

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль «Промышленная электроника»  
РПД Б1.В.15 «Аппаратные средства микроконтроллеров»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО  
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске  
В.В. Рожков  
«28» 08 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Аппаратные средства микроконтроллеров**  
(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**

Профиль: **«Промышленная электроника»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года 11 месяцев**

Форма обучения: **заочная**

Год набора: **2019**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 927

**Программу составил:**

доцент

«Электроники и микропроцессорной техники»

канд. техн. наук, доцент

Амелина Марина Аркадьевна  
ФИО

«26» июня 2019 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники» «28» июня 2019 г., протокол № 11

**Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:**

подпись

Якименко Игорь Владимирович  
ФИО

«02» июля 2019 г., протокол № 11

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

Зуева Елена Владимировна  
ФИО

« 02 » июля 2019 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** является подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению бакалавриата 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачи:** изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Б1.В.15 «Аппаратные средства микроконтроллеров» относится к вариативной части программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.В.01 «Основы информационной электроники»; Б1.В.03 «Встраиваемые системы», Б1.В.04 «Приемопередающие устройства», Б1.В.07 «Основы цифровой электроники», Б1.В.10 «Аналоговые и цифровые преобразователи сигналов», Б1.В.ДВ.02.01 «Автоматизированное проектирование электронных устройств», Б1.В.ДВ.02.02 «Конструирование электронных устройств», Б2.В.03(Н) «Научно-исследовательская работа».

Перечень дисциплин, знания, умения и навыки, которых формируются параллельно с данной дисциплиной: Б1.В.16 «Проектирование электронных устройств».

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной: Б3.01 «Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

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

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-3 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1 Выполняет расчет электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием	<b>Знает:</b> Как выполнять расчет электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на основе микроконтроллеров в соответствии с техническим заданием <b>Умеет:</b> Выполнять расчет электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на основе микроконтроллеров в соответствии с техническим заданием <b>Владет:</b> Методами выполнения расчетов электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на основе микроконтроллеров в соответствии с техническим заданием
	ПК-3.2 Выполняет проектирование электронных приборов, схем	<b>Знает:</b> Как выполнять проектирование электронных приборов, схем и устройств различ-

	<p>и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>ного функционального назначения на основе микроконтроллеров в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p> <p><b>Умеет:</b> Выполнять проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на основе микроконтроллеров в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p> <p><b>Владеет:</b> Методами выполнения проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на основе микроконтроллеров в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>
--	--	--

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
 Профиль «Промышленная электроника»  
 РПД Б1.В.15 «Аппаратные средства микроконтроллеров»



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Структура дисциплины:

Индекс	Наименование	Форма контроля								з.е.			Итого акад. часов					Курс 5									
		Экзамен	Зачет	Зачет с оц.	КР	Контр.	Реферат	РГР	Экспертное	Факт.	Часов в з.е.	Экспертное	По плану	Контакт. часы	СР	Контроль	Сессия 3										
																	з.е. на курс	Итого	Лек.	Лаб.	Пр	КРП	СР	Контроль	Формы контр.		
Б1.В.15	Аппаратные средства микроконтроллеров	5			5				6	6	36	216	216	20	187	9	6	216	8	8		4	187	9	эр		

##### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

##### Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз — экзамен;

ЗаО — зачет с оценкой;

За — зачет;

##### Виды работ:

Контакт. — контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. — лекционные занятия;

Лаб. — лабораторные работы;

Пр. — практические занятия;

КРП — курсовая работа (курсовой проект);

РГР — расчетно-графическая работа (реферат);

СР — самостоятельная работа студентов;

з.е. — объем дисциплины в зачетных единицах.

