

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

энергетики и управления

(наименование факультета)

А.С. Гудим

(подпись, ФИО)

«30» 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Проектирование устройств на микроконтроллерах

Направление подготовки	11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
Направленность (профиль) образовательной программы	Промышленная электроника
Квалификация выпускника	магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
1	1	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой, Курсовой проект	Кафедра ПЭ - Промышленная электроника

Комсомольск-на-Амуре 2021

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры ПЭ, к.т.н., доцент  
(должность, степень, ученое звание)

*С. Копытов*  
(подпись)

Копытов С.М.  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ПЭ  
(наименование кафедры)

*[Подпись]*  
(подпись)

Любушкина Н.Н.  
(ФИО)

## 1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Проектирование устройств на микроконтроллерах» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 959 от 22.09.2017, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Промышленная электроника» по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложнoфункциональных блоков». Обобщенная трудовая функция: Д. Сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговый СФ-блок и отдельные аналоговые блоки.

ТФ 3.4.3 «Заключительный расчет и анализ параметров СФ-блока на основе выполненных предыдущих проектов». НУ-1 «Работать с документацией».

ТФ 3.4.4 «Разработка блок-схемы аналогового СФ-блока на основе первичного технического задания (определение состава СФ-блока, отдельных аналоговых блоков)». НУ-1 «Работать с нормативной и технической документацией», НУ-3 «Пользоваться специализированными системами поведенческого и математического моделирования».

Задачи дисциплины	Способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию
Основные разделы / темы дисциплины	1 Проектирование устройств на встраиваемых микроконтроллерах 2 Проектирование устройств на микроконтроллерах с привлечением среды визуального программирования LabVIEW

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

Процесс изучения дисциплины «Проектирование устройств на микроконтроллерах» на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения иссле-	ОПК-4.1 Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	- знать методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации цифровой компонентной базы с использованием интегрированных сред разработки
	ОПК-4.2 Умеет осуществлять вы-	- уметь выбирать наиболее оп-

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
дований и решения инженерных задач	бор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих инженерных задач	тимальную интегрированную среду разработки
	ОПК-4.3 Владеет современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	- владеть современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

### **3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Проектирование устройств на микроконтроллерах» изучается на 1 курсе в 1 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплины

- Проектирование устройств на микроконтроллерах.

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Проектирование устройств на программируемых логических интегральных схемах», будут востребованы в процессе прохождения учебной практики (технологической (проектно-технологической) практики).

Дисциплина «Проектирование устройств на микроконтроллерах» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения лабораторных работ.

Дисциплина «Проектирование устройств на микроконтроллерах» в рамках воспитательной работы направлена на воспитание чувства ответственности за выполнение учебно-производственных заданий, умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения.

Входной контроль не проводится.

### **4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	64
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	48
в том числе в форме практической подготовки:	48
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	80
Промежуточная аттестация обучающихся – зачет с оценкой, КП	

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Проектирование устройств на встраиваемых микроконтроллерах</b>				
<b>Тема 1.1</b> . Введение. Архитектура микроконтроллеров семейства AVR. ЦПУ. Операционное устройство. Устройство управления. Тактовый генератор и устройство синхронизации. Подсистема сброса. Блок режимов энергопотребления.	2			
Лабораторная работа 1. Работа в интегрированной среде разработки CodeVision AVR. Основные этапы создания проекта.*			4*	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление КП				8
<b>Тема 1.2</b> Организация памяти. Система прерываний.	2			

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Внешние прерывания. Модуль параллельных портов ввода-вывода.				
Лабораторная работа 2. Управление портами ввода/вывода. Подключение кнопок, управление шаговым двигателем.*			4*	
Лабораторная работа 3. Использование символьного жидкокристаллического модуля.*			4*	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление КП				12
<b>Тема 1.3</b> Таймеры/счетчики. Таймер/счетчик TC0. Формирование сигналов ШИМ. Таймер/счетчик TC2. Таймер/счетчик TC1.Сторожевой таймер.	2			
Лабораторная работа 4. Использование таймера. Реализация секундомера.*			4*	
Лабораторная работа 5. Таймер в режиме ШИМ. Использование для регулировки мощности, скорости вращения двигателя постоянного тока или серводвигателя.*			6*	
Лабораторная работа 6. Использование ШИМ для реализации ЦАП. Формирование аналогового сигнала.*			4*	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление КП				20
<b>Тема 1.4</b> Аналоговый компаратор. Аналого-цифровой преобразователь.	2			
Лабораторная работа 7. Реализация АЦП. Разработка вольтметра и амперметра.*			6*	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление КП				10
<b>Тема 1.5</b> Последовательные интерфейсы USART, SPI, TWI (I2C), 1-Wire.	2			
Лабораторная работа 8. Реализация интерфейса 1-Wire. Измерение температуры датчиком DS18B20.*			4*	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление КП				8
<b>Раздел 2 Проектирование устройств на микроконтроллерах с привлечением среды визуального программирования LabVIEW</b>				
<b>Тема 2.1</b> LabVIEW LINX Toolkit для проектирования на основе Raspberry Pi, BeagleBoard и Arduino	2			
<b>Тема 2.2</b> Использование библиотеки функций существующих микроэлектронных устройств	2			
Лабораторная работа 9. Использование акселеромет-			6*	

