

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Живицкая Е.Н.
20.03.2017 г.

Регистрационный № УД- 1-670/р

**ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЕ
МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальностей:

- 1-36 04 01 Программно-управляемые электронно-оптические системы;
- 1-39 02 02 Проектирование и производство программно-управляемых
электронных средств;
- 1-39 02 03 Медицинская электроника

Кафедра:
электронной техники и технологии

Всего часов по дисциплине 312 (1-36 04 01, 1-39 02 02, 1- 39 02 03)

Зачетных единиц 8,5

2017 г.

Учебная программа учреждения высшего образования составлена на основе типовой учебной программы «Программно-управляемые микроконтроллерные устройства», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь __.__.201__ г., регистрационный номер № ТД – _____/тип. и учебных планов специальностей 1-36 04 01 Программно-управляемые электронно-оптические системы; 1-39 02 02 Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств; 1-39 02 03 Медицинская электроника.

Составители:

М.В. Давыдов, доцент кафедры электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент;

С.В. Кракаевич, старший преподаватель кафедры электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Рассмотрена и рекомендована к утверждению:

Кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 2 от 19.09.2016);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 5 от 17.03.2017).

Эксперт-нормоконтролер

Библиотека

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

План учебной дисциплины в дневной форме обучения:

Код специальности (направления специальности)	Название специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом уво)				Академ. часов на курс. работу (проект)	Типовой расчет	Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия, семинары			
1-36 04 01	Программно-управляемые электронно-оптические системы	3	5	80	48	32				зачет
1-39 02 02	Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств									
1-39 02 03	Медицинская электроника									
1-36 04 01	Программно-управляемые электронно-оптические системы	3	6	80	48	16	16			экзамен
1-39 02 02	Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств									
1-39 02 03	Медицинская электроника	3	6	80	48	16	16	40		экзамен
	Итого:			160	96	48	16			

План учебной дисциплины в заочной форме обучения:

Код специальности (направления специальности)	Название специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом уво)				Академ. часов на курс. работу (проект)	Контрольные работы	Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия, семинары			
1-39 02 02	Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств	4	7	18	8	8	2	1	зачет	
1-39 02 03	Медицинская электроника									
1-39 02 02	Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств	4	8	18	8	4	6	1	экзамен	
1-39 02 03	Медицинская электроника	4	8	18	8	4	6	40	экзамен	
	Итого:			36	16	12	8			

Место учебной дисциплины.

Учебная дисциплина «Программно-управляемые микроконтроллерные устройства» занимает важное место в системе подготовки будущих инженеров по специальностям: 1-36 04 01 Программно-управляемые электронно-оптические системы; 1-39 02 02 Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств; 1-39 02 03 Медицинская электроника, поскольку создание устройств на основе микроконтроллеров и программируемых логических интегральных схем – динамично развивающаяся область науки и техники, во многом определяющая развитие современного информационного общества.

Учебная дисциплина направлена на углубление профессиональной подготовки студентов вышеуказанных специальностей и ориентирована на изучение микроконтроллерных устройств и принципов их построения, проектирования электронных устройств с целью обеспечения заданного уровня качества продукции при установленных сроках, объемах выпуска и затратах.

Цель учебной дисциплины: овладение научными подходами и практическими знаниями по методам расчета, принципам конструирования и технологическим подходом к выбору и использованию различных типов управления микропроцессорными системами, изучение основ организации и функционирования различных типов микропроцессорных больших интегральных схем (БИС) и их использование для построения электронных микропроцессорных систем.

Задачи учебной дисциплины: получение компетенций для решения профессиональных задач

- приобретение знаний об основах использования микроконтроллеров при построении электронных микропроцессорных систем, порядке и методике проектирования и оценки параметров микропроцессорных систем;
- приобретение навыков анализа методов проектирования электронных микропроцессорных систем на основе программируемых логических матриц, однокристальных ЭВМ, периферийных интерфейсных контроллеров;
- изучение принципов управления техническими средствами различного назначения;
- овладение методами программирования на языке Си, и методами синтеза устройств сопряжения контроллеров с внешними элементами.

В результате изучения учебной дисциплины «Программно-управляемые микроконтроллерные устройства» формируются следующие компетенции:

академические:

- 1) уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- 2) владеть системным и сравнительным анализом;

- 3) владеть исследовательскими навыками;
- 4) уметь работать самостоятельно;
- 5) быть способным генерировать новые идеи (обладать креативностью);
- 6) владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- 7) обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- 8) использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности;
- 9) на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности;
- 10) иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- 11) уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- 12) владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерной техники;

социально-личностные:

- 1) обладать качествами гражданственности;
- 2) быть способным к социальному взаимодействию;
- 3) обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- 4) быть способным к критике и самокритике;
- 5) уметь работать в команде;

профессиональные:

- 1) анализировать перспективы развития новых приборов медицинского назначения;
- 2) выбирать эффективный критерий оптимального развития медицинских систем и осуществлять их оптимизацию;
- 3) разрабатывать технические задания на проектируемый объект медицинского назначения с учетом результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также алгоритмы работы программного обеспечения для медицинских систем;
- 4) выполнять с использованием компьютерной техники разработку программного обеспечения, необходимого для работы медицинских систем, а также схемотехническое и конструкторское проектирование электронных средств медицинской техники;
- 5) моделировать работу разработанных схем при изготовлении сложной современной медицинской электронной техники;
- 6) осуществлять монтаж и наладку средств медицинской электроники, а также тестирование программного обеспечения;
- 7) пользоваться глобальными информационными ресурсами;
- 8) владеть современными средствами инфокоммуникаций;