**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание																																						
1	лекционные занятия 4 шт. по 2 часа (8 час.): 1.1 Таймеры МК AVR, основные сведения. 1.2 Основные сведения о блоках аналогового компаратора и АЦП МК AVR. 1.3 Основные сведения о каналах последовательного ввода-вывода МК AVR. Блоки последовательных интерфейсов USART, SPI. 1.4 Блок интерфейса I2C (TWI) микроконтроллера, основные сведения. Обмен по последовательному однопроводному интерфейсу 1-WIRE.																																						
2	лабораторные работы 2 шт. по 4 часа (8 час.): 2.1 Измерение временных интервалов и частоты с помощью таймеров микроконтроллера. 2.2 Измерение напряжений с помощью встроенного АЦП микроконтроллера.																																						
3	практические занятия 0 шт. по 2 часа (0 час.): –																																						
4	Курсовая работа «Разработка аппаратных и программных средств электронных устройств на основе микроконтроллеров» (4 час.)																																						
5	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">самостоятельная работа студентов:</td> <td style="text-align: right;">час.</td> </tr> <tr> <td>5.1. Изучение материалов лекций</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>5.2. Подготовка к практическим занятиям</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>5.3. Подготовка к лабораторным работам</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>5.4. Курсовая работа</td> <td style="text-align: right;">36</td> </tr> <tr> <td>5.5. Самостоятельное изучение материалов дисциплины</td> <td style="text-align: right;">135</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.1 IDE разработки программ на языке C для МК AVR CodeVisionAVR. Генератор предварительного кода Code Wizard AVR.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.2 Создание совместных модельных проектов микроконтроллерных устройств Proteus-CodeVisionAVR. Использование отладчика в среде Proteus.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.3 Таймеры МК AVR. Внешние выходы микроконтроллера (МК), связанные с таймерами-счетчиками. Прерывания от таймеров-счетчиков.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.4 Регистры маски и флагов прерываний. Формирование сигнала внутреннего запроса прерывания от таймера».</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.5 Обобщенная структурная схема простейшего таймера-счетчика. Режим инкрементального счёта Normal.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.6 Пределители таймеров-счетчиков различных исполнений. Их структурные схемы.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.7 сторожевой таймер (watchdog). Его работа, программирование и основные функции.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.8 8-разрядные таймеры-счетчики МК AVR различных исполнений. Структура таймера T0 (2-е исполнение) в МК atmega16, atmega328p.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.9 Структура таймера T2 (3-е исполнение) в МК atmega16, atmega328p. Асинхронный режим работы таймера T2.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.10 Регистры 8-разрядных таймеров T0, T2 и назначение их отдельных разрядов.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.11 Режимы работы 8-разрядных таймеров. Режим NORMAL. Схема совпадения. Режим CTC (Сброс при совпадении – Clear Timer on Compare match).</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.12 Организация часов реального времени на таймере T2. Настройка режимов работы таймеров МК с помощью мастера предварительного кода CodeWizardAVR.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5.5.13 Режимы работы 8-разрядных таймеров. Режимы генерации ШИМ-сигналов. Режим Fast PWM и Phase Correct PWM.</td> </tr> </table>	самостоятельная работа студентов:	час.	5.1. Изучение материалов лекций	8	5.2. Подготовка к практическим занятиям	0	5.3. Подготовка к лабораторным работам	8	5.4. Курсовая работа	36	5.5. Самостоятельное изучение материалов дисциплины	135	5.5.1 IDE разработки программ на языке C для МК AVR CodeVisionAVR. Генератор предварительного кода Code Wizard AVR.		5.5.2 Создание совместных модельных проектов микроконтроллерных устройств Proteus-CodeVisionAVR. Использование отладчика в среде Proteus.		5.5.3 Таймеры МК AVR. Внешние выходы микроконтроллера (МК), связанные с таймерами-счетчиками. Прерывания от таймеров-счетчиков.		5.5.4 Регистры маски и флагов прерываний. Формирование сигнала внутреннего запроса прерывания от таймера».		5.5.5 Обобщенная структурная схема простейшего таймера-счетчика. Режим инкрементального счёта Normal.		5.5.6 Пределители таймеров-счетчиков различных исполнений. Их структурные схемы.		5.5.7 сторожевой таймер (watchdog). Его работа, программирование и основные функции.		5.5.8 8-разрядные таймеры-счетчики МК AVR различных исполнений. Структура таймера T0 (2-е исполнение) в МК atmega16, atmega328p.		5.5.9 Структура таймера T2 (3-е исполнение) в МК atmega16, atmega328p. Асинхронный режим работы таймера T2.		5.5.10 Регистры 8-разрядных таймеров T0, T2 и назначение их отдельных разрядов.		5.5.11 Режимы работы 8-разрядных таймеров. Режим NORMAL. Схема совпадения. Режим CTC (Сброс при совпадении – Clear Timer on Compare match).		5.5.12 Организация часов реального времени на таймере T2. Настройка режимов работы таймеров МК с помощью мастера предварительного кода CodeWizardAVR.		5.5.13 Режимы работы 8-разрядных таймеров. Режимы генерации ШИМ-сигналов. Режим Fast PWM и Phase Correct PWM.	
самостоятельная работа студентов:	час.																																						
5.1. Изучение материалов лекций	8																																						
5.2. Подготовка к практическим занятиям	0																																						
5.3. Подготовка к лабораторным работам	8																																						
5.4. Курсовая работа	36																																						
5.5. Самостоятельное изучение материалов дисциплины	135																																						
5.5.1 IDE разработки программ на языке C для МК AVR CodeVisionAVR. Генератор предварительного кода Code Wizard AVR.																																							
5.5.2 Создание совместных модельных проектов микроконтроллерных устройств Proteus-CodeVisionAVR. Использование отладчика в среде Proteus.																																							
5.5.3 Таймеры МК AVR. Внешние выходы микроконтроллера (МК), связанные с таймерами-счетчиками. Прерывания от таймеров-счетчиков.																																							
5.5.4 Регистры маски и флагов прерываний. Формирование сигнала внутреннего запроса прерывания от таймера».																																							
5.5.5 Обобщенная структурная схема простейшего таймера-счетчика. Режим инкрементального счёта Normal.																																							
5.5.6 Пределители таймеров-счетчиков различных исполнений. Их структурные схемы.																																							
5.5.7 сторожевой таймер (watchdog). Его работа, программирование и основные функции.																																							
5.5.8 8-разрядные таймеры-счетчики МК AVR различных исполнений. Структура таймера T0 (2-е исполнение) в МК atmega16, atmega328p.																																							
5.5.9 Структура таймера T2 (3-е исполнение) в МК atmega16, atmega328p. Асинхронный режим работы таймера T2.																																							
5.5.10 Регистры 8-разрядных таймеров T0, T2 и назначение их отдельных разрядов.																																							
5.5.11 Режимы работы 8-разрядных таймеров. Режим NORMAL. Схема совпадения. Режим CTC (Сброс при совпадении – Clear Timer on Compare match).																																							
5.5.12 Организация часов реального времени на таймере T2. Настройка режимов работы таймеров МК с помощью мастера предварительного кода CodeWizardAVR.																																							
5.5.13 Режимы работы 8-разрядных таймеров. Режимы генерации ШИМ-сигналов. Режим Fast PWM и Phase Correct PWM.																																							

