

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева»  
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

---

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор АПИ НГТУ:  
\_\_\_\_\_ Глебов В.В.  
(подпись) (ФИО)  
«29» 01 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.01Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: Проектирование и технология радиоэлектронных средств  
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: очная, заочная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2025

Объем дисциплины: 180 / 5  
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: экзамен  
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: КиТ РЭС  
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: КиТ РЭС  
(аббревиатура кафедры)

Разработчик(и): Жилкова Н.В., к.т.н.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас  
2025 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017 г. № 928 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ,

протокол от 29.01.2025 г. № 1

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 16.01.2025 г. № 1

Заведующий кафедрой Жидкова Н.В.  
(подпись)(ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,  
протокол от 29.01.2025 г. № 1

Зам. директора по УР Шурыгин А.Ю.  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 11.03.03-53

Начальник УО Мельникова О.Ю.  
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки Старостина О.Н.  
(подпись)

## Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	4
1.1 Цель освоения дисциплины (модуля) .....	4
1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	6
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам .....	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	8
5.1 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	8
5.2 Оценочные средства для контроля освоения дисциплины .....	12
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости .....	12
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации .....	14
5.3 Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине .....	15
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	17
6.1 Основная литература .....	17
6.2 Дополнительная литература .....	18
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	18
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	18
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы .....	18
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины .....	18
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	19
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	20
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	20
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа .....	21
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах .....	21
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях .....	22
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	22
10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса .....	22

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

## **1.1 Цель освоения дисциплины (модуля)**

Цель освоения дисциплины «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» – получение знаний в области встраиваемых систем, знакомство с технологиями разработки программного обеспечения для встраиваемых систем и получение навыков проектирования и разработки аппаратно-программных комплексов на основе встраиваемых микропроцессорных систем.

## **1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)**

К основным задачам освоения дисциплины относятся:

- изучение области применения, особенностей и характеристик встраиваемых микропроцессорных систем;
- изучение основных стандартов, интерфейсов и протоколов, используемых при взаимодействии встраиваемых систем с пользователями, объектами сопряжения и сетями связи;
- изучение принципов разработок встраиваемых систем на основе микропроцессоров и микроконтроллеров, синтеза их архитектуры и методами оптимального подбора их компонентов с учетом тенденций развития отечественного и зарубежного производства;
- изучение основных методов, инструментов и языков разработки программного обеспечения для встраиваемых микропроцессорных систем.

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Физика», «Компоненты электронной техники», «Схемотехника», «Цифровые устройства и элементы электронных средств», «Теоретические основы радиотехники».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем», необходимы при освоении следующих дисциплин «Технология производства электронных средств», «Основы конструирования электронных средств», «Преддипломная практика».

Рабочая программа дисциплины «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

# **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Процесс изучения дисциплины «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» направлен на формирование элементов профессиональной компетенции ПКС-2 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений								
Компоненты устройств СВЧ								
Правоведение								
Проектирование механических узлов электронных средств								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Безопасность жизнедеятельности								
Компоненты электронной техники								
Управление техническими системами								
Основы финансовой грамотности								
Надежность электронных средств								
Цифровые устройства и элементы электронных средств								
Схемотехника								
Промышленные САПР								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Методология синтеза конструкторско-технологических решений электронных средств								
Приборы и системы								
Теория цифровой обработки сигналов								
Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем								
Автоматизация технологических процессов								
Проектирование СВЧ устройств								
Компьютерное проектирование и моделирование электронных средств								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
<p><b>ПКС-2.</b> Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений</p>	<p><b>ИПКС-2.2.</b> Разрабатывает структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств</p>	<p><b>Знать:</b> Особенности встраиваемых систем; основные архитектуры и шаблоны их разработки. Назначение и принцип действия составных блоков встраиваемых микропроцессорных систем и их режимы работы. Способы организации связи встраиваемых микропроцессорных систем с внешней средой. Состав микроконтроллера, назначение его функциональных блоков. Синтаксис и основные конструкции языка программирования для встраиваемой системы. Методы программной реализации типовых функций управления. Методы тестирования и способы отладки встраиваемых систем; причины неисправностей и возможных сбоев программного кода. Общее состояние производства и тенденции использования встраиваемых систем.</p>	<p><b>Уметь:</b> Обоснованно выбирать средства, методы, инструменты и языки разработки встраиваемых систем. Проектировать программно-аппаратные комплексы, адаптированные для использования в качестве встраиваемых систем. Устанавливать, настраивать, тестировать, использовать программное обеспечение встраиваемых систем.</p>	<p><b>Владеть:</b> Навыками проектирования и разработки аппаратно-программных комплексов на основе встраиваемых микропроцессорных систем.</p>

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5зач. ед. или 180 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения / заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		7 семестр/10 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180/180</b>	<b>180/180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>68/30</b>	<b>68/30</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>62/24</b>	<b>62/24</b>
занятия лекционного типа (Л)	30/10	30/10
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	16/14	16/14
лабораторные работы (ЛР)	16/–	16/–
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6/6</b>	<b>6/6</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	–	–
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	2/2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>112/150</b>	<b>112/150</b>
реферат/эссе (подготовка)	–	–
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	–	–
контрольная работа	–	–
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	–	–
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	76/114	76/114
Подготовка к экзамену (контроль)	36/36	36/36
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)	–	–

### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной/заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	
		Контактная работа					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов		
7семестр/10 семестр							
<b>ПКС-2 ИПКС-2.2</b>	<b>Раздел 1. Общее представление о встраиваемых системах</b>						
	Тема 1.1 Основные понятия, назначение и области применения встраиваемых систем.	2/0,5			3/5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
	Тема 1.2 Основные компоненты встраиваемых систем.	1/0,25			3/5		
	Тема 1.3 Примеры применения встраиваемых систем.	1/0,25			2/4		
	Тема 1.4 Отличие разработки программного обеспечения для встраиваемых систем.	2/0,5			2/4		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
<b>Итого по 1 разделу</b>		<b>6/1,5</b>		<b>10/18</b>			
<b>ПКС-2 ИПКС-2.2</b>	<b>Раздел 2. Аппаратные средства для разработки встраиваемых систем</b>						
	Тема 2.1 Микроконтроллеры.	1/0,5			4/6	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
	Тема 2.2 Принципы организации встроенных систем.	2/1			4/6		
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>3/1,5</b>		<b>2/3</b>	<b>8/14</b>		
	<b>Раздел 3. Общая методология проектирования встраиваемых систем</b>						
	Тема 3.1 Этапы проектирования встраиваемых систем.	1/0,25			2/5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
	Тема 3.2 Средства проектирования встраиваемых систем.	2/0,5			4/8		
	Тема 3.3. Внедрение разработки и её сопровождение.	1/0,25			2/5		
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>4/1</b>		<b>3/3</b>	<b>8/18</b>		
	<b>Раздел 4. Проектирование аппаратного обеспечения встраиваемых систем</b>						
	Тема 4.1. Выбор средств микропроцессорной техники.	2/0,5			2/5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
	Тема 4.2. Выбор и разработка средств взаимодействия МПК с внешней средой.	2/1			4/8		
	Тема 4.3. Выбор и разработка средств передачи и отображения информации.	2/1			2/5		
	Лабораторная работа №2. Изучение организации жидкокристаллической индикации в микропроцессорных устройствах.		4/–		2/–	Подготовка к лабораторным работам [6.1.2], [6.2.1]	
	Лабораторная работа №3. Часы реального времени (RTC).		4/–		2/–		
	Практическая работа №1. Логический анализатор SaleaeLogicAnalyzer.			2/2	2/2	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1]	
	Практическая работа №2. Аппаратные прерывания.			2/2	2/2		
	Практическая работа №3. Изучение организации параллельных портов в микропроцессорных устройствах.			2/2	2/2		
	Практическая работа №4. Изучение организации последовательных портов в микропроцессорных устройствах.			2/2	2/2		
	Практическая работа №5. Датчики шумавмикропроцессорных устройствах.			2/2	2/2		
	Практическая работа №6. Изучение организации таймеров вмикропроцессорных устройствах.			2/2	2/2		
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>6/2,5</b>	<b>8/–</b>	<b>12/12</b>	<b>24/30</b>		
	<b>Раздел 5. Проектирование программного обеспечения встраиваемых систем</b>						
	Тема 5.1. Выбор операционной системы для встраиваемых систем.	2/1			2/6	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	
	Тема 5.2. Выбор и разработка прикладного программного обеспечения для встраиваемых систем.	3/1			4/7		
	Тема 5.3. Выбор и разработка серверного программного обеспечения.	2/1			4/7		
	Лабораторная работа №1 Основы работы с платформой Arduino. Среда разработки Arduino IDE.		4/–		2/–	Подготовка к лабораторным работам [6.1.2], [6.2.1]	
	Лабораторная работа №4 Использование ИК пульта для управления.		4/–		2/–		
	Практическая работа №7. Дисплей на базе драйвера TM1637.			2/2	2/2	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1]	
	Практическая работа №8. Bluetooth модуль для встраиваемых систем.			2/–	2/–		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	
		Контактная работа					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
<b>Итого по 5 разделу</b>		7/3	8/–	4/2	<b>18/22</b>		
<b>Раздел 6. Внедрение и сопровождение встраиваемых систем</b>							
Тема 6.1. Действующие нормативы и стандарты в области использования встраиваемых систем.		2/0,25			4/6	Подготовка к лекциям	
Тема 6.2. Обеспечение информационной безопасности работы встраиваемых систем.		2/0,25			4/6	[6.1.1], [6.1.2]	
<b>Итого по 6 разделу</b>		<b>4/0,5</b>			<b>8/12</b>		
<b>ИТОГО за семестр</b>		<b>30/10</b>	<b>16/–</b>	<b>16/14</b>	<b>76/114</b>		
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>30/10</b>	<b>16/–</b>	<b>16/14</b>	<b>76/114</b>		

Таблица 4.3 – Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Лабораторные работы	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Информационно-коммуникационные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Информационно-коммуникационные технологии

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» проводятся преподавателем дисциплины.

На лекциях оценивается посещаемость студентом лекции, активность участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов, индивидуальные выступления по заданным на самостоятельное рассмотрение темам.