9) проводить прикладные исследования в области проектирования электронно-оптических систем, включая разработку оптимальных математических моделей объектов;

10) разрабатывать и внедрять автоматизированные технологические процессы изготовления средств медицинской техники;

11) организовывать производственный процесс; разрабатывать, внедрять и управлять технологическими процессами изготовления средств медицинской электроники; разрабатывать и внедрять программно-управляемое технологическое оборудование, гибкие средства автоматизации технологических процессов;

12) разрабатывать инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию медицинских электронных средств;

13) работать с юридической литературой и трудовым законодательством;

14) организовывать работу малых коллективов исполнителей для достижения поставленных целей;

15) анализировать и оценивать собранные данные;

16) вести переговоры с другими заинтересованными участниками;

17) готовить доклады, материалы к презентациям;

18) использовать результаты научно-исследовательских работ при создании образцов новой техники и высокоэффективных технологий.

В результате изучения учебной дисциплины «Программно-управляемые микроконтроллерные устройства» обучающийся должен:

знать:

- схемотехническую реализацию, расчет и синтез цифровых и аналоговых ИС;
- методы микроконтроллерного управления техническими средствами;
- методы программирования на языках Ассемблер и С;
- методы синтеза устройств сопряжения микроконтроллеров с внешними устройствами;

уметь:

- анализировать различные архитектуры и методы проектирования микроконтроллерных устройств на основе программируемых логических матриц, однокристалльных ЭВМ, периферийных интерфейсных контроллеров;
- проектировать программно управляемые микроконтроллерные устройства;
- программировать микроконтроллерные устройства;

владеть:

- основами использования микроконтроллеров при построении программно управляемых электронных средств;
- методиками проектирования и оценки параметров микропроцессорных систем.

Перечень учебных дисциплин, усвоение которых необходимо
для изучения данной учебной дисциплины

№ п.п.	Название учебной дисциплины	Раздел, темы
1.	Математика	весь курс
2.	Физика	весь курс
3.	Основы алгоритмизации и программирования	весь курс
4.	Теория вероятностей и математическая статистика	весь курс
5.	Электронные компоненты	весь курс
6.	Электронные компоненты и биомедицинские сенсоры	весь курс
7.	Электронные приборы	весь курс
8.	Начертательная геометрия и инженерная графика	весь курс
9.	Прикладные пакеты векторной графики	весь курс

1.1 Содержание учебной дисциплины

Таблица 1 – Содержание учебной дисциплины для специальностей 1-36 04 01, 1-39 02 02, 1-39 02 03

№ тем	Наименование разделов, тем	Содержание тем
Раздел 1. Основы проектирования устройств с управлением на базе микроконтроллеров		
1	Краткий обзор архитектуры микроконтроллера	Современное состояние и перспективы развития производства средств медицинской электроники под управлением микроконтроллеров. Обзор существующих типов микроконтроллеров. Обзор архитектуры микроконтроллера.
2	Система команд микроконтроллера	Особенности тактирования и длительности командного цикла. Система команд микроконтроллера: арифметические операции, логические операции, команды передачи данных, операции с битами, программные переходы, холостая команда, условные обозначения и особенности косвенной адресации.
3	Организация памяти микроконтроллеров	Организация памяти программ, Организация памяти данных, регистры общего назначения, ячейки памяти с битовой адресацией, организация стека, регистры специального назначения, внешнее ОЗУ микроконтроллера, доступ к пользовательской памяти XRAM. Примеры работы с памятью
4	Порты ввода вывода микроконтроллеров	Функциональная схема порта ввода-вывода, приоритетный декодер матрицы для коммутации цифровых ресурсов с внешними выводами, инициализация порта ввода/вывода. Регистры специального назначения: регистр управления