- 5.5.14 16-разрядные таймеры. Структура 16-разрядного таймера T1 в МК atmega16, atmega328P. Схемы совпадения А и В в режимах СТС и генерации ШИМ-сигналов.
- 5.5.15 Блок захвата 16-разрядных таймеров. Использование блока захвата и внешних прерываний для измерения временных интервалов.
- 5.5.16 Регистры управления 16-разрядным таймером-счетчиком. Регистры TCCR1A, TCCR1B, назначение их отдельных бит.
- 5.5.17 Режимы работы 16-разрядных таймеров NORMAL и СТС – сброс при совпадении. Формирование меандра с изменяемой частотой и периодических импульсных последовательностей.
- 5.5.18 Режимы формирования ШИМ-сигналов 16-разрядным таймером. Режим Fast PWM. Режим Phase Correct PWM. Режим Phase and Frequency Correct PWM. Изменение частоты формируемых ШИМ-сигналов.
- 5.5.19 Аналоговый компаратор МК AVR. Структурная схема блока аналогового компаратора. Регистры управления аналоговым компаратором.
- 5.5.20 Измерение физических величин и параметров периодических сигналов с помощью аналогового компаратора микроконтроллера. Настройка аналогового компаратора в среде CodeWizardAVR.
- 5.5.21 Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) МК AVR. Структурная схема блока АЦП МК AVR.
- 5.5.22 Регистры управления АЦП (ADCSRA, SFIOR). Назначение их отдельных бит.
- 5.5.23 Функционирование АЦП с двоично-взвешенным приближением. Временные диаграммы преобразования АЦП.
- 5.5.24 Регистр аналогового мультиплексора блока АЦП ADMUX. Каналы с несимметричным и дифференциальным входом, формулы для расчета результата преобразования.
- 5.5.25 Функционирование АЦП МК AVR Atmega16. Основные параметры АЦП. Повышение точности преобразования.
- 5.5.26 Программирование АЦП МК AVR. Взаимодействие с АЦП в режиме одиночного запуска по программному опросу флага готовности данных и по прерыванию.
- 5.5.27 Программирование АЦП для дифференциального канала, выбор коэффициента усиления предварительного усилителя. Настройка АЦП в среде CodeWizardAVR.
- 5.5.28 Порты последовательного ввода-вывода МК AVR. Классификация каналов последовательного ввода-вывода по направлению передачи и способам формирования синхросигналов.
- 5.5.29 Блок универсального (синхронно/асинхронного) приемопередатчика USART, его структурная схема и основные регистры. Настройка параметров работы USART в среде CodeWizardAVR.
- 5.5.30 Передача данных в USART в асинхронном старт-стопном режиме. Программирование передачи.
- 5.5.31 Прием данных в USART в асинхронном старт-стопном режиме. Декодирование данных при приеме. Программирование приема.
- 5.5.32 Программирование обмена МК AVR с терминальным устройством посредством блока USART. Аппаратное сопряжение МК с внешними устройствами по интерфейсу RS232.
- 5.5.33 Блок последовательного синхронного полнодуплексного интерфейса SPI. Магистрально-радиальная сеть с SPI-интерфейсом.
- 5.5.34 Структурная схема модуля SPI в МК AVR. Регистры управления и состояния блока SPI. Процедура обмена данными по интерфейсу SPI.