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
ра-гироскопа MPU6050 в качестве 3D датчика.*				
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление КП				12
<b>Тема 2.3</b> Использование палитр ввода-вывода цифровых, аналоговых сигналов и функций работы с последовательными интерфейсами	2			
Лабораторная работа 10. Реализация интерфейса I2C. Использование датчика освещенности BH1750.*			6*	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление КП				10
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>16</b>		<b>48</b>	<b>80</b>

\* реализуется в форме практической подготовки

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	16
Подготовка к занятиям семинарского типа	48
Подготовка и оформление курсового проекта	16
	80

## 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

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

### 8.1 Основная литература

1) Водовозов А.М. Микроконтроллеры для систем автоматизации [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Водовозов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Инфра-Инженерия, 2016. — 164 с. — 978-5-9729-0138-8. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/51727.html>

2) Белов А.В. Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только [Электронный ресурс] / А.В. Белов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Наука и Техника, 2016. — 352 с. — 978-5-94387-867-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60657.html>

## **8.2 Дополнительная литература**

1) Болдырихин О.В. Гарвардская RISC-архитектура в микроконтроллерах AVR. Средства ввода-вывода, хранения и обработки цифровой и аналоговой информации в микроконтроллерах AVR для построения микропроцессорных систем управления [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторной работе по дисциплине "Микропроцессорные системы" / О.В. Болдырихин. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 39 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22860.html>

2) Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR [Электронный ресурс] / А.В. Белов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Наука и Техника, 2010. — 528 с. — 978-5-94387-808-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28816.html>

3) Белов А.В. Создаем устройства на микроконтроллерах [Электронный ресурс] / А.В. Белов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Наука и Техника, 2007. — 295 с. — 978-5-94387-364-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28831.html>

## **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1) Основы микропроцессорной техники: учеб. пособие/ А.В. Ульянов. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2014. – 105 с.

## **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- 1) Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM.
- 2) Электронно-библиотечная система IPRbooks.
- 3) Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU.
- 4) Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных Web of Science.
- 5) База данных международных индексов научного цитирования Scopus.

## **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1) Исследование работы учебного стенда НТЦ-31.100: Лабораторный практикум. / Сост. В.М. Логин. – Минск: БГУИР. ун-т, 2014. -112 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа [https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/25591/1/Login\\_2014.pdf](https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/25591/1/Login_2014.pdf)

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 1 [Текст]: практикум/ М.А. Амелина, Ю.В. Троицкий. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2015. – 56 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа [https://drive.google.com/file/d/0B\\_zuGjoSJdggN2EtbFA3OC11MzQ/view?resourcekey=0-CdAsVAARiQGgcTWz4p\\_BUA](https://drive.google.com/file/d/0B_zuGjoSJdggN2EtbFA3OC11MzQ/view?resourcekey=0-CdAsVAARiQGgcTWz4p_BUA)

3) Амелина, М.А. Программирование микроконтроллеров семейства AVR в устройствах промышленной электроники на языке Си. Лабораторный практикум в 2-х ча-

стях по курсу «Основы микропроцессорной техники». Части 1, 2 [Текст]: практикум/ М.А. Амелина, Ю.В. Троицкий. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2015. – 174 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа [https://drive.google.com/file/d/0B\\_zuGjoSjDggM0ljZUNTdlJOZTQ/view?resourcekey=0-WWaI5P1ZL7CE07JHiDgUBg](https://drive.google.com/file/d/0B_zuGjoSjDggM0ljZUNTdlJOZTQ/view?resourcekey=0-WWaI5P1ZL7CE07JHiDgUBg)