№ тем	Наименование разделов, тем	Содержание тем
		приоритетным декодером матрицы и коммутации цифровых ресурсов, регистр запрета коммутации. Примеры работы с портами ввода–вывода.
5	Программирование таймер-счетчиков и отсчет временных интервалов	Общие сведения о таймер-счетчиках микроконтроллера, структура 16-разрядного таймер-счетчика микроконтроллера. Режимы работы таймеров 0 и 1: режим 1 (16-разрядный таймер-счетчик), оконный режим, режим 2 (8-разрядный таймер-счетчик с перезагрузкой). Регистры специального назначения: регистр управления таймер-счетчиками 0 и 1, регистр режима работы таймер-счетчиков 0 и 1, регистр управления тактированием таймер-счетчиков. Примеры работы с таймер-счетчиками.
6	Система прерываний микроконтроллера	Понятие источников прерываний и уровней приоритета, распределение источников прерываний между встроенными периферийными модулями и внешними входными выводами, внешние прерывания, Регистры специального назначения: регистры разрешения прерываний, регистры приоритетов прерываний. Примеры работы с прерываниями.
7	Встроенный аналогово-цифровой преобразователь микроконтроллера	Дискретизация аналоговых сигналов, Критерий Котельникова (Найквиста). Дискретизация сигнала с частотой большей 0,5 от частоты дискретизации. Структура 10-разрядного аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) микроконтроллера: аналоговый мультиплексор, модуль программно управляемого усилителя, модуль аналогово-цифрового преобразователя, датчик температуры кристалла. Режимы работы аналогово-цифрового преобразователя: режим преобразования сигнала, режим слежения. Время установления сигнала Регистры специального назначения: регистр конфигурации АЦП, регистр управления АЦП. Примеры работы с АЦП микроконтроллера.
8	Встроенный цифро-аналоговый преобразователь микроконтроллера	Структура 10-разрядного цифро-аналогового преобразователя микроконтроллера. Максимальный выходной ток этого ЦАП. Обновление выходного сигнала ЦАП: обновление выходного сигнала «по требованию», обновление выходного сигнала при переполнении таймера, обновление выходного сигнала по фронту тактирующего сигнала. Форматирование входных данных ЦАП. Источник опорного напряжения. Регистры специального назначения: регистр управления ЦАП, регистр управления Источником опорного напряжения. Примеры работы с цифро-аналоговым преобразователем микроконтроллера.
9	Встроенные компараторы сигналов микроконтроллера	Функциональная схема компаратора, гистерезис компаратора. Компаратор микроконтроллера в качестве источника сброса. Регистры специального назначения: регистр управления компаратором, регистр выбора канала мультиплексора компаратора. Примеры работы с компараторами микроконтроллера.

№ тем	Наименование разделов, тем	Содержание тем
10	Встроенный программируемый массив счетчиков микроконтроллера	Структурная схема программируемого массива счетчиков. Таймер-счетчик модуля программируемого массива счетчиков. Режимы программируемого массива счетчиков: режим захвата по фронту сигнала, режим программного таймера (сравнения), режим высокоскоростного выхода, режим выхода заданной частоты, режим 8-разрядного широтно-импульсного модулятора, режим 16-разрядного широтно-импульсного модулятора, режим сторожевого таймера. Регистры специального назначения: регистр управления программируемым массивом счетчиков, регистр режима программируемого массива счетчиков, регистры управления модулями захват–сравнение. Примеры работы с программируемым массивом счетчиков микроконтроллера.
11	Встроенный универсальный асинхронный приемопередатчик	Классификация протоколов передачи данных. Виды протоколов последовательной передачи данных. Формат передаваемых данных, Скорость передачи. Порядок обмена по интерфейсу RS-232C. Структурная схема универсального асинхронного приемопередатчика. Усовершенствованный режим генерации скорости передачи данных. Режимы работы: 8-разрядный асинхронный приемопередатчик, 9-разрядный асинхронный приемопередатчик. Поддержка связи с несколькими микроконтроллерами. Регистры специального назначения: регистр управления универсальным асинхронным приемопередатчиком. Примеры работы с универсальным асинхронным приемопередатчиком микроконтроллера.
12	Модуль SMBus, передача данных по протоколу I2C	Структурная схема модуля SMBus. Подключение к шине SMBus, Протокол SMBus, растягивание тактового сигнала, таймаут низкого уровня на линии SCL таймаут высокого уровня на линии SCL. Управление и работа модуля SMBus / I2C микроконтроллера. Режимы работы модуля SMBus: режим ведущего передатчика, режим ведущего приемника, режим ведомого передатчика. Скорость передачи данных по шине SMBus. Примеры работы с модулями SMBUS микроконтроллера
13	FLASH-память микроконтроллера	Назначение встроенной перепрограммируемой Flash-памяти микроконтроллера. Блокировка Flash-памяти и ключевой код. Процедура стирания Flash-памяти. Процедура записи Flash-памяти. Долговременное хранение данных. Защита Flash-памяти. Регистры специального назначения: регистр управления записью–стиранием памяти программ, регистр блокировки и ключевого кода Flash-памяти. Примеры работы с Flash-памятью микроконтроллера.
14	Источники сброса микроконтроллера	Структурная схема источников сброса. Виды сброса микроконтроллера: сброс при включении питания, сброс при исчезновении питания и схема слежения за напряжением питания, внешний сброс, сброс от детектора исчезновения

№ тем	Наименование разделов, тем	Содержание тем
		тактирования, сброс от компаратора, сброс от сторожевого таймера программируемого массива счетчиков, сброс от контроллера Flash-памяти, программный сброс. Регистры специального назначения: регистр источников сброса.
15	Алгоритмы работы с внешним жидкокристаллическим индикаторами	Упрощенная структурная схема контроллера ЖКИ. Программирование ЖКИ-модуля: подключение к управляющей системе, операции записи для 8-ми разрядной шины, операции чтения для 8-ми разрядной шины, операция записи для 4-х разрядной шины, операция чтения для 4-х разрядной шины. Значения временных характеристик: операция записи, операция чтения. Флаги, управляющие работой контроллера ЖКИ. Примеры работы с модулями ЖКИ.
Раздел 2. Основы проектирования программно-управляемых устройств на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС)		
16	Основные характеристики, области применения и классификация программно-управляемых микроконтроллерных устройств	Общая характеристика и области применения программно-управляемых микроконтроллерных устройств. Типовые варианты архитектуры и структуры микроконтроллерных устройств. Классификация микроконтроллерных устройств. Эволюция микроконтроллерных устройств.
17	Основные принципы построения программно-управляемых устройств на основе микроконтроллеров и программируемых логических интегральных схем	Требования к конструкции программно-управляемых устройств на основе микроконтроллеров и программируемых логических интегральных схем. Этапы проектирования программно-управляемых устройств.
18	Вентили диодно-транзисторной логики	Вентили диодно-транзисторной логики. Параметры вентиляей: коэффициент объединения по входу, коэффициент разветвления по выходу, задержка распространения сигнала, потребляемая мощность.
19	Элементы транзисторно-транзисторной логики	Вентили с резистивной и активной нагрузкой. Монтажная логика. Вентили с 3-мя состояниями. Схема транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) с диодами Шоттки.
20	Интегральная инжекционная логика	И2Л-инвертор. И2Л-вентиль с двумя входами, реализующий операцию ИЛИ-НЕ. И2Л-вентиль с двухколлекторным транзистором и с монтажными связями с другими И2Л-вентильями.
21	Логические элементы на полевых транзисторах и кмоп-структурах	Вентили И-НЕ и ИЛИ-НЕ на n-канальных нормально закрытых МОП-транзисторах. n-МОП-инвертор с обедненным транзистором в качестве нагрузки. pМОП-инвертор. КМОП-