	<p>5.5.35 Настройка блока SPI МК с помощью мастера предварительного кода CodeWizardAVR. Временные диаграммы обмена данными по интерфейсу SPI.</p> <p>5.5.36 Программирование обмена с МК по интерфейсу SPI. Работа с SPI ЦАП и с SPI температурными преобразователями и датчиками температуры.</p> <p>5.5.37 Блок последовательного двухпроводного интерфейса I2C (TWI). Общая характеристика интерфейса TWI, аппаратное подключение устройств к шине. Конфигурация сети I2C-устройств.</p> <p>5.5.38 Состояния старт и стоп на шине TWI. Адресный пакет и пакет данных. Типичный цикл обмена по интерфейсу I2C (TWI).</p> <p>5.5.39 Структурная схема модуля TWI. Формат регистров управления и состояния модуля TWI. Настройка модуля TWI в среде CodeWizardAVR.</p> <p>5.5.40 Программирование обмена по интерфейсу I2C (TWI). Взаимодействие прикладной программы с модулем TWI. Способы программирования обмена по интерфейсу I2C.</p> <p>5.5.41 Полудуплексный самосинхронизирующийся интерфейс 1-WIRE. Конфигурация сети устройств с интерфейсом 1-wire. Основные особенности информационного обмена по шине 1-Wire.</p> <p>5.5.42 Протокол обмена данными по шине 1-WIRE. Основные временные диаграммы. Настройка работы с температурными датчиками DS18B20 в среде CodeWizardAVR.</p> <p>5.5.43 Команды интерфейса 1-Wire. Формат идентификатора 1-wire устройства. Программирование обмена по интерфейсу 1-wire.</p> <p>5.5.44 Битовые операции в языке C</p>	
	<b>Всего:</b>	<b>187</b>
	5.6 Подготовка к экзамену	9

**Текущий контроль:** Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических и лабораторных занятиях.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция. Интерактивная лекция (лекция-визуализация). Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине.
2.	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде). Допуск к лабораторной работе.
3.	Консультации по курсовой работе (курсовому проекту)	Индивидуальные и групповые консультации.
4.	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).



5.	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса.
----	--	----------------------------

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине — экзамен.