Для оценки текущего контроля знаний используются дискуссионные опросы, проводимые на практических занятиях.

Для оценки текущего контроля умений и навыков проводятся лабораторные работы и практические занятия в форме выполнения заданий. При выполнении практического задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на предложенные преподавателем контрольные вопросы устно или в письменном виде в конце отчета.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Студент допускается к промежуточной аттестации (экзамену), если в результате изучения разделов дисциплины набрал в ходе текущего контроля по ПКС-2 не менее 3 баллов (1 балл – по

результатам тестирования, 2 балла – по результатам выполнения лабораторных работипрактических заданий).

По итогам освоения дисциплины «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена и предполагает письменный ответ студента по билетам на теоретические вопросы.

Экзаменационный билет для промежуточной аттестации содержит два теоретических вопроса. Время на подготовку ответов – 45 минут. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 2 баллов.

Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2 и 5.3.

---

\*Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1 –Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Форма контроля
			1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств	ИПКС-2.2. Разрабатывает структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств	<b>Знания:</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	а) Контроль посещения лекций б) Контроль участия в дискуссиях на лекциях и практических занятиях в) Проверка конспектов лекций
		Особенности встраиваемых систем; основные архитектуры и шаблоны их разработки. Назначение и принцип действия составных блоков встраиваемых микропроцессорных систем и их режимы работы. Способы организации связи встраиваемых микропроцессорных систем с внешней средой. Состав микроконтроллера, назначение его функциональных блоков. Синтаксис и основные конструкции языка программирования для встраиваемой системы. Методы программной реализации типовых функций управления. Методы тестирования и способы отладки встраиваемых систем; причины неисправностей и возможных сбоев программного кода. Общее состояние производства и тенденции использования встраиваемых систем.	а) посещение <30% всех лекций б) отсутствие участия в обсуждении вопросов в) конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам не составлен	а) посещение ≥30%, но <50% всех лекций б) единичное высказывание в обсуждении вопросов в) составлен не полный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам	а) посещение ≥50%, но <80% всех лекций б) активное участие в обсуждении вопросов в) составлен полный, логически связанный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам	а) посещение всех лекций б) высказывает неординарные суждения в дискуссиях в) составлен полный, логически связанный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам	
		<b>Умения:</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
		Обоснованно выбирать средства, методы, инструменты и языки разработки встраиваемых систем. Проектировать программно-аппаратные комплексы, адаптированные для использования в качестве встраиваемых систем. Устанавливать, настраивать, тестировать, использовать программное обеспечение встраиваемых систем.	Студент не демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание, обосновать свои суждения при защите отчета	Студент не уверенно демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание, обосновать свои суждения при защите отчета	Студент демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание (в полном объеме, вовремя, с незначительными замечаниями), обосновать свои суждения при защите отчета	Студент уверенно демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание (правильно, вовремя, в полном объеме), уверенно обосновать свои суждения при защите отчета	Контроль выполнения и защиты лабораторных работ Контроль выполнения и защиты практических заданий
		<b>Навыки (при наличии):</b>	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	Контроль выполнения и защиты лабораторных работ Контроль выполнения и защиты практических заданий
		Навыки работы с основными современными измерительными средствами. Навыки проектирования и разработки аппаратно-программных комплексов на основе встраиваемых микропроцессорных систем.	Студент не владеет самостоятельными навыками выполнения индивидуального задания в рамках профессиональной деятельности	Студент неуверенно владеет самостоятельными навыками выполнения и оформления индивидуального задания в рамках профессиональной деятельности	Студент хорошо владеет самостоятельными навыками своевременного выполнения и оформления индивидуального задания, критического анализа и формулировки выводов (рекомендаций) в рамках профессиональной деятельности	Студент уверенно владеет самостоятельными навыками своевременного выполнения и оформления индивидуального задания, критического анализа и формулировки выводов (рекомендаций) в рамках профессиональной деятельности	

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (экзамен)