№ тем	Наименование разделов, тем	Содержание тем
		инвертор. КМОП-клапаны И-НЕ и ИЛИ-НЕ.
22	Источники опорного напряжения и постоянного тока	Транзисторный источник напряжения. Стабилизированный источник напряжения. Транзисторный источник. Смещение, рабочий диапазон ИТ. Стабилизированный источник тока. Токовое зеркало. Каскадный источник тока.
23	Краткий обзор архитектуры программируемых логических интегральных схем	Классификация программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Основные структуры. Краткий обзор архитектуры программируемых логических интегральных схем. Основные свойства ПЛИС.
24	ПЛИС архитектуры CPLD	Основные структуры программируемых логических интегральных схем архитектуры CPLD. Внутренняя структура: блок ввода-вывода, функциональные преобразователи, макроячейка.
25	ПЛИС архитектуры FPGA	Основные структуры программируемых логических интегральных схем архитектуры FPGA. Внутренняя структура: блок ввода-вывода, настраиваемый логический блок, программируемый межсоединения.
26	Способы создания проектов микроэлектронных устройств на основе программируемых логических интегральных схем	Параметрические элементы и их свойства. Создание проектов на основе параметрических элементов. Параметрические элементы и способы задания их параметров.
27	Основы проектирования микроэлектронных устройств на основе параметрических элементов	Параметрические элементы и их свойства. Создание проектов на основе параметрических элементов. Параметрические элементы и способы задания их параметров.
28	Основы языка описания аппаратуры VHDL.	Язык описания аппаратуры VHDL. Основные понятия языка VHDL. Структура языка VHDL. Создание проектов на языке VHDL.

2. Информационно-методический раздел

2.1 Литература

2.1.1 Основная

1. Шпак, Ю. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров/ Ю. Шпак. - 2-е издание - Корона-Век, МК-Пресс. 2011
2. Васильев, А. Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений/ А.Е. Васильев – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 304 с: ил.
3. Болл, С. Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров / С. Р. Болл. – М. : Издат. дом «Додэка-XXI», 2007.
4. Иди, Ф. Сетевой и межсетевой обмен данными с микроконтроллерами / Ф. Иди. – М. : Издат. дом «Додэка-XXI», 2007.
5. Клайв, М. Проектирование на ПЛИС. Архитектура, средства и методы / М. Клайв. – М. : Издат. дом «Додэка-XXI», 2007.
6. Шагурин, И. И. Современные микроконтроллеры и микропроцессоры : справочник / И. И. Шагурин. – М. : Горячая линия-Телеком, 2004.
7. Новиков, Ю. В. Основы микропроцессорной техники. Курс лекций./ Ю.В. Новиков, П.К. Скоробогатов — М.: Интернет-университет информационных технологий, 2003. — ISBN 5-7163-0089-8
8. Стешенко, В. Б. ПЛИС фирмы «Altera» : элементная база, система проектирования и языки описания аппаратуры / В. Б. Стешенко. – М. : Издат. дом «Додэка-XXI», 2002.
9. Кузелин, М. О. Современные семейства ПЛИС фирмы Xilinx : справочное пособие / М. О. Кузелин, Д. А. Кнышев, В. Ю. Зотов. – М. : Горячая линия-Телеком, 2004.
10. Суворова, Е. А. Проектирование цифровых систем на VHDL / Е. А. Суворова, Ю. Е. Шейнин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003.

2.1.2 Дополнительная

1. Хоровиц, П. Искусство схемотехники. Т. 1-3 / П. Хоровиц, У. Хилл. – М. : Мир, 1994.
2. Яценков, В. С. Микроконтроллеры MicroCHIP / В. С. Яценков. – М. : Горячая линия-Телеком, 2005.
3. Белоус, А. И. Схемотехника микросхем для высокопроизводительных систем обработки информации / А. И. Белоус, В. Н. Пономарь, А. В. Силин. – Минск : Полифакт, 1998.
4. Аваев, Н. А. Основы микроэлектроники / Н. А. Аваев, Ю. Ф. Наумов, В. Т. Фролкин. – М. : Радиосвязь, 1991

2.2 Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения лабораторных работ

1. Учебная телевизионная система с мультимедийным проектором.
2. Персональные компьютеры.
3. Компьютерные презентации.
4. Теле-, видеофильмы, компьютерные видеоролики.
5. Пакет MS Office.
6. Компьютерная программа ISE Xilinx.
7. Комплекты разработчика на базе СБИС Xilinx.
8. Компьютерная программа Silicon Laboratory IDE.
9. Комплекты разработчика на базе СБИС Silicon Laboratory.
10. Комплект разработчика на базе модуля Arduino.
11. Среда разработки Arduino IDE.
12. Кракасевич, С.В. Проектирование на основе микроконтроллеров.