4) Изучение программного обеспечения лабораторного стенда и системы команд микроконтроллера семейства AVR: Лабораторный практикум. / Сост. В.М. Логин. – Минск: БГУИР. ун-т, 2014. -112 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа [https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/25591/1/Login\\_2014.pdf](https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/25591/1/Login_2014.pdf)

## **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
CodeVisionAVR V3.45, ознакомительная версия	Бесплатная версия с ограниченным размером кода 4 КБ: <a href="http://www.hpinfotech.ro/cvavr-download.html">http://www.hpinfotech.ro/cvavr-download.html</a>
LabVIEW	Академическая лицензия, договор АЭ44 №036/51 от 04 февраля 2015 г.

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель может проводить инструктаж по выполнению задания. В инструктаж включается:

- цель и содержание задания;
- сроки выполнения;
- ориентировочный объем работы;
- основные требования к результатам работы и критерии оценки;
- возможные типичные ошибки при выполнении.

Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

#### **9.5.1 Методические указания при работе над конспектом лекции**

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций и т.д.

#### **9.5.2 Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям**

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

### 9.5.3 Методические указания по выполнению курсового проекта

В ходе курсового проектирования студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с практическими методами проектирования микроконтроллерных устройств.

В период работы над курсовым проектом студенты получают практические навыки проектирования микроконтроллерного устройства и моделирования его работы. Студенты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умению кратко и точно излагать ход решения.

При проектировании студенты глубже изучают основную и специальную литературу по электронным устройствам и схемотехнике, учатся работать со справочниками. Все это позволяет вести проектирование с инженерной позиции.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка должна содержать: введение, техническое задание на проектирование, основную часть (этапы проектирования и расчеты со всеми пояснениями), заключение и список использованных источников. Основную часть, согласно требованиям технического задания, разбивают на разделы и подразделы, название которых должно соответствовать их основному содержанию.

Пояснительную записку представляют к защите в сброшюрованном виде. Примерный объем пояснительной записки 25 – 35 страниц.

Выполненный курсовой проект должен удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата проекта на исправление.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
213/3	Лаборатория по изучению электроники и микропроцессорной техники	Лабораторные стенды НТЦ-31.100
		Контроллеры развития Arduino Uno, Arduino AT-mega2560
		Цифровые датчики с интерфейсами SPI, I2C, 1–Wire.
		Персональные компьютеры

### 10.2 Технические и электронные средства обучения

#### Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия).

#### Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория № 213/3, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 6.

### **Самостоятельная работа.**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 211 корпус № 3).

## **11 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>**  
по дисциплине

**Проектирование устройств на микроконтроллерах**

Направление подготовки	<i>11.04.04 Электроника и нанoeлектроника</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Промышленная электроника</i>
Квалификация выпускника	<i>магистр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2021</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Технология обучения	<i>традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>4</i>

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Зачет с оценкой, Курсовой проект</i>	<i>Кафедра ПЭ - Промышленная электроника</i>

<sup>1</sup> В данном приложении представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК-4.1 Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	- знать методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации цифровой компонентной базы с использованием интегрированных сред разработки
	ОПК-4.2 Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих инженерных задач	- уметь выбирать наиболее оптимальную интегрированную среду разработки
	ОПК-4.3 Владеет современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	- владеть современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1, 2	ОПК-4	Лабораторные работы	Аргументированность ответов
Разделы 1, 2	ОПК-4	Курсовой проект	Полнота и правильность выполнения задания

**2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой</i>				
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	10 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра	10 баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	10 баллов	
4	Лабораторная работа 4	в течение семестра	10 баллов	
5	Лабораторная работа 5	в течение семестра	10 баллов	
6	Лабораторная работа 6	в течение семестра	10 баллов	
7	Лабораторная работа 7	в течение семестра	10 баллов	
8	Лабораторная работа 8	в течение семестра	10 баллов	
9	Лабораторная работа 9	в течение семестра	10 баллов	
10	Лабораторная работа 10	в течение семестра	10 баллов	
Текущий контроль:		-	100 баллов	-
ИТОГО:			100 баллов	
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1	Курсовой проект	в течение семестра	5	5 – студент владеет знаниями в полном объеме, достаточно глубоко осмысливает выполненную работу; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на вопросы, связанные с проектом 4 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в проектировании 3 – студент способен решать лишь наибо-

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>лее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом методов проектирования</p> <p>2 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен проектировать</p>
ИТОГО:		-	5 баллов	-