Код и индикаторы достижения компетенций	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Показатели контроля успеваемости
		1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
		0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
ПКС-2 ИПКС-2.2	<b>Знания:</b>  Особенности встраиваемых систем; основные архитектуры и шаблоны их разработки. Назначение и принцип действия составных блоков встраиваемых микропроцессорных систем и их режимы работы. Способы организации связи встраиваемых микропроцессорных систем с внешней средой. Состав микроконтроллера, назначение его функциональных блоков. Синтаксис и основные конструкции языка программирования для встраиваемой системы. Методы программной реализации типовых функций управления. Методы тестирования и способы отладки встраиваемых систем; причины неисправностей и возможных сбоев программного кода. Общее состояние производства и тенденции использования встраиваемых систем.	a) не правильный ответ на все теоретические вопросы билета б) слабое понимание теоретического материала в) отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы г) не может ответить на дополнительные вопросы д) отказ от ответа	a) грубые ошибки при ответах на вопросы и /или не правильный ответ более чем на 30% вопросов б) слабое знание теоретического материала в) в большинстве случаев отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы д) отказ от ответа	a) правильный и уверенный ответ на большинство вопросов, при наводящих вопросах преподавателя исправляются ошибки в ответе б) хорошее знание теоретического материала в) не всегда присутствует способность аргументировать собственные утверждения и выводы	a) правильный и уверенный ответ на вопросы б) глубокое знание теоретического материала в) способность аргументировать собственные утверждения и выводы	Контроль использования практических примеров в ответе Контроль ответов на дополнительные вопросы
ПКС-2 ИПКС-2.2	<b>Умения и навыки (при наличии):</b>  Обоснованно выбирать средства, методы, инструменты и языки разработки встраиваемых систем. Проектировать программно-аппаратные комплексы, адаптированные для использования в качестве встраиваемых систем. Устанавливать, настраивать, тестировать, использовать программное обеспечение встраиваемых систем. Навыки работы с основными современными измерительными средствами. Навыки проектирования и разработки аппаратно-программных комплексов на основе встраиваемых микропроцессорных систем.	0 баллов  не может выполнить практическое задание, полученные на экзамене;	1 балл  слушатель правильно ответил на один теоретический вопрос или выполнил практическое задание, полученные на экзамене; при наводящих вопросах преподавателя может частично ответить на дополнительные вопросы	2 балла  слушатель правильно, с приведением примеров ответил на один теоретический вопрос и выполнил практическое задание, полученные на экзамене; при наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе на дополнительные вопросы	3 балла  слушатель правильно, с приведением примеров ответил на все вопросы и выполнил практическое задание, полученные на экзамене; ответил на дополнительные вопросы	Контроль умения (навыка) решать типовые задачи с выбором известного метода, способа

Промежуточная аттестация по дисциплине пройдена, если слушатель набрал не менее 1 балла за экзамен.

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (экзамен)

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
	Суммарное количество баллов**	
0..2 баллов	0 баллов	«неудовлетворительно»
3..5 баллов	1 балл	«удовлетворительно»
6..8 баллов	2 балла	«хорошо»
9 баллов	3 балла	«отлично»

\*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;

\*\*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

## 5.2 Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

### 5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

выполнение лабораторных работ и практических заданий (выполнение заданий по вариантам с использованием ПК и, ответы на контрольные вопросы), оформление отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям;

тестирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

#### Типовые контрольные вопросы для лабораторных работ

##### Раздел 5. Проектирование программного обеспечения встраиваемых систем

Лабораторная работа №1. Основы работы с платформой Arduino. Среда разработки Arduino IDE.

1. Что входит в состав программной части платформы Arduino?
2. Что входит в состав аппаратной части платформы Arduino?
3. Перечислите основные преимущества платформы Arduino.
4. Поясните работу программ, приведенных в отчете.
5. Поясните основные конструкции языка Си, приведенные в кратких теоретических сведениях.
6. Аналоговые порты ввода и вывода.

##### Раздел 4. Проектирование аппаратного обеспечения встраиваемых систем

Лабораторная работа №2. Изучение организации жидкокристаллической индикации в микропроцессорных устройствах.

1. Каким образом формируется символ в ЖК дисплее.
2. Как использовать русские символы на ЖК-дисплее,
3. Каким образом определяется адрес устройства на шине ПС?
4. Каков принцип действия датчика DHT11.
5. Назовите основные команды библиотек LiquidCrystal и LiquidCrystal\_12C?

#### Типовые задания для лабораторных работ

##### Раздел 5. Проектирование программного обеспечения встраиваемых систем

Лабораторная работа №1. Основы работы с платформой Arduino. Среда разработки Arduino IDE.

Задание.

В работе необходимо подключить светодиод и две кнопки к портам. Необходимо путем нажатия кнопок добиться изменения яркости свечения светодиода. Схема имеет следующий вид (рис. 1).

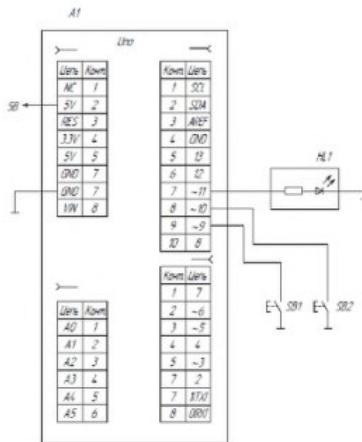


Рис. 1 – Схема подключения светодиода и кнопок к платформе Arduino UNO

Программа имеет следующий вид.

```
// Программа изменения яркости светодиода
int ledPin = 11; // Номер Pin к которому подключен светодиод
int brightness = 100; // Переменная в которой хранится уровень яркости (От 0 до 254)
int buttonPlus=9; // Номер Pin к которому подключена кнопка
int buttonMinus=10; // Номер Pin к которому подключена кнопка
void setup() {
pinMode(ledPin, OUTPUT); // Порт 11 (led) будет работать как Выход.
pinMode(buttonPlus, INPUT); // Порт 9 (buttonPlus) будет работать как Вход
pinMode(buttonMinus, INPUT); // Порт 10 (buttonMinus) будет работать как Вход
digitalWrite(buttonPlus, HIGH);
digitalWrite(buttonMinus, HIGH); // Включаем подтягивающие (PULL UP) резисторы
}
void loop() { // Этот цикл будет выполняться бесконечно пока не остановят его.
if (digitalRead(buttonPlus) == LOW) {
brightness += 5;
} // Делаем проверку, если вход под номером 9 (buttonPlus) имеет состояние 5В.
// Увеличиваем значение переменной яркости на 5 единиц.
if (digitalRead(buttonMinus) == LOW) {
brightness -= 5;
} // Делаем проверку, если вход под номером 10 (buttonMinus) имеет состояние 5 В.
// Уменьшаем значение переменной яркости на 5 единиц.
brightness = constrain(brightness, 0, 254); // Эта функция контролирует, что бы переменная
brightness не стала больше 254 и меньше 0, если значение вылезет за границу то функция 0 или
254
analogWrite(ledPin, brightness); // Устанавливаем состояние яркости для светодиода
delay(50); // Пауза 50 миллисекунд.
}
```