Лабораторный практикум для студентов специальности «Медицинская электроника» дневной и заочной формы обучения в двух частях, часть 1. / С.В. Кракасевич, М.В. Давыдов, А.В. Смирнов, А.С. Терех, Л.В. Смирнов. – Минск : БГУИР, 2012.

13. Давыдов, М.В. Проектирование на основе микроконтроллеров. Уч.-метод. пос. для студ. Спец. «Медицинская электроника», дневной и заочной формы обучения./ М.В. Давыдов, А.Н. Осипов, С.В. Кракасевич, С.К. Дик, Н.С. Давыдова, М.М. Меженная, А.В. Смирнов, А.С. Терех. – Минск : БГУИР, 2012.

14. Давыдов, М.В. Программно-управляемые микроконтроллерные устройства: пособие. Пособие для студ. спец. 1-36 04 01, 1-39 02 02, 1-39 02 03. / М.В. Давыдов, А.В. Фролов, Н.С. Давыдова, М.М. Меженная, А.М. Воробей, П.В. Камлач, Г.П. Будько. – Минск : БГУИР, 2016.

15. Давыдов, М.В. Программно-управляемые микроконтроллерные устройства. Лабораторный практикум: пособие для студ. спец. 1-36 04 01, 1-39 02 02, 1-39 02 03. / М.В. Давыдов, С.В. Кракасевич, Н.С. Давыдова, М.М. Меженная. – Минск : БГУИР, 2017.

2.3. Перечень тем практических занятий, их название

Целью практических занятий является закрепление теоретического курса, приобретение навыков решения задач, активизация самостоятельной работы студентов.

Таблица 2 – Перечень тем практических занятий, их название для специальностей 1-36 04 01, 1-39 02 02, 1-39 02 03

№ темы по п.1	Название практического занятия	Содержание (если название практического занятия отражает его содержание, то столбец удаляется)	Обеспеченность по пункту 2.2
1	2	3	4
1, 17	Выбор микроконтроллера.	Обзор возможностей современных микроконтроллеров. Выбор необходимой для проекта периферии.	1, 2, 13, 14
2, 17, 26	Этапы проектирования микропроцессорных систем.	Разработка структурной схемы прибора. Основные блоки проектируемых устройств.	1, 2, 13, 14
1, 16	Алгоритмы работы устройств.	Разработка концептуального и функционального алгоритмов работы приборов.	1, 2, 13, 14
15	Схемы сопряжения микропроцессора с биомедицинскими датчиками.	Способы схемотехнической реализации входных каскадов и методы программного управления ими.	1, 2, 13, 14
2	Числовые системы и коды.	Позиционные системы счисления. Двоичные и шестнадцатиричные числа. Представление чисел в прямом и дополнительном коде.	1, 2, 13, 14
23, 24, 25	Устройство и принципы работы программируемых логических интегральных схем.	Семейства ПЛИС. Внутреннее устройство плис. Принципы реализации логических функций.	1, 2, 13, 14
26, 27, 28	Принципы проектирования комбинационных логических схем.	Анализ и синтез комбинационных схем. Язык описания схем VHDL.	1, 2, 13, 14

2.4. Перечень тем лабораторных занятий, их название

Основная цель проведения лабораторных занятий состоит в закреплении теоретического материала курса, приобретении навыков выполнения эксперимента, обработки экспериментальных данных, анализа результатов, грамотного оформления отчетов.

Таблица 3 – Перечень тем лабораторных занятий, их название для специальностей 1-36 04 01, 1-39 02 02, 1-39 02 03

№ темы по п.1	Наименование лабораторной работы	Обеспеченность по пункту 2.2
1	2	3
4	Изучение внутренней структуры микропроцессора и особенностей программирования на языке С.	2, 8,12

№ темы по п.1	Наименование лабораторной работы	Обеспеченность по пункту 2.2
5, 6	Работа с таймер-счетчиками микроконтроллера. генерация сигналов с произвольной частотой и скважностью.	2, 8, 9,12
7	Работа со встроенным АЦП микроконтроллера.	2, 8, 9, 12
8	Генерация аналоговых сигналов посредством цифро-аналогового преобразователя.	2, 8, 9, 12
11	Работа с универсальным асинхронным приемопередатчиком UART. организация связи по интерфейсу RS-232.	2, 8, 9, 10, 11,12
9	Изучение принципов широтно-импульсной модуляции на основе программируемого массива счетчиков.	2, 8, 9, 10, 11,12
12	Организация вывода информации на LCD дисплей.	2, 8, 9, 10, 11,12
12	Организация связи микроконтроллера с мобильным устройством по протоколу Bluetooth.	2, 8, 9, 10, 11,12
23	Проектирование цифровых устройств в САПР WEBPACK ICE.	2, 6, 7, 14
26	Создание комбинационных схем методами графического проектирования в приложении Schematic.	2, 6, 7, 14
27	Создание описания дешифратора и шифратора на языке VHDL.	2, 6, 7, 14
28	Создание описания мультиплексора на языке VHDL.	2, 6, 7, 14

2.5 Курсовой проект, его характеристика (для специальности 1-39 02 03 «Медицинская электроника»)

Целью курсового проектирования является систематизация и закрепление теоретических знаний студентов по основным разделам курса, получение практических навыков программирования на языке ассемблер и разработки СМЭ на основе микроконтроллеров.