### Перечень вопросов к экзамену

#### Вопросы по теории (1-ый вопрос билета)

##### *Таймеры*

1. Таймеры общего назначения МК ATmega16x. Краткая характеристика. Внешние выводы МК, используемые таймерами, их назначение.
2. Прерывания от таймеров. Регистры, управляющие прерываниями. Схема формирования сигналов таймерных запросов прерываний.
3. Структурная схема простейшего таймера счетчика. Счетный режим (Normal). Основные функции, реализуемые в режиме Normal.
4. Тактирование таймеров-счетчиков TIM0, TIM1, TIM2 МК Atmega16. Деление тактовой частоты делителем.
5. Делитель частоты. Структурная схема делителя. Использование делителей в таймерах.
6. Таймер TIM0 МК ATmega16x. Внешние выводы, используемые таймером TIM0. Основные регистры и режимы.
7. Таймер TIM1 МК ATmega16x. Краткая характеристика. Внешние выводы, используемые таймером TIM1. Основные регистры и их назначение.
8. Схема сравнения-совпадения таймеров-счетчиков. Формирование внешнего сигнала МК ОСnX (на примере формирования внешнего сигнала ОС0 таймера счетчика TIM0 в режимах CTC и PWM).
9. Блок захвата 16-разрядных таймеров. Его структурная схема и регистры с ним связанные.
10. Использование блока захвата и внешних прерываний для измерения длительности временных интервалов.
11. Режим CTC (Clear To Coincidence) – сброс при совпадении. Варианты использования режима CTC в системах на основе микроконтроллеров (МК).
12. Режим Fast PWM. Особенности режима Fast PWM в 16-разрядном таймере TIM1. Варианты использования режима в МК-системах.
13. Режим Phase Correct PWM. Особенности режима Phase Correct PWM в 16 разрядном таймере TIM1. Варианты использования режима в МК системах.
14. Изменение частоты генерируемых импульсов на выходе ОСnX в режимах таймера CTC, Fast PWM, Phase Correct PWM.
15. Изменение коэффициента заполнения генерируемых ШИМ-импульсов на выходе ОСnX в режимах таймера Fast PWM, Phase Correct PWM.

##### *Аналоговый компаратор и АЦП*

18. Аналоговый компаратор МК Atmega16. Его упрощенная структурная схема. Регистры, управляющие работой блока аналогового компаратора.
19. АЦП МК Atmega16. Его основные характеристики и возможности. Формулы связи выходного кода АЦП с его входным напряжением.

20. Упрощенная структурная схема блока АЦП МК Atmega16. Режим несимметричного и режим дифференциального входов. Формулы преобразования АЦП в каждом из режимов.
21. Основные регистры, управляющие работой аналого-цифрового преобразователя.
22. Назначение разрядов регистра ADCSRA, ADMUX.
23. Режимы обмена данными с АЦП: поллинг и по прерыванию.

#### *Последовательные интерфейсы*

24. Принцип последовательного обмена информацией. Классификация каналов последовательного обмена по направлению передачи и по способу формирования синхросигналов.
25. Асинхронный и синхронный последовательный обмен данными. Примеры временных диаграмм.
26. Формат кадра при асинхронном последовательном обмене через USART.
27. Передача данных в USART в асинхронном режиме.
28. Прием данных в USART в асинхронном режиме. Декодирование данных при приеме.
29. Последовательный периферийный интерфейс SPI. Краткая характеристика. Выводы интерфейса и их назначение.
30. Регистры SPI-интерфейса, назначение их основных бит.
31. Процедура обмена данными по интерфейсу SPI.
32. Последовательный двухпроводный интерфейс I2C (TWI). Краткая характеристика.
33. Основные временные диаграммы обмена по TWI: обмен данными, начало передачи, конец передачи.
34. Формат адресного пакета и пакета данных для шины TWI.
35. Типичный цикл обмена по I2C (TWI). Временные диаграммы.
36. Взаимодействие прикладной программы с модулем TWI. Способы программирования обмена по интерфейсу TWI (I2C).
37. Интерфейс 1-WIRE. Его основные характеристики.
38. Конфигурация системы (сети) на основе интерфейса 1-WIRE. Основные особенности информационного обмена по интерфейсу 1-WIRE.
39. Обмен данными по шине 1-WIRE. Краткое описание режимов (RESET, передача мастером, прием мастером).
40. ROM-команды интерфейса 1-WIRE. Идентификатор 1-WIRE устройства.