### 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

#### 3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

#### ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

*Лабораторная работа 1. Работа в интегрированной среде разработки CodeVision AVR. Основные этапы создания проекта.*

- 1) Что такое микроконтроллер. Чем отличается от микропроцессора?
- 2) Что такое гарвардская архитектура процессора?
- 3) Чем отличается память программ от памяти данных в микроконтроллерах AVR?
- 4) Что такое порт ввода-вывода?
- 5) Что такое таймер?
- 6) Что такое АЦП?
- 7) Что такое USART (UART)?
- 8) Зачем нужны периферийные модули I2C и SPI?
- 9) Что такое JTAG?
- 10) Что означает строчка кода: PORTB.3=1;
- 11) Зачем нужно ставить точку запятой в конце PORTB.3=1;
- 12) Какой функцией реализуется программная задержка.
- 13) Зачем нужно подключать вывод RESET к +5В.
- 14) Почему необходимо включать светодиоды через токоограничивающие резисторы?

*Лабораторная работа 2. Управление портами ввода/вывода. Подключение кнопок, управление шаговым двигателем.*

- 1) За что отвечают следующие регистры микроконтроллера: PORTx, DDRx, PINx?
- 2) Настроить вывод порта для работы в одном из режимов по выбору преподавателя?
- 3) Пояснить на уровне побитовых логических операций, какое действие с регистром производят следующие строчки кода:  
*Регистр |= (1 << Номер бита); //запись «1» в Регистр по Номеру бита*  
*Регистр &= ~ (1 << Номер бита); //запись «0» в Регистр по Номеру бита.*
- 4) Как реализована задержка в данной лабораторной работе? Как она действует? В чём минусы такого способа реализации задержки?
- 5) Зачем используется внутренний подтягивающий резистор вывода порта в МК?
- 6) Как настроить вывод порта на вход с подтягивающий резистором?

- 7) Как производится опрос состояния кнопки в данной работе?
- 8) Что такое дребезг контактов? Как он устраняется в данной работе? Какие ещё способы устранения дребезга вы можете назвать?
- 9) Что изменится в схеме и в программе, если кнопка подключена не к «земле», а к «питанию»?

*Лабораторная работа 3. Использование символьного жидкокристаллического модуля.*

- 1) Перечислите виды ЖКИ. Назовите их достоинства и недостатки.
- 2) Назовите варианты подключения символьного ЖКИ на базе контроллера HD44780 к микроконтроллеру (2 варианта). Каковы достоинства и недостатки обоих способов? Каково общее количество выводов, используемых для подключения ЖКИ к микроконтроллеру в первом и во втором случае?
- 3) Зачем нужна процедура инициализации ЖКИ и в чём она состоит?
- 4) Поясните назначение выводов E, RW, RS ЖКИ.
- 5) Поясните пошагово алгоритм, используемый для обмена информацией с ЖКИ.
- 6) Флаг занятости (busy) ЖКИ: для каких целей используется, когда и каким образом его следует проверять?
- 7) Написать код для перевода ЖКИ в один из режимов, указанных преподавателем и вывода символа или группы символов в указанную позицию экрана.
- 8) Как в лабораторной работе реализован вывод данных на ЖКИ с помощью функции printf ()?
- 9) Для чего используются выводы 15, 16 ЖКИ? Для чего нужен резистор R57? Как изменится схема, если заменить используемый ЖКИ на такой же (по цоколёвке), но с расширенным температурным диапазоном?
- 10) Русские буквы в кодовой таблице Windows-1251, которую использует компилятор при компиляции программы, имеют коды: «А»-192, «Б»-193, ..., «Я»-223; «а»-224, «б»-225, ..., «я»-255. Т.е. их коды не совпадают с кодами соответствующих букв из кодовой таблицы индикатора (см. рис. 9.1 выше), в результате, если мы напишем в нашей программе printf("Привет"), то надпись будет выведена на ЖКИ некорректно. Предложите способ модификации программы, позволяющий корректно выводить на ЖКИ через printf() строки, содержащие русские буквы.

