МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Микроэлектроника Б3.ДВ.6

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика
Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения)
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Гумеров Р.И.

Рецензент(ы):

Насыров И.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 63415

Казань
2014

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) главный инженер проекта Гумеров Р.И. НИЛ астрофотометрии и звездных атмосфер Кафедра астрономии и космической геодезии , Rustem.Gumerov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) Теория и применение микроконтроллеров является изучение микроконтроллеров на основе 8-ми 16-ти и 32-х разрядных процессорных ядер и их применение в устройствах управления и обработки данных.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.6 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в раздел "Б3.В.8 Профессиональный цикл по направлению подготовки "Радиофизика Радиофизические измерения". Курс предназначен для студентов 4 курса, 7 семестр.

Для освоения содержания дисциплины необходимо знание основ радиоэлектроники, цифровой электроники, информатики. Она формирует профессиональные компетенции, необходимые для прохождения учебных и производственных практик, освоения модулей профессионального цикла.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность использовать основные методы радиофизических измерений
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность к владению компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий для решения задач в области радиотехники, радиоэлектроники и радиофизики (в соответствии с профилизацией)
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способность к профессиональному развитию и саморазвитию в области радиофизики и электроники

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

принципы работы микропроцессоров, особенности различных архитектур и соответствующих им систем команд и способов адресации, иметь представление о возможностях и свойствах периферийных устройств современных микроконтроллеров, о способах организации интерфейсов и сопряжения с внешними устройствами;

2. должен уметь:

использовать серийные микропроцессорные устройства при решении конкретных задач управления устройствами сбора и обработки данных.

3. должен владеть:

методами разработки цифровых устройств на основе МК.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к самостоятельным разработкам устройств и систем на основе МК с архитектурой AVR и ARM.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие сведения об МК AVR. Архитектура семейства ATmega.	7	1	2	0	2	
2.	Тема 2. Порты ввода/вывода. Таймеры/счётчики. Универсальный синхронный/асинхронный приёмопередатчик	7	2	2	0	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Система команд: Принятые обозначения Команды Прямая адресация к регистрам ввода/вывода Косвенная адресация данных Команды пересылки данных Команды ветвления Битовые команды и команды тестирования битов	7	3	2	0	2	устный опрос
4.	Тема 4. Программирование AVR	7	4	2	0	2	устный опрос
5.	Тема 5. Построение приложения создание проекта загрузка файла компиляция симуляция загрузка hex-кода в микроконтроллер	7	5	2	0	2	устный опрос
6.	Тема 6. Микроконтроллеры XMEGA Основные характеристики МК XMEGA Архитектура Память Ввод-вывод Арбитраж шины	7	6	2	0	2	устный опрос
7.	Тема 7. Система событий	7	7-8	4	0	2	устный опрос
8.	Тема 8. Программирование Atmel Studio 6.2 Работа в ?Atmel Studio 6.2	7	9-10	4	0	2	коллоквиум
9.	Тема 9. Задания по XMEGA и Atmel Studio 6	7	11-12	4	0	2	коллоквиум
10.	Тема 10. Выполнение задания по лабораторной работе ◆1	7	10	0	0	2	устный опрос
11.	Тема 11. Выполнение Задания 2.	7	11	0	0	2	устный опрос
12.	Тема 12. Выполнение Задания 3	7	12	0	0	2	устный опрос
13.	Тема 13. Выполнение Задания 4	7	13	0	0	2	устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
14.	Тема 14. Задание 1 по xMega	7	14	0	0	2	устный опрос
15.	Тема 15. Задание 1 по ARM контроллерам	7	15	0	0	2	
16.	Тема 16. Продолжение работы по ARM	7	16	0	0	2	
17.	Тема 17. Задание по xMOS	7	17	0	0	2	устный опрос
18.	Тема 18. Задание по xMOS. Продолжение и завершение.	7	18	0	0	2	
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			24	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Общие сведения об МК AVR. Архитектура семейства ATmega.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Общие понятия о микропроцессорах, микропроцессорных системах и микроконтроллерах. (Ядро, память, интерфейс, периферия).