#### Практическое задание (2-ой вопрос билета)

1. Зависимость интервала между прерываниями таймеров МК ( $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ) в режиме CTC (при разрешении прерывания при совпадении) от тактовой частоты МК, коэффициента деления предделителя, значений регистров ( $OCRnX$ ,  $ICR1$ ) в режиме CTC. Получение заданного временного интервала между прерываниями.
2. Получение заданного интервала в секундах между прерываниями по совпадению таймера  $T_2$  в режиме CTC (при разрешении прерывания при совпадении) при тактировании его от внешнего кварцевого резонатора частотой 32768 Гц.
3. Зависимость частоты (периода) импульсного сигнала на выходе  $OCnX$  таймеров МК ( $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ) от тактовой частоты МК, коэффициента деления предделителя, значений регистров ( $OCRnX$ ,  $ICR1$ ) в режимах CTC, Fast PWM, Phase Correct PWM.
4. Зависимость коэффициента заполнения импульсного ШИМ-сигнала на выходе  $OCnX$  таймеров МК ( $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ) от разновидности режима (разрядности ШИМ), значений регистров ( $OCRnX$ ,  $ICR1$ ) в режимах Fast PWM, Phase Correct PWM.
5. Определение цифрового кода для преобразованного АЦП заданного уровня входного напряжения (режимы несимметричного и дифференциального входов).

6. Определение по выходному цифровому коду АЦП приближенного значения его входного напряжения.
7. Определение абсолютной и относительной погрешностей преобразования АЦП (источник погрешности – квантование по уровню).
8. Подключение светодиодов и кнопок к выводам параллельных портов микроконтроллера.
9. Битовые операции в языке Си. Ожидание логического нуля (единицы) в заданном разряде переменной или регистра МК.

Практическое задание на написание программы на языке С (3-ий вопрос билета)

1. Программная реализация счетчика внешних событий (кликов кнопки).
2. Программная реализация генератора прямоугольных импульсов меандр с перестраиваемой частотой.
3. Программная реализация генератора прямоугольных импульсов с перестраиваемой скважностью (коэффициентом заполнения).
4. Программная реализация измерителя временного интервала (периода, длительности импульса, длительности паузы).
5. Программная реализация частотомера.
6. Часы с выводом данных о времени в двоичном коде в порты МК.
10. Взаимодействие с АЦП в режиме одиночного запуска по программному опросу флага готовности данных (поллингу). Блок-схема и программа на языке СИ.
11. Взаимодействие с АЦП в режиме одиночного запуска, по прерыванию при готовности преобразованных данных. Блок-схема и программа на языке СИ.
12. Программирование АЦП в дифференциальном режиме, в том числе и с предварительным усилением дифференциального сигнала.
13. Программа цифрового вольтметра на АЦП МК AVR с выводом значения напряжения на текстовый ЖКИ (последовательный терминал).
14. Аналого-цифровое преобразование напряжений нескольких несимметричных каналов, смена каналов — по клику кнопки.
15. Программа эхопечати на экране терминального устройства символа, вводимого с клавиатуры.
16. Форматированный ввод различных типов данных (char, unsigned char, int, unsigned int) с терминала.
17. Использование функций printf(), sprintf() для форматированного вывода различных типов данных на устройства индикации (последовательный терминал, ТЖКИ).
18. Регулировка яркости свечения светодиода с помощью ШИМ-сигналов таймера.
19. Программирование обмена по SPI-интерфейсу.

**ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ**

«Разработка аппаратных и программных средств электронных устройств на основе микроконтроллеров».

Цель курсового проекта — закрепить теоретический материал и освоить методику разработки программно-аппаратных средств микроконтроллерных систем. В ходе выполнения проекта необходимо проанализировать техническое задание, разработать принципиальную схему устройства и программное обеспечение к нему (на языке С), проверить работоспособность устройства с использованием имитационных отладочных средств (PROTEUS) и отладочных плат для AVR микроконтроллеров: EasyAVR5A (для МК ATmega16); Arduino Uno, Nano (для МК ATmega328P). Кроме того, необходимо проверить соответствие параметров разработанного устройства параметрам технического задания (погрешность в разных участках шкалы и т.п.). Выполнение курсового проекта осуществ-

ляется в рамках самостоятельной работы студента (36 часов), аудиторные консультации с преподавателем – 8 часов. Форма контроля: зачет с оценкой.