Задания для самостоятельного решения

1. Написать программу, которая бы включала и выключала светодиод с определенной частотой.
2. Сделать так, чтобы в устройстве были 2 светодиода, которые переключались бы на манер железнодорожного светофора: горел бы то один то другой.
3. Возьмите еще один светодиод с резистором и соберите аналогичную схему, подключив светодиод в противофазе. Надо сделать так, чтобы первый выключен, второй горит максимально

ярко и до противоположного состояния.

#### **Раздел 4. Проектирование аппаратного обеспечения встраиваемых систем**

Лабораторная работа №2. Изучение организации жидкокристаллической индикации в микропроцессорных устройствах.

Задание.

Необходимо подключить LCD дисплей к платформе и определить адрес модуля ПС. Для этого в платформу записывают следующую программу. Затем в мониторе последовательного порта можно считать адрес. Если адрес не определился, то необходимо проверить правильность соединения проводов. Надо загрузить следующую программу.

//Программа для определения адреса на 12С

```
#include <Wire.h>
void setup(){
Wire.begin();
Serial.begin(9600);
}
void loop(){
byte error, address;
intnDevices;

Serial.println("Scanning..");
nDevices = 0;
for(address = 1; address < 127; address++){
Wire.beginTransmission(address);
error = Wire.endTransmission();
if(error == 0){
Serial.print("I2C device found at address 0x");
if (address<16)
Serial.print("0");
Serial.print(address, HEX);
Serial.println();
}

nDevices++;
}
}
if (nDevices == 0)
Serial.println("No I2C devices found\n");
else
Serial.println("done\n");
delay(5000);
}
```

Необходимо подключить к платформе DHT11. Вывод S надо соединить с выводом №2 на платформе. Программа имеет следующий вид.

//Программа для измерителя влажности и температуры

```
#include<Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16, 2);
#include <DHT.h>
DHT dht(2, DHT11);
byte degree[8]= // кодируем символ градуса
{
B00111,
B00101,
```

```

B00111,
B00000,
B00000,
B00000,
B00000,
};

void setup()
{
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.createChar(1, degree); // Создаем символ под номером 1
dht.begin(); // запускаем датчик влажности DHT11
lcd.createChar(1, degree); // Создаем символ под номером 1
}
voidloop()
{
// считываем температуру (t) и влажность (h) каждые 250 мс
int h=dht.readHumidity();
int t=dht.readTemperature();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Hum:%");
lcd.setCursor(11, 0);
lcd.print(h);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("temp:\\"1C");
lcd.setCursor(11, 1);
lcd.print(t);
delay(2000);
}

```

Задания для самостоятельного решения

1. Написать программу, выводящие на экран слова «ВЛАЖНОСТЬ» и «ТЕМПЕРАТУРА».

*Полный перечень заданий приведен в [6.3.1], а также в [6.3.4].*

### Типовые контрольные вопросы для практических занятий

#### Раздел 4. Проектирование аппаратного обеспечения встраиваемых систем

Практическая работа №1. Логический анализатор SaleaeLogicAnalyzer.

1. Для каких задач используются логические анализаторы SaleaeLogicAnalyzer?
2. Установка драйвера для логического анализатора SaleaeLogicAnalyzer
3. Какая частота анализатора оптимальна для работы с 8-битной Ардуино?
4. Как зависит максимальная частота опроса от количества задействованных каналов?

Практическая работа №2. Аппаратные прерывания.

1. Что такое прерывания в языке Arduino IDE?
2. Внешние и аппаратные прерывания в Arduino.
3. Какие типы аппаратных прерываний реализованы в модулях Arduino?
4. Чем отличаются типы аппаратных прерываний в модулях Arduino?
5. Как создать аппаратное прерывание на Arduino?
6. Что важно учесть при работе с прерываниями?
7. Опишите работу обработчика прерываний ISR в Arduino?
8. Как запустить обработчик прерывания на Arduino?

*Полный перечень вопросов приведен в [6.3.2], а также в [6.3.4].*

## **Типовые задачи для практических занятий**

### **Раздел 4. Проектирование аппаратного обеспечения встраиваемых систем**

Практическая работа №1. Логический анализатор SaleaeLogicAnalyzer.

#### **Задание.**

1. Необходимо написать программу и получить изображение ШИМ с плавно изменяющейся скважностью от минимума до максимума и наоборот.

2. Подключив к анализатору кнопку, определить длительность дребезга контактов.

Практическая работа №2. Аппаратные прерывания.