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Изучение модуля ASmegaM, работы с цифровым осциллографом GDS2202

Тема 2. Порты ввода/вывода. Таймеры/счётчики. Универсальный синхронный/асинхронный приёмопередатчик

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Назначение, устройство и программирование таймеров микроконтроллеров. Задание работы в различных режимах.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Изучение среды разработки AVRStudio 4.

Тема 3. Система команд: Принятые обозначения Команды Прямая адресация к регистрам ввода/вывода Косвенная адресация данных Команды пересылки данных Команды ветвления Битовые команды и команды тестирования битов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Архитектура МК AVR и связанные с ним особенности системы команд и методов адресации.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Программный симулятор и его применение в отладке приложений.

Тема 4. Программирование AVR

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Язык ассемблера для микроконтроллеров AVR. Синтаксис и примеры.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Пример из руководства, его компиляция и демонстрация работы на симуляторе.

Тема 5. Построение приложения создание проекта загрузка файла компиляция симуляция загрузка hex-кода в микроконтроллер

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Особенности построения приложений для микроконтроллеров, библиотеки, include файлы и т.д.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Создание приложения пользователя и загрузка его в МК.

Тема 6. Микроконтроллеры XMEGA Основные характеристики МК XMEGA Архитектура Память Ввод-вывод Арбитраж шины

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Развитие архитектуры от MEGA к xMEGA. Новые функции и возможности.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Знакомство с модулем xPlaned A3BU

Тема 7. Система событий

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Система событий в архитектуре МК. Новые возможности для работы в режиме жесткого реального времени.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Запустить демонстрационное приложение для xPlaned A3BU, рассмотреть фрагменты кода, связанные с системой событий.

Тема 8. Программирование Atmel Studio 6.2 Работа в ?Atmel Studio 6.2

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Инсталляция Atmel Studio 6.2 , особенности среды и симулятора.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Инструментарий создания приложений: файлы, компилятор, симулятор, программатор...

Тема 9. Задания по XMEGA и Atmel Studio 6

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Особенности системы команд и адресации для микроконтроллеров xMEGA. Редактор среды "AtmelStudio6", написание кода

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Таймер в системе событий МК xMEGA.

Тема 10. Выполнение задания по лабораторной работе ◆1

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Построение приложения по заданию ◆1 руководства, запуск приложения, сдача работы

Тема 11. Выполнение Задания 2.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Построение приложения по заданию ◆2 руководства, запуск приложения, сдача работы

Тема 12. Выполнение Задания 3

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Построение приложения по заданию ◆3 руководства, запуск приложения, сдача работы

Тема 13. Выполнение Задания 4

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Построение приложения по заданию ◆4 руководства, запуск приложения, сдача работы

Тема 14. Задание 1 по xMega

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Выполнить Задание ◆1 из раздела руководства XMEGA: построить приложение, проверить работу на симуляторе, загрузить в МК, сдать работу.

Тема 15. Задание 1 по ARM контроллерам

лабораторная работа (2 часа(ов)):

На основе задания 1 по ARM построить приложение и в режиме симуляции на ATmelStudio убедиться в его работоспособности.

Тема 16. Продолжение работы по ARM

лабораторная работа (2 часа(ов)):

С помощью приложения SAM-BA загрузить программу в контроллер и убедиться в корректной работе программы.

Тема 17. Задание по xMOS

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Знакомство с xTIMEcomposer13 и модулем XK-1A.