Состав задания на курсовой проект

- Разработать принципиальную схему и алгоритм работы устройства;
- Рассчитать номинальные значения параметров аналоговых компонентов принципиальной схемы;
- Разработать программу на языке C, реализующую требования технического задания;
- Создать совместный программно-аппаратный проект CodeVisionAVR-Proteus для имитационного моделирования разработанного устройства;
- Произвести отладку разработанной программы;
- Промоделировать работу устройства в программе PROTEUS;
- Проверить работу устройства на отладочной плате EasyAVR5A или на плате Arduino с подключенными внешними модулями;
- Разработать техническую документацию на устройство в виде принципиальной схемы с перечнем элементов в соответствии с ЕСКД;

Примерные задания на курсовую работу:

1. Формирователь регулируемого (частота, амплитуда) периодического сигнала сложной формы.
2. Высокоточное устройство измерения временного интервала с динамической индикацией.
3. Высокоточное устройство измерения частоты импульсного сигнала с динамической индикацией.
4. Высокоточное устройство измерения частоты гармонического сигнала с динамической индикацией.
5. Измеритель температуры внешней среды с динамической индикацией.
6. Устройство формирования периодических сигналов, управляемое последовательным терминалом.
7. Устройство измерения временных интервалов (частот) с выводом на последовательный терминал.
8. Устройство измерения коэффициента заполнения импульсного сигнала с выводом на последовательный терминал.
9. ЦАП на основе таймера в режиме формирования ШИМ-сигналов.
10. Цифровые измерители скважности (коэффициента заполнения) периодических импульсных сигналов с динамической индикацией.
11. Устройство формирования синусоидального сигнала с регулировкой частоты и амплитуды.
12. Измеритель нелинейных искажений низкочастотного сигнала.
13. Измеритель потребляемой мощности.
14. Устройство формирования ШИМ-сигналов с регулировкой частоты и скважности.
15. Измеритель расстояния до объекта с динамической индикацией.
16. Цифровой вольтметр с выводом измеренного напряжения на устройство динамической индикации.
17. Регулятор цвета свечения RGB-светодиода на основе трехканальной ШИМ.
18. Измеритель концентрации газовой примеси с выводом на устройство динамической индикации (последовательный терминал).
19. Многоточечный измеритель температуры с выводом информации о температурах на ЖКИ 20Х4.2
20. Генераторы гармонических сигналов на основе внешних I2C (SPI) ЦАП.

21. Измеритель постоянного напряжения с выводом информации в логарифмическом масштабе на светодиодную линейку.  
 22. Генератор периодических импульсов «меандр» с изменяемой частотой.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок — «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено» (далее — пятибалльная система).

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетвори-



Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	тельно ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС филиала.

**Программное обеспечение:** Micro-Cap, Proteus, Code Vision AVR.

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

### для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;

- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

### для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература.**

1. Глазков, В. В. Принципы работы микроконтроллеров на основе станда EasyAVR 6 : учебное пособие / В. В. Глазков. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 96 с. — ISBN 978-5-7038-4745-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103436> (дата обращения: 31.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Водовозов, А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики : учебное пособие / А. М. Водовозов. — 3-е изд. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. — 164 с. — ISBN 978-5-9729-0138-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/84273> (дата обращения: 31.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Рассадкин, Ю. И. Основы проектирования микропроцессорной техники : учебное пособие / Ю. И. Рассадкин, А. В. Сеницын. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 75 с.



— ISBN 978-5-7038-4416-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103544> (дата обращения: 31.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература.