Темы курсовых проектов должны быть посвящены проектированию основных блоков и узлов медицинских аппаратов, а также самих медицинских аппаратов; выполнению научно-исследовательских работ, связанных с данной тематикой в рамках госбюджетных и хоздоговорных научно-исследовательских работ и заказов предприятий и организаций. Научно-исследовательские проекты должны содержать аналитический материал по решаемой проблеме, теоретический и экспериментальный разделы.

Курсовой проект должен быть выполнен в соответствии с заданием и представлен пояснительной запиской и комплектом графической части. Объем пояснительной записки 35-40 стр. рукописного текста с иллюстрациями

(формат А4), приложением из технологических документов и спецификаций (при необходимости), графической части формата А1.

Зачётных единиц по КП – 1.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Медицинский электронный термометр.
2. Аппарат измерения артериального давления с микропроцессорным управлением
3. Устройство электростимуляции групп мышц с биологической обратной связью.
4. Разработка микропроцессорной скрининг-системы.
5. Глюкометр.
6. Аппарат УЗ-терапии с микропроцессорным управлением.
7. Аппарат ДМВ-терапии с микропроцессорным управлением.
8. Микропроцессорный блок обработки изображения томографа.
9. Микропроцессорный блок управления аппарата гальванизации и лечебного электрофореза.

2.6 Контрольная работа

Таблица 4 – Перечень тем контрольных работ, их название и содержание для специальности 1-39 02 02

№ темы по п.1	Наименование контрольной работы	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
4, 5, 6	КР №1. Разработка программы генерации сигналов с произвольной скважностью.	Исходными данными для выполнения контрольной работы №1 является вариант задания в виде таблицы содержащей 3 режима частоты и скважности сигнала. Целью контрольной работы является систематизация и закрепление теоретических знаний студентов в области программирования микроконтроллеров, углубленное изучение регистров управления микроконтроллера, получение практических навыков работы с пакетами проектирования программ для микроконтроллеров. При выполнении контрольной работы необходимо выполнить инициализацию портов ввода-вывода микроконтроллера, внутреннего	2, 8, 9, 13

№ темы по п.1	Наименование контрольной работы	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
		<p>контроллера прерываний и таймер-счетчика, рассчитать константы для обеспечения заданных режимов работы (генерации заданной частоты и скважности сигнала).</p> <p>Результатом выполнения контрольной работы является алгоритм работы программы и программный код на языке С.</p>	
26, 28	<p>КР №2. Проектирование цифровых схем с использованием графического редактора и текстового описания на языке описания аппаратуры.</p>	<p>Исходными данными для выполнения контрольной работы №2 является вариант задания в виде логической функции, выдаваемый преподавателем.</p> <p>Целью контрольной работы является систематизация и закрепление теоретических знаний студентов по основным разделам дисциплины, углубленное изучение методики проектирования цифровых устройств с использованием программируемых логических интегральных схем, получение практических навыков работы с пакетами проектирования на основе программируемых логических интегральных схем. При выполнении контрольной работы необходимо произвести синтез логической функции, полученной в качестве варианта задания, в пакете программного комплекса, используемого для проектирования на основе программируемых логических интегральных схем.</p> <p>По заданной исходной логической функции проводится ввод и синтез схемы в графическом виде и с использованием языка описания аппаратуры, компиляция проекта и получение временных диаграмм и таблицы истинности логической функции.</p>	2, 6, 7, 14

3.1. Учебно-методическая карта учебной дисциплины в дневной форме обучения

Используемые сокращения:

ЗЛР – защита лабораторной работы;

КО – контрольный опрос;

КР – контрольная работа

Таблица 5 – Учебно-методическая карта учебной дисциплины в дневной форме получения образования для специальностей 1-36 04 01, 1-39 02 02, 1-39 02 03

Номер раздела, темы по п.1	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний
		ЛК	Лаб. зан.	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7
Пятый семестр						
Раздел 1. Основы проектирования устройств с управлением на базе микроконтроллеров						
1	Краткий обзор архитектуры микроконтроллера	2			2	КО
2	Система команд микроконтроллера	4			2	КО
3	Организация памяти микроконтроллеров	2			4	КО
4	Порты ввода вывода микроконтроллеров	2	4		4	КО, ЗЛР
5	Программирование таймер-счетчиков и отсчет временных интервалов	4	4		4	КО, ЗЛР
6	Система прерываний микроконтроллера	4	4		4	КО, ЗЛР
7	Встроенный аналогово-цифровой преобразователь микроконтроллера	4	4		4	КО, ЗЛР
8	Встроенный цифро-аналоговый преобразователь микроконтроллера	2	4		4	КО, ЗЛР
9	Встроенные компараторы сигналов микроконтроллера	2	4		4	КО, ЗЛР
10	Встроенный программируемый массив счетчиков микроконтроллера	4			4	КО
11	Встроенный универсальный асинхронный приемо-передатчик	4	4		4	КО, ЗЛР
12	Модуль SMBus, передача данных по протоколу I2C	4	4		4	КО, ЗЛР
13	FLASH-память микроконтроллера	4			2	КО
14	Источники сброса микроконтроллера	2			2	КО
15	Алгоритмы работы с внешним жидкокристаллическим индикаторами	4			4	КО
	Текущая аттестация					зачет
	Итого пятый семестр	48	32		52	