#### **Задание.**

1. Необходимо включать поочередно три светодиода при нажатии на кнопку.

Предусмотреть режим выключения всех светодиодов.

2. Необходимо обрабатывать прерываниями нажатие двух кнопок и регулировать яркость светодиода.

*Полный перечень задач приведен в [6.3.2], а также в [6.3.4].*

## **Типовые тестовые задания для текущего контроля**

Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе MOODLE и находятся в свободном доступе на странице курса «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/mod/quiz/view.php?id=17131>.

### **Раздел 1. Общее представление о встраиваемых системах**

1. Что из следующего является классификацией встроенных систем?

- A) автономные встроенные системы
- B) встроенные системы в реальном времени
- C) сетевые веб-приборы
- D) мобильные и веб-устройства - Wrong ANS

ANSWER: сетевые веб-приборы

2. Встроенное программное обеспечение имеет следующие компоненты?

- A) программа / сценарий
- B) операционные системы
- C) прошивка
- D) все вышеперечисленное

ANSWER: все вышеперечисленное

3. При кроссплатформенной среде разработки целевая встроенная система обычно предлагает:

- A) динамический загрузчик, загрузчик ссылок, монитор, агент отладки
- B) функциональный загрузчик, загрузчик ссылок, монитор, агент отладки
- C) динамический загрузчик, загрузчик ссылок, загрузчик программы, агент отладки
- D) все вышеперечисленное

ANSWER: динамический загрузчик, загрузчик ссылок, монитор, агент отладки

4. Каковы функциональные требования встроенной системы?

A) прямое цифровое управление: взаимодействие приводов MAN-Machine, сообщает оператору текущего состояния контролируемого объекта, требований датчика, кондиционирования сигнала

B) сбор данных: требования датчика, кондиционирование сигнала, мониторинг тревоги

C) прямое цифровое управление: взаимодействие с приводами искусственного человека, сообщает оператору текущего состояния контролируемого объекта, помогает оператору в

управлении системой

- D) сбор данных: требования датчика, помогает оператору в управлении системой
- E) В и С.

ANSWER: сбор данных: требования датчика, кондиционирование сигнала, мониторинг тревоги

5. Основываясь на производительности и функциональных требованиях, встроенные системы классифицируются как:

- A) мобильные встроенные системы
- B) сетевые встроенные системы
- C) в реальном времени встроенные системы
- D) автономные встроенные системы
- E) все вышеперечисленное

ANSWER: все вышеперечисленное

## **Раздел 2. Аппаратные средства для разработки встраиваемых систем**

1. В чем разница между микропроцессором и микроконтроллером? (Выберите все, что применимо)

- A) микроконтроллеры имеют ввод/вывод, память и т. д. В него встроены и специально разработаны для управления
- B) микроконтроллеры являются менеджерами ресурсов (ввода/вывода, память), которые лежат вне ее архитектуры
- C) микропроцессоры имеют ввод/вывод, память и т. д., Встроенные в него и специально разработанные для управления
- D) микропроцессор является менеджером ресурсов (ввода/вывода, память), которые лежат вне ее архитектуры

ANSWER: микроконтроллеры имеют ввод/вывод, память и т. д. В него встроены и специально разработаны для управления; микропроцессор является менеджером ресурсов (ввода/вывода, память), которые лежат вне ее архитектуры

2. Микроконтроллер содержит процессор, память и программируемые периферийные устройства ввода-вывода, как правило, \_\_\_\_ на чипе.

- A) эксплуатационная компьютерная система
- B) функциональная компьютерная система
- C) ОС-система
- D) ничего из вышеперечисленного

ANSWER: функциональная компьютерная система

3. Какое утверждение является правильным для преимуществ в микроконтроллере?

- A) более низкая стоимость, потому что многие элементы процессора содержатся в одном чипе, что приводит к снижению стоимости чипа и стоимости платы
- B) ограниченная производительность, потому что размер памяти ограничен тем, что можно приспособить на чипе

- C) MCU, как правило, специфичны для применения, поэтому выбор может быть ограничен
- D) меньше гибкости, потому что все компоненты интегрированы в один чип

ANSWER: более низкая стоимость, потому что многие элементы процессора содержатся в одном чипе, что приводит к снижению стоимости чипа и стоимости платы

4. Микроконтроллеры представляют собой комбинацию \_\_\_\_ и памяти и других периферийных устройств, таких как ОЗУ, ПЗУ, буфер, порты ввода -вывода

- A) компонент
- B) ввод
- C) процессор
- D) материнская плата

ANSWER: процессор

5. Счетчик времени выполнения отслеживает \_\_\_\_\_ срез для каждой задачи, увеличивая на каждом тикании часов.