1. [АМЕЛИНА, М.А. Программирование микроконтроллеров семейства AVR в устройствах промышленной электроники на языке Си. Лабораторный практикум в 2-х частях по курсу «Основы микропроцессорной техники». Часть 1](#) [Текст]: практикум / М.А. Амелина, Ю.В. Троицкий. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2015. – 56 с. (40 экз. в библиотеке)
2. [АМЕЛИНА, М.А. Программирование микроконтроллеров семейства AVR в устройствах промышленной электроники на языке Си. Лабораторный практикум в 2-х частях по курсу «Основы микропроцессорной техники». Часть 2](#) [Текст]: практикум / М.А. Амелина, Ю.В. Троицкий. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2015. – 108 с. (40 экз. в библиотеке)

#### Список авторских методических разработок.

1. М.А. Амелина, комплект лекций по дисциплине «Аппаратные средства микроконтроллеров» в формате мультимедийных презентаций, расположены по ссылке: <https://drive.google.com/file/d/1x2IF7SX1a8PUh5z7UW7opx7PlzvgUrz3/view?usp=sharing>
2. Методическое пособие по дисциплине «Аппаратные средства микроконтроллеров» (Задания и методические указания по выполнению лабораторных работ) расположено по ссылке: <https://drive.google.com/file/d/11JjBamuy5C2cm0fLl66wv5m7HjrygU-F/view?usp=sharing>
3. И другие методические материалы, включая: задания к лабораторным занятиям с методическими указаниями; слайд-презентации по решению практических и экзаменационных задач; задания на КР; архивы учебных проектов Proteus-CodeVisionAVR, размещены в облачном хранилище по открытой ссылке: <https://drive.google.com/drive/folders/1C0ScPLOWkvJqMB7hIGv57GTHBkEy1V5S?usp=sharing>
4. *М.А. Амелина Видео-лекции*
  - 4.1 Настройка системы прерываний в CodeVision AVR <https://youtu.be/tRaEkEV94fE>
  - 4.2 8-разрядные таймеры МК AVR [https://youtu.be/51ui\\_qkkSa4](https://youtu.be/51ui_qkkSa4)
  - 4.3 16-разрядные таймеры МК AVR <https://youtu.be/snez9cLIP3I>
  - 4.4 Динамическая индикация десятичного числа на семисегментном индикаторе. Реализация часов [https://youtu.be/8\\_jUvls2B-U](https://youtu.be/8_jUvls2B-U)
  - 4.5 Динамическая индикация буквенно-цифровой информации на текстовом LCD. Часы на LCD <https://youtu.be/Abf5bN3jq3w>
  - 4.6 Блок АЦП МК ATmega16 <https://youtu.be/iyaiImsisuT8>
  - 4.7 Часы на 7SEG с регулировкой яркости. Использование АЦП [https://youtu.be/qAxJx\\_lwwBc](https://youtu.be/qAxJx_lwwBc)
  - 4.8 Передача данных по последовательному асинхронному интерфейсу UART <https://youtu.be/K74stwUXwqs>
  - 4.9 Использование переходника USB-UART, платы Arduino-Nano и терминальной программ для проверки на макете последовательной асинхронной передачи данных <https://youtu.be/RCC3dADQkHU>
  - 4.10 Блок синхронного дуплексного последовательного интерфейса SPI в МК AVR. Реализация генератора синуса на основе МК и SPI ЦАП MCP4921 <https://youtu.be/QdMeyNuCYrU>
  - 4.11 Контроллер динамической индикации с SPI-интерфейсом MAX7219. Реализация с его помощью динамической индикации на 8-разрядном 7SEG и бегущей строки на матричном светодиодном индикаторе 8X8 [https://youtu.be/Qc0Op\\_kvjnI](https://youtu.be/Qc0Op_kvjnI)

- 4.12 Блок последовательного двухпроводного интерфейса TWI МК AVR. Работа с 12-разрядным ЦАП MCP4725 с TWI-интерфейсом. Проект генератора синуса с логарифмической сеткой частот <https://youtu.be/SEpd2u2ft2M>
- 4.13 Интерфейс 1-WIRE. Проект измерителя температуры с помощью датчика DS18B20 с выводом информации в виде бегущей строки на матричный светодиодный индикатор 8X8 <https://youtu.be/xh4yAOPWIM0>
- 4.14 Работа с поворотным энкодером <https://youtu.be/d4YqfBIW8Gw>

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер измене- ния	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изме- нения в данный экземпляр	Дата внесения изме- нения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	изме- ненных	замене- ных	новых	аннулиро- ванных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10