Номер раздела, темы по п.1	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний
		ЛК	Лаб. зан.	ПЗ		
Шестой семестр						
Раздел 2. Основы проектирования программно-управляемых устройств на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС)						
16	Основные характеристики, области применения и классификация программно-управляемых микроконтроллерных устройств	2			4	КО
17	Основные принципы построения программно-управляемых устройств на основе микроконтроллеров и программируемых логических интегральных схем	2			6	КО
18	Вентили диодно-транзисторной логики	2			4	КО
19	Элементы транзисторно-транзисторной логики	2			4	КО
20	Интегральная инжекционная логика	2			4	КО
21	Логические элементы на полевых транзисторах и кмп-структурах	2			6	КО
22	Источники опорного напряжения и постоянного тока	2			4	КО
23	Краткий обзор архитектуры программируемых логических интегральных схем	4	4		4	КО, ЗЛР
24	ПЛИС архитектуры CPLD	4			8	КО
25	ПЛИС архитектуры FPGA	4		4	8	КО
26	Способы создания проектов микроэлектронных устройств на основе программируемых логических интегральных схем	6	4	4	14	КО, ЗЛР
27	Основы проектирования микроэлектронных устройств на основе параметрических элементов	6	4	4	14	КО, ЗЛР
28	Основы языка описания аппаратуры VHDL.	10	4	4	20	КО, КР, ЗЛР
	Текущая аттестация					экзамен
	Итого шестой семестр	48	16	16	100	
	Итого	96	48	16	152	

3.2. Учебно-методическая карта учебной дисциплины в заочной форме обучения

Таблица 6 – Учебно-методическая карта учебной дисциплины в заочной форме получения образования для специальностей 1-39 02 02

Номер раздела, темы по п.1	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний
		ЛК	Лаб. зан.	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7
Седьмой семестр						
Раздел 1. Основы проектирования устройств с управлением на базе микроконтроллеров						
1	Краткий обзор архитектуры микроконтроллера	2			4	КО
2	Система команд микроконтроллера	2		2	4	КО, КР
3	Организация памяти микроконтроллеров				8	КО
4	Порты ввода вывода микроконтроллеров		4		8	КО, ЗЛР
5	Программирование таймер-счетчиков и отсчет временных интервалов	2	4		8	КО, ЗЛР
6	Система прерываний микроконтроллера				8	КО
7	Встроенный аналогово-цифровой преобразователь микроконтроллера				8	КО
8	Встроенный цифро-аналоговый преобразователь микроконтроллера				8	КО
9	Встроенные компараторы сигналов микроконтроллера				8	КО
10	Встроенный программируемый массив счетчиков микроконтроллера				8	КО
11	Встроенный универсальный асинхронный приемо-передатчик				8	КО
12	Модуль SMBus, передача данных по протоколу I2C				8	КО
13	FLASH-память микроконтроллера				9	КО
14	Источники сброса микроконтроллера				9	КО
15	Алгоритмы работы с внешним жидкокристаллическим индикаторами	2			8	КО, КР
	Текущая аттестация					зачет
	Итого седьмой семестр	8	8	2	114	
Восьмой семестр						
Раздел 2. Основы проектирования программно-управляемых устройств на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС)						
16	Основные характеристики, области применения и классификация программно-управляемых микроконтроллерных устройств	2		2	8	КО

Номер раздела, темы по п.1	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний
		ЛК	Лаб. зан.	ПЗ		
17	Основные принципы построения программно-управляемых устройств на основе микроконтроллеров и программируемых логических интегральных схем	2		2	12	КО
18	Вентили диодно-транзисторной логики				8	КО
19	Элементы транзисторно-транзисторной логики				8	КО
20	Интегральная инжекционная логика				8	КО
21	Логические элементы на полевых транзисторах и кмп-структурах				12	КО
22	Источники опорного напряжения и постоянного тока				8	КО
23	Краткий обзор архитектуры программируемых логических интегральных схем				8	КО
24	ПЛИС архитектуры CPLD				16	КО
25	ПЛИС архитектуры FPGA				16	КО
26	Способы создания проектов микроэлектронных устройств на основе программируемых логических интегральных схем	2	4		20	КО, КР, ЗЛР
27	Основы проектирования микроэлектронных устройств на основе параметрических элементов				18	КО
28	Основы языка описания аппаратуры VHDL.	2		2	20	КО
	Текущая аттестация					экзамен
	Итого восьмой семестр	8	4	6	162	
	Итого	16	12	8	276	

4.1 Рейтинг-план дисциплины

ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА

для студентов дневной формы получения образования

Специальности:

1-36 04 01 Программно-управляемые электронно-оптические системы

1-39 02 02 Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств

1-39 02 03 Медицинская электроника
курс 3, семестр 5

Количество часов по учебному плану 132, в т.ч. аудиторная работа 80, самостоятельная работа 52

Преподаватели Давыдов Максим Викторович

(доцент кафедры ЭТТ)

Кракаевич Сергей Викторович

(старший преподаватель кафедры ЭТТ)

Кафедра электронной техники и технологии

Рекомендовано на заседании кафедры

электронной техники и технологии

Протокол № 2 от 19.09.2016

Зав. кафедрой _____

/С.И. Мадвейко/

Преподаватель _____

/М.В. Давыдов/

Преподаватель _____

/С.В. Кракаевич/

Выставление отметки по текущей аттестации (зачет) допускается по результатам итогового рейтинга студента.