Тема 18. Задание по xMOS. Продолжение и завершение.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Задание из Руководства: загрузка проекта, построение приложения, загрузка в модуль XK-1A, изменение некоторых значений в приложение, наблюдение работы.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Порты ввода/вывода. Таймеры/счётчики. Универсальный синхронный/асинхронный приёмопередатчик	7	2	Подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Система команд: Принятые обозначения Команды Прямая адресация к регистрам ввода/вывода Косвенная адресация данных Команды пересылки данных Команды ветвления Битовые команды и команды тестирования битов	7	3	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Программирование AVR	7	4	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
5.	Тема 5. Построение приложения создание проекта загрузка файла компиляция симуляция загрузка hex-кода в микроконтроллер	7	5	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Микроконтроллеры XMEGA Основные характеристики МК XMEGA Архитектура Память Ввод-вывод Арбитраж шины	7	6	подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Система событий	7	7-8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Программирование Atmel Studio 6.2 Работа в ?Atmel Studio 6.2	7	9-10	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
9.	Тема 9. Задания по XMEGA и Atmel Studio 6	7	11-12	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
10.	Тема 10. Выполнение задания по лабораторной работе ◆1	7	10	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
11.	Тема 11. Выполнение Задания 2.	7	11	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
12.	Тема 12. Выполнение Задания 3	7	12	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
13.	Тема 13. Выполнение Задания 4	7	13	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
14.	Тема 14. Задание 1 по xMega	7	14	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
17.	Тема 17. Задание по xMOS	7	17	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, подготовка и представление докладов, проведение блиц-опросов, применение роли экспертов для студентов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Общие сведения об МК AVR. Архитектура семейства ATmega.

Тема 2. Порты ввода/вывода. Таймеры/счётчики. Универсальный синхронный/асинхронный приёмопередатчик

устный опрос , примерные вопросы:

Назначение портов ввода-вывода, структура, программирование. Таймеры-счетчики: функции, структурная схема, программирование, режимы работы, ШИМ. USART (УСАПП) - основа последовательной периферии.

Тема 3. Система команд: Принятые обозначения Команды Прямая адресация к регистрам ввода/вывода Косвенная адресация данных Команды пересылки данных Команды ветвления Битовые команды и команды тестирования битов

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация команд и описание каждого класса. Адресация (регистры, память, ввод-вывод).

Тема 4. Программирование AVR

устный опрос , примерные вопросы:

язык ассемблера для AVR: директивы, команды, определения, примеры.

Тема 5. Построение приложения создание проекта загрузка файла компиляция симуляция загрузка hex-кода в микроконтроллер

устный опрос , примерные вопросы:

среда AVRStudio4, загрузчик AS-2, модуль ASmega128

Тема 6. Микроконтроллеры XMEGA Основные характеристики МК XMEGA Архитектура Память Ввод-вывод Арбитраж шины

устный опрос , примерные вопросы:

Архитектура МК AVR, xMEGA (отличие, новые возможности), характеристики внешних устройств.

Тема 7. Система событий

устный опрос , примерные вопросы:

Система событий: функции, программирование, аппаратная реализация, примеры применения.

Тема 8. Программирование Atmel Studio 6.2 Работа в ?Atmel Studio 6.2

коллоквиум , примерные вопросы:

Среда AtmelStudio6.2, назначение рабочих окон, открытие проекта, построение решения, отладка, C, C++ для программирования МК в среде AtmelStudio6.2,

Тема 9. Задания по XMEGA и Atmel Studio 6

коллоквиум , примерные вопросы:

Многоядерные, многопоточные МК с ядром xCore: архитектура, области применения, особенности разработки приложений.

Тема 10. Выполнение задания по лабораторной работе ◆1

устный опрос , примерные вопросы:

Описание этапов разработки программы для задания 1.

Тема 11. Выполнение Задания 2.

устный опрос , примерные вопросы:

Описание этапов разработки программы для задания 2

Тема 12. Выполнение Задания 3

устный опрос , примерные вопросы:

Описание этапов разработки программы для задания 3

Тема 13. Выполнение Задания 4

устный опрос , примерные вопросы:

Описание этапов разработки программы для задания 4

Тема 14. Задание 1 по xMega

устный опрос , примерные вопросы:

Особенности программирования "системы событий" МК xMEGA.