*Лабораторная работа 4. Использование таймера.*

- 1) Что такое таймер в МК? Для чего он используется? Что лежит в основе таймера? Как разрядности таймер используется в данной работе?
- 2) Чем отличаются режимы работы таймера/счётчика в качестве таймера и в качестве счётчика?
- 3) Что такое предварительный делитель? Для чего он может использоваться? Какие значения может принимать предварительный делитель?
- 4) Как работает таймер (описать пошагово)? Что такое переполнение? Что происходит при переполнении таймера?
- 5) Что такое поллинг значения? Если по переполнению таймера необходимо выполнить какую-либо операцию, то какие два механизма можно использовать для обнаружения момента переполнения? Назовите плюсы и минусы обоих механизмов?
- 6) Инициализировать таймер, чтобы он переполнялся через время, заданное преподавателем.
- 7) Как, используя таймер, выполнять в программе какое-либо вспомогательное периодическое действие с большим периодом (например, 5 мин.)?

*Лабораторная работа 5. Таймер в режиме ШИМ. Использование для регулировки мощности, скорости вращения двигателя постоянного тока или серводвигателя.*

- 1) Что такое ШИМ? Как функционирует таймер в режиме генерации ШИМ?
- 2) От каких параметров зависит частота ШИМ? Каким образом регулируется скважность ШИМ?
- 3) Перечислить режимы генерации ШИМ в данном микроконтроллере. Чем они отличаются?
- 4) От чего зависит частота переполнения таймера (3 параметра)?
- 5) Для чего может использоваться ШИМ на практике?
- 6) Как с помощью таймера/счётчика организовать измерение длительности импульса, частоты цифрового сигнала?
- 7) Как с помощью таймера организовать опрос состояния кнопки с устранением дребезга, но без использования функции задержки `_delay`?
- 8) Как в данном микроконтроллере организовать комплементарный ШИМ на 2 канала (т.е. логический уровень на выходе одного канала должен являться инверсией логического уровня другого)?
- 9) Какие значения записать в регистры управления таймером, чтобы получить самый быстрый (с максимально возможной частотой переполнения) ШИМ, имеющий 16 градаций?

*Лабораторная работа 6. Использование ШИМ для реализации ЦАП. Формирование аналогового сигнала.*

- 1) Назовите виды микрорелектронных ЦАП.
- 2) Какие параметры характеризуют ЦАП?
- 3) Какие виды выходов ЦАП существуют?
- 4) Как можно получить ЦАП без использования специализированной микросхемы?
- 5) Принцип реализации ЦАП на основе ШИМ.
- 6) Требования к ФНЧ.
- 7) Как выбрать номиналы элементов простейшего RC фильтра? Как выбрать и задать постоянную времени?

*Лабораторная работа 7. Реализация АЦП. Разработка вольтметра и амперметра.*

- 1) Что представляет собой АЦП микроконтроллера AVR? Как зависит результат АЦП от опорного напряжения? Какие источники опорного напряжения можно использовать в данном микроконтроллере? Как они выбираются?
- 2) Какова разрядность АЦП в данном микроконтроллере? Значение в каком диапазоне мы можем получить от АЦП?
- 3) Почему в микроконтроллере имеются отдельные выводы питания контроллера (VCC) и АЦП (AVCC)?
- 4) Как в лабораторной работе микроконтроллер узнаёт о завершении процесса преобразования? Как запустить АЦП и получить результат преобразования, не тратя процессорное время на ожидание момента завершения преобразования?
- 5) Как запустить АЦП на работу в режиме непрерывного преобразования? Как запустить АЦП на работу в режиме запуска преобразования в момент переполнения Таймера1? Таймера2? Как в таком режиме получать результат преобразования?
- 6) Пояснить назначение битов регистра контроля и статуса АЦП ADCSRA.
- 7) Как с помощью АЦП измерить отрицательное напряжение?
- 8) На что влияет содержимое битов MUX4..0 регистра ADMUX? Пользуясь техническим описанием на используемый микроконтроллер, показать, какие ещё, помимо описанных в данной работе, источники сигнала можно использовать с АЦП в микроконтроллере?
- 9) Сигнал на входе АЦП ограничен полосой 500 Гц. Необходимо получить среднее значение этого сигнала за время 1 сек. Как это сделать?