Виды учебной деятельности студентов	Модуль 1 (весовой коэффициент $vk_1=0,3$)		Модуль 2 (весовой коэффициент $vk_2=0,3$)		Модуль 3 (весовой коэффициент $vk_3=0,4$)		Итоговый контроль по всем модулям
	Календарные сроки сдачи	Весовой коэффициент отметки	Календарные сроки сдачи	Весовой коэффициент отметки	Календарные сроки сдачи	Весовой коэффициент отметки	
1. Лекционные занятия		$k_{11}=0,1$		$k_{12}=0,2$		$k_{13}=0,2$	
Темы 1,2,3,4,5	15.10.						
Темы 6,7,8,9,10,11			15.11.				
Темы 12,13,14,15					15.12.		
2. Лабораторные работы		$k_{21}=0,5$		$k_{22}=0,5$		$k_{23}=0,5$	
Тема 4,5,6	15.10.						
Тема 7,8,9			15.11.				
Тема 11,12					15.12.		
3. Контрольная работа	15.10.	$k_{41}=0,4$	15.11.	$k_{42}=0,3$	15.12.	$k_{43}=0,3$	
Модульный контроль		MP1		MP2		MP3	ИР

4.2 Рейтинг-план дисциплины

ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА

для студентов дневной формы получения образования

Рекомендовано на заседании кафедры

Специальности

1-36 04 01 Программно-управляемые электронно-оптические системы

электронной техники и технологии

1-39 02 02 Проектирование и производство программно-управляемых электронных средств

Протокол № 2 от 19.09.2016

1-39 02 03 Медицинская электроника

Зав. кафедрой _____

курс 3, семестр 6

/С.И. Мадвейко/

Преподаватель _____

Количество часов по учебному плану 180, в т.ч. аудиторная работа 80, самостоятельная работа 100

/М.В. Давыдов/

Преподаватель _____

Преподаватели Давыдов Максим Викторович

/С.В. Кракаевич/

(доцент кафедры ЭТТ)

Кракаевич Сергей Викторович

(старший преподаватель кафедры ЭТТ)

Кафедра электронной техники и технологии

Выставление отметки по текущей аттестации (экзамен) допускается по результатам итогового рейтинга студента.

Виды учебной деятельности студентов	Модуль 1 (весовой коэффициент $vk_1=0,3$)		Модуль 2 (весовой коэффициент $vk_2=0,3$)		Модуль 3 (весовой коэффициент $vk_3=0,4$)		Итоговый контроль по всем модулям
	Календарные сроки сдачи	Весовой коэффициент отметки	Календарные сроки сдачи	Весовой коэффициент отметки	Календарные сроки сдачи	Весовой коэффициент отметки	
1. Лекционные занятия		$k_{11}=0,1$		$k_{12}=0,1$		$k_{13}=0,1$	
Темы 16,17,18,19,20,21,22,23	15.03.						
Темы 24,25,26			15.04.				
Темы 27,28					15.05.		
2. Лабораторные работы		$k_{21}=0,3$		$k_{22}=0,3$		$k_{23}=0,4$	
Тема 23,26	15.03.						
Темы 27			15.04.				
Тема 28					15.05.		
3. Практические занятия		$k_{31}=0,4$		$k_{32}=0,3$		$k_{33}=0,3$	
Тема 25,26	15.03.						
Тема 27			15.04.				
Темы 28					15.05.		
3. Контрольная работа	15.03.	$k_{41}=0,2$	15.04.	$k_{42}=0,3$	15.05.	$k_{43}=0,2$	
Модульный контроль		MP1		MP2		MP3	ИР

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Код и наименование специальности (направления специальности) (или перечень учебных дисциплин)	Выпускающая кафедра (или кафедра, обеспечивающая учебную дисциплину по п.1)	Предложения об изменениях в содержании по изучаемой учебной дисциплине	Подпись заведующего выпускающей кафедрой (или кафедрой, обеспечивающей учебную дисциплину по п.1) с указанием номера протокола и даты заседания кафедры
1	2	3	4
Программно-управляемое технологическое оборудование	ЭТТ	нет	(подпись) Протокол № 2 от 19.09.2016
Программно-управляемые электронные средства	ЭТТ	нет	
Системы управления электронно-оптическими комплексами	ЭТТ	нет	
Электронные медицинские аппараты, системы и комплексы	ЭТТ	нет	
Электронные средства лабораторной диагностики, электронной диагностики и экологического контроля	ЭТТ	нет	
Обслуживание, диагностика и ремонт средств медицинской электроники	ЭТТ	нет	

Заведующий кафедрой ЭТТ

С.И. Мадвейко