Тема 15. Задание 1 по ARM контроллерам

Тема 16. Продолжение работы по ARM

Тема 17. Задание по xMOS

устный опрос , примерные вопросы:

Среда xTIMEcomposer, назначение рабочих окон, открытие проекта, построение решения, отладка, C, и расширение xC для программирования параллельных потоков МК xMOS в среде xTIMEcomposer

Тема 18. Задание по xMOS. Продолжение и завершение.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ И ЗАЧЕТУ

1. Классификация микропроцессоров, обобщенная логическая структура.
2. Программируемый таймер, назначение, устройство.
3. Простые однокристальные микроконтроллеры, архитектура, временные циклы, система команд.
4. Микропроцессорная система, функциональная схема.
5. Программируемый параллельный интерфейс.
6. Устройства памяти микропроцессорных систем. ОЗУ, ПЗУ (флэш), классификация, параметры.
7. Система команд, способы адресации.
8. Прерывания, контроллер прерываний, программирование прерываний.
9. Гарвардская архитектура, ее особенности.
10. Прямой доступ к памяти, контроллер ПДП, программирование.
11. Интерфейс FUTUREbus, архитектура, свойства.
12. Параллельный и последовательный обмен данными, контроллеры.
13. Представление чисел, форматы данных.
14. Интерфейсы, классификация. Стандартные интерфейсы, назначение, основные параметры.
15. Последовательный обмен данными (УСАПП), схема, применение.
16. Интерфейс VMEbus, спецификация, архитектура, назначение.
17. Высокопроизводительные 32-х разрядные микроконтроллеры (AVR, ARM). Особенности архитектуры.
18. Локальные сети: классификация, иерархическая структура, уровни и протоколы, аппаратные ресурсы микроконтроллеров.
19. Средства разработки и отладки устройств на основе микроконтроллеров.

7.1. Основная литература:

1. Гумеров Р.И. Программируемые микроэлектронные системы. Часть I. 8-разрядные микроконтроллеры. Руководство к практикуму [Электронный ресурс]. Казань, КПФУ, 2014. -74с. - Режим доступа: http://kpfu.ru/main_page?p_cid=12554&p_view=1&p_random=203

2. Гумеров Р.И. Программируемые микроэлектронные системы. Часть II. 32-разрядные микроконтроллеры. Руководство к практикуму [Электронный ресурс]. Казань, КПФУ, 2014. -61 с. - Режим доступа: http://kpfu.ru/main_page?p_cid=12554&p_view=1&p_random=203

3. Левицкий, А. А. Проектирование микросистем. Программные средства обеспечения САПР [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Левицкий, П. С. Маринушкин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2010. - 156 с. - ISBN 978-5-7638-2111-6. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=442124

7.2. Дополнительная литература:

1. Ревич, Ю. В. Занимательная микроэлектроника / Ю.В. Ревич. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2007. ? 580 с.: ил. - ISBN 978-5-9775-0080-7. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=350358

2. Щука, А. А. Электроника / А.А. Щука. ? 2-е изд., перераб. и доп. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 751 с.: ил. ? (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0160-6. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=350420

7.3. Интернет-ресурсы:

xMos, XK-1A Development Board Tutorial - http://www.xmos.com/published/xmos-programming-guaide?version=latest

xTIMEcomposer user guaide rev.13.0.0 - https://www.xmos.com/download/public/xTIMEcomposer-User-Guaide%2813/0/0%29.pdf

Аппаратные средства на микроконтроллерах серии SAM - http://www.as-kit.com/hardware/hardware_SAM7.html

Руководство пользователя по AVR микроконтроллерам XMEGA - http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/doc/micros/avr/arh_xmega/index.html

Сайт компании ЭФО о микроконтроллерах разлмчных производителей - http://www.mymcu.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Микроэлектроника" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

- возможность доступа к электронным ресурсам сети Интернет в аудитории для самостоятельной работы и с личных мобильных устройств через WiFi-станцию;

- для поддержки мультимедиа-презентаций во время лекционных занятий используются следующие программные продукты: Microsoft Power Point в составе Microsoft Office 2007 (2 академические лицензии), OpenOffice.org 3.0 Impress (открытая лицензия GPL), Adobe Reader 9 (предоставлено физическим факультетом для 20 рабочих мест на условиях академической лицензии Microsoft);

- стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки);

- лабораторного оборудования на основе микроконтроллеров AVR, ARM и xMOS ARMкомплекты лицензионного программного обеспечения AVR Studio412, JAR Embedded Workbench, AtmerStudio6.2,

xTIMEcomposer13 для разработки приложений (бесплатные версии).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения) .

Автор(ы):
Гумеров Р.И. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Насыров И.А. _____
"__" _____ 201 __ г.