- A) функция
- B) программа
- C) память
- D) время

ANSWER: время

## **5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации**

### **Вопросы к экзамену**

1. Понятие встраиваемых систем. Основные свойства современных распределенных встраиваемых систем.
2. Эволюция понятия «встраиваемые вычислительные системы».
3. Классификация встраиваемых систем.
4. Основные компоненты встраиваемых систем.
5. Область применения встраиваемых систем.
6. Интернет вещей – пример встраиваемых систем.
7. Понятие микропроцессора. Сфера использования микропроцессоров.
8. Классификация специализированных процессоров по выполняемым функциям и области применения.
9. Классификация микропроцессоров по полноте и архитектуре вычислительного ядра.
10. Понятие микроконтроллера. Область применения микроконтроллеров.
11. Структура микроконтроллера. Назначение основных аппаратных модулей.
12. Отличие микроконтроллера от микропроцессора.
13. Принципы организации встроенных систем по принципам времени и процесса.
14. Понятие прерывания в составе встраиваемой системы.
15. Операционная система встраиваемых систем с приоритетным и с неприоритетным прерыванием.
16. Этапы проектирования встраиваемых систем.
17. Требования к параметрам используемого микроконтроллера при проектирования встраиваемых систем.
18. Комплекс инструментальных средств для проектирования и отладки микроконтроллеров.
19. Языки программирования для микроконтроллеров.
20. Разработка и отладка аппаратных средств микроконтроллеров.
21. Разработка и отладка программного обеспечения микроконтроллеров.
22. Методы и средства совместной отладки аппаратных и программных средств встраиваемых систем.
23. Основные проблемы при разработке встраиваемых систем.
24. Разработка эксплуатационной документации для встраиваемых систем.
25. Выбор средств микропроцессорной техники – Arduino.
26. Выбор средств микропроцессорной техники – Raspberry Pi.
27. Выбор средств микропроцессорной техники – ESP8266 .
28. Выбор средств микропроцессорной техники – STM32 .
29. Схемы построения информационно-измерительных систем.
30. Система сбора данных из внешней среды во встраиваемых системах.
31. Первичные измерительные преобразователи, используемые в составе встраиваемых систем.
32. Исполнительные устройства, используемые в составе встраиваемых систем.
33. Функциональные блоки аналоговой предобработки информационных сигналов встраиваемых систем.
34. Источники электропитания встраиваемых систем.

## **Задачи к экзамену**

Задача 1.

Разработать скетч для управления маячком. Светодиод должен светиться полсекунды, а пауза между вспышками должна быть равна одной секунде.

Задача 2.

Разработать скетч для управления яркостью светодиода при помощи потенциометра.

## **Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации**

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации обучающихся сформирован в системе MOODLE и находится в свободном доступе на странице курса «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=402>.

**Регламент проведения промежуточной аттестации в форме тестирования в MOODLE**

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
100	20	25

## **5.3 Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине**

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенции ПКС-2, формируемой в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.3).

Таблицы 5.4—Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания	
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»		
<b>ПКС-2.</b> Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений.						
<b>ИПКС-2.2.</b> Разрабатывает структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств.						
<b>Знать:</b> - Особенности встраиваемых систем; основные архитектуры и шаблоны их разработки. - Назначение и принцип действия составных блоков встраиваемых микропроцессорных систем и их режимы работы. - Способы организации связи встраиваемых микропроцессорных систем с внешней средой. - Состав микроконтроллера, назначение его функциональных блоков. - Синтаксис и основные конструкции языка программирования для встраиваемой системы. - Методы программной реализации типовых функций управления. - Методы тестирования и способы отладки встраиваемых систем; причины неисправностей и возможных сбоев программного кода. - Общее состояние производства и тенденции использования встраиваемых систем.	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Контроль посещения лекций. Контроль участия в дискуссиях на лекциях и практических занятиях. Проверка конспектов лекций. Тестирование. Промежуточная аттестация.	
<b>Уметь:</b> - Обоснованно выбирать средства, методы, инструменты и языки разработки встраиваемых систем. - Проектировать программно-аппаратные комплексы, адаптированные для использования в качестве встраиваемых систем. - Устанавливать, настраивать, тестировать, использовать программное обеспечение встраиваемых систем.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение и защита практических заданий. Выполнение и защита лабораторных работ	
<b>Владеть навыками:</b> - Навыками проектирования и разработки аппаратно-программных комплексов на основе встраиваемых микропроцессорных систем.	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение и защита практических заданий. Выполнение и защита лабораторных работ	

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная литература

6.1.1 Гончаровский О.В. Встроенные микропроцессорные системы: учебное пособие / О.В. Гончаровский, Н.Н. Матушкин, А.А. Южаков. – Пермь: ПНИПУ, 2012. – 198 с. – Текст: электронный // ЭБС Лань. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160349> (дата обращения: 21.10.2025).

6.1.2 Аппаратные и программные средства встраиваемых систем: учебное пособие / А.О. Ключев, Д.Р. Ковязина, П.В. Кустарев, А.Е. Платунов. – СПб: НИУ ИТМО, 2010. – 290 с. – Текст: электронный // ЭБС Лань. – URL: <https://e.lanbook.com/book/40708> (дата обращения: 21.04.2023).

6.1.3 Конструирование и программирование микроконтроллерных устройств: учебное пособие / М.Ю. Смирнов, В.С. Зияутдинов, О.В. Голубева [и др.]. – Липецк: ЛГПУ им.П.П. Семёнова-Тян-Шанского, 2018. – 120 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/100995.html> (дата обращения: 08.04.2024).

6.1.4 Мамичев Д. Программирование на Ардуино. От простого к сложному / Д. Мамичев. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2022. – 244 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/142051.html> (дата обращения: 01.08.2024).

