1 эл. опт. диск (DVD-ROM). - (Мир электроники). - Библиогр.: с. 782. - ISBN 978-5-94836-217-5. – (1 экз.)
4. Документация MicroCHIP на русском языке [Электронный ресурс]. – М.: ООО "Микро-Чип". – Режим доступа: www.microchip.ru/lit. – Перевод основывается на технической документации компании Microchip Technology Incorporated, USA. – (Распространяется бесплатно)
5. Редькин, П.П. Микроконтроллеры Atmel архитектуры AVR32 семейства AT32UC3 [Текст] : руководство пользователя / П. П. Редькин. - М. : Техносфера, 2010. - 782 с. : ил. + 1 эл. опт. диск (DVD-ROM). - (Мир электроники). – (научный фонд НБ ИГУ)

б) *периодические издания*

- нет.

в) *список авторских методических разработок*

1. Красов, В.И. Управление внешними устройствами на основе микроконтроллеров [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Красов. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2009. - (Компьютерные технологии в физике ; ч. 5, разд. 1). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.
2. Красов, В.И. Управление внешними устройствами через USB-интерфейс [Текст] : учеб. пособие / В. И. Красов, В. Л. Паперный ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2011. - 199 с. : табл., граф. ; 21 см. - (Компьютерные технологии в физике ; ч. 5, разд. 2). – (1 экз.)
3. В системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по данному курсу

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

- <http://microchip.com.ru/>
- <http://www.microchip.su/>
- <http://chipmk.ru/>
- <http://avr.ru/>
- <http://atmega.ru/>
- ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
- ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Практические занятия проводятся в специальном классе с современной компьютерной техникой (5 стационарных компьютеров 939NF4G-SATA2/AMD 1808MHz с мониторами SyncMaster 152v и 4 ноутбука Lenovo B590). 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 тепловых характеристики металлов», «Изучение дифракционных эффектов с цифровым управлением».

6.2. Программное обеспечение:

Интегрированная среда разработки MPLab (freeware, бессрочно) для создания, редактирования и отладки программ для микроконтроллеров семейства PIC, производимых

компанией Microchip Technology. Стандартные средства MS Office для работы методическими материалами. Программа просмотра документов в PDF формате – Adobe Acrobat Reader (условия правообладателя, бессрочно).

На стационарных компьютерах в учебной аудитории установлена операционная система MS Windows XP 5.1.2600.2. (55683-OEM-0013514-73984). На ноутбуках – Windows 8 (WIN8 EM – встроенная операционная система от производителя).

6.3. Технические и электронные средства:

Во время занятий для пояснения поставленных в практических работах заданий студентам демонстрируются на экране с помощью проектора дополнительные и вспомогательные материалы (презентации, типичные примеры). Кроме того, используется и меловая доска.

VII. 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 демонстрацией работающего по заданной программе контроллера и опросом во время выполнения лабораторной работы по соответствующей теме.

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

8.1.1. Оценочные средства для входного контроля

На первом занятии проводится опрос с целью установления уровня знаний основ языка программирования C++ (а также Pascal и Assembler, при необходимости).

8.1.2. Оценочные средства текущего контроля

Контроль за работой студентов осуществляется посредством собеседования при демонстрации ими работающего по соответствующей программе контроллера.

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 приемы 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 (≥ 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.

8.1.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта с учётом выполненных за семестр практических заданий.

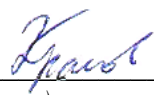
Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Собеседование при защите готовой программы	Все темы	ОПК-3
2.	Подготовка к зачету	Все разделы	ОПК-3

Примерный список вопросов к зачёту:

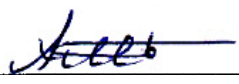
- Подключение внешних устройств
- Работа внешних устройств через прерывания
- Типы связей с внешними устройствами
- Протокол физического уровня RS-232
- Контроллер COM-порта. Устройство и принцип работы
- Язык команд MODBUS
- Прямое программирование контроллера UART
- Специальные функции для работы с 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:


(подпись)

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

В.И., Красов
(инициалы, фамилия)


(подпись)

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

А.А., Черных
(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ
« 14 » марта 2022__г.

Протокол № 8, зав. кафедрой  В.Л. Паперный

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.