*Лабораторная работа 8. Интерфейс 1-Wire. Измерение температуры датчиком DS18B20.*

- 1) Достоинства и недостатки шины 1-Wire. Что нужно сделать, чтобы увеличить дальность подключения (назовите программные и аппаратные меры)?
- 2) Стадии обмена данными по шине 1-Wire.
- 3) Как передаются и принимаются биты данных по шине?
- 4) Как формируется контрольная сумма? Зачем она нужна и как она используется?
- 5) Можно ли подключать несколько устройств на одну линию? Если да, то как адресовать сообщение конкретному устройству (рассмотреть несколько ситуаций: когда на линии может быть только одно ведомое устройство с заранее неизвестным ID, когда на линии присутствует несколько устройств с заранее известными ID, когда на линии может быть несколько устройств с заранее неизвестными ID).
- 6) Какова максимальная скорость, с которой можно обмениваться данными с ведомым устройством по шине 1-Wire?
- 7) Пусть к шине 1-Wire может быть подключен либо ключ типа DS1990A, либо датчик температуры типа DS18B20 с неизвестными заранее ID. Как программно определить, подключен сейчас ключ ли датчик температуры?
- 8) Как считать из датчика типа DS18B20 и вывести на экран ЖКИ значение температуры с точностью до 0.0001?

*Лабораторная работа 9. Использование акселерометра-гироскопа MPU6050 с интерфейсом SPI в качестве 3D датчика.*

- 1) Принципы организации и обмена данными по шине SPI. Какое количество линий используется? Ведущее и ведомые устройства. Как организовать взаимодействие между ведущим и несколькими ведомыми устройствами?
- 2) Достоинства и недостатки интерфейса SPI. Что нужно сделать, чтобы увеличить дальность подключения (назовите программные и аппаратные меры)?
- 3) Как происходит обмен информацией по SPI (порядок передачи информации, режимы работы, управление сигналом «выбор микросхемы»)?
- 4) Как в микроконтроллере определяется скорость обмена данными по шине, если микроконтроллер - ведущий? А если ведомый? Какая скорость используется в программе?
- 5) Принципы взаимодействия программы микроконтроллера с модулем SPI. Как взаимодействовать с модулем с использованием/без использования прерываний?
- 6) Покажите функциональные возможности окон и палитр среды графического программирования LabVIEW.

*Лабораторная работа 10. Реализация интерфейса I2C. Использование датчика освещенности BH1750.*

- 1) Принципы организации и обмена данными по шине I2C. Какое устройство является ведущим и ведомым, передатчиком и приёмником, например, при взаимодействии микроконтроллера и внешней EEPROM?
- 2) Достоинства и недостатки шины I2C. Что нужно сделать, чтобы увеличить дальность подключения (назовите программные и аппаратные меры)?
- 3) Из каких этапов состоит цикл обмена информации по шине?
- 4) Каков формат передачи информации по шине?
- 5) Как в микроконтроллере определяется скорость обмена данными по шине, если микроконтроллер - ведущий? А если ведомый? Какая скорость используется в программе?
- 6) Принципы взаимодействия программы микроконтроллера с модулем TWI. Как взаимодействовать с модулем с использованием/без использования прерываний?
- 7) Привести пример комбинирования режимов передачи и приёма. За счёт чего сохраняется контроль ведущего над шиной при переходе от передачи к приёму?

### 3.2 Задания для промежуточной аттестации

#### КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

**Тема проекта** «Разработка микроконтроллерного устройства».

**Цель проекта:** закрепление теоретических знаний и освоение методики разработки программно-аппаратных средств микроконтроллерных систем, а также приобретение навыков работы с отечественным и зарубежным информационно-справочным материалом.

**Содержание проекта.** В ходе выполнения проекта необходимо проанализировать техническое задание, разработать функциональную и принципиальную схему устройства, алгоритм работы и программное обеспечение (на языке C), проверить работоспособность устройства с использованием имитационных отладочных средств и отладочных плат для AVR микроконтроллеров: Arduino Uno, ATmega2560.

##### **Примеры тем КП**

- 1) Измеритель освещенности с аналоговым фотодатчиком и вывод на ЖК-дисплей.
- 2) Управление серводвигателем с помощью угла поворота потенциометра.
- 3) Секундомер с выводом на сдвоенный семисегментный индикатор. Управляется тремя кнопками (Старт, Стоп и Сброс).
- 4) Генератор нарастающего пилообразного, спадающего пилообразного и треугольного сигналов, получаемого с помощью ЦАП на резисторах.
- 5) Измеритель температуры на датчике DS18B20 с выводом на сдвоенный семисегментный индикатор (знак высветить с помощью дополнительного светодиода).
- 6) Генератор прямоугольных импульсов, частота которых задается потенциометром.
- 7) Преобразователь входной частоты в сигнал управления серводвигателем.
- 8) Измеритель температуры на датчике DS1621 с выводом на ЖК дисплей.
- 9) Измеритель температуры на датчике DS1621 с выводом на сдвоенный семисегментный индикатор.