### 6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Проектирование встраиваемых систем на микроконтроллерах: лабораторный практикум / А.А. Роженцов, А.А. Баев, К.А. Лычагин, Д.С. Чернышев; под редакцией А.А. Роженцов. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. – 120 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/75440.html> (дата обращения: 22.01.2024).

6.2.2 Сонькин М.А. Микропроцессорные системы. Средства разработки программного обеспечения для микроконтроллеров семейства AVR: учебное пособие / Сонькин М.А., Шамин А.А. – Томск: Томский политехнический университет, 2016. – 90 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/83973.html> (дата обращения: 21.10.2025).

6.2.3 Пош М. Программирование встроенных систем на C++17 / М. Пош; перевод А.В. Снастин. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 394 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124733.html> (дата обращения: 14.10.2022).

6.2.4 Петин В.А. Практическая энциклопедия Arduino / В.А. Петин, А.А. Биняковский. – 2-е изд. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 166 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124729.html> (дата обращения: 14.10.2022).

6.2.5 Боровский А.С. Программирование микроконтроллера Arduino в информационно-управляющих системах: учебное пособие / Боровский А.С., Шрейдер М.Ю. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 113 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/78913.html> (дата обращения: 21.10.2025).

6.2.6 Макаров С.Л. Arduino Uno и Raspberry Pi 3: от схемотехники к интернету вещей / С.Л. Макаров. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 204 с. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124533.html> (дата обращения: 11.10.2022).

### 6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Методические указания и задания для лабораторных и практических работ по дисциплине «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем». Рекомендованы заседанием кафедры «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» АПИ НГТУ, протокол №6 от 25.05.2023г.

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru).

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

7.1.3 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

7.1.4 Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>.

7.1.5 Информационный портал «INGENERYI.INFO». Режим доступа: <https://ingeneryi.info>.

7.1.6 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Режим доступа: <http://protect.gost.ru>.

7.1.7 Профессиональный сайт «РадиоЛоцман. Электронные схемы». Режим доступа: <https://www.rlocman.ru>.

7.1.8 Новостной портал «Записки радиолюбителя». Режим доступа: <https://radio-blog.ru>.

7.1.9 Аппаратная платформа Arduino. Режим доступа: <https://arduino.ru>.

7.1.10 . Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/software>.

### 7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 Microsoft Office.

7.2.2 Arduino IDE.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение <b>IPR BOOKS WV-Reader</b>
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<b>318/г – Лаборатория «Микропроцессоры и системы автоматического управления» для проведения лекционных практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций</b> г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект рабочего оборудования: - Лабораторный макет «Персональный компьютер» ПК-02 с подключением к интернету – 4 шт. - Персональный компьютер (IntelCore i3-4130/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 730/HDD 1000) с подключением к интернету – 1 шт. - Персональный компьютер (IntelCore i5-4440/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 730/HDD 1000) с подключением к интернету – 1 шт. - Ноутбук (IntelCorei5-4210U/8 GbRAM/ HDD 750) – 1 шт. - Ноутбук (PentN3530/4 GbRAM/ HDD 550) – 4 шт. - Отладочный комплект – 1 шт. - Мультиметр Appa-207 – 1 шт. - Осциллограф GDS-806C – 1 шт. - Источник питания АКИП-1137 – 1 шт. - Генератор Г3-112/1 – 1 шт. - Набор Arduino UNO R3 с модулем реле (расширенный) – 8 шт. Посадочных мест – 12.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft Windows 7;</li> <li>Microsoft Office;</li> <li>Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)</li> <li>Arduino IDE</li> <li>Firefox</li> </ul>
<b>220 – компьютерный класс для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</b> г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор и подключением к сети Интернет: Intel(R)Core(TM) i5, 2.67 GHz, ОЗУ: 2Гб – 1 шт. - Мультимедийный проектор – 1 шт. - Экран для проектора – 1 шт. - Доска маркерная – 1 шт. - Колонки – 2 шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института: Intel(R)Core(TM) i3, 2.93GHz, ОЗУ: 2Гб – 12шт. - Лабораторный стенд «Сетевая безопасность» – 1 шт. - Набор Arduino UNO R3 с модулем реле (расширенный) – 8 шт. - Стол рабочий – 15 шт. Посадочных мест – 24.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft Windows 7;</li> <li>Microsoft Office;</li> <li>Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)</li> <li>Opera</li> <li>Altium Designer Release 10</li> <li>Компас</li> <li>T-FLEX CAD Учебная Версия 14</li> <li>MATLab Simulink R2011b</li> <li>MATLab FUZZY LOGIC TOOLBOX R2011b</li> <li>Arduino IDE</li> </ul>
<b>226 – компьютерный класс – помещение для СРС</b> г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор и подключением к сети Интернет: Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 – 1 шт. - Мультимедийный проектор BenQ MX764 – 1 шт. - Экран для проектора – 1 шт.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft Windows 7;</li> <li>Microsoft Office;</li> <li>Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)</li> <li>Opera</li> <li>MATLab Simulink R2011b</li> <li>MATLab FUZZY LOGIC TOOLBOX</li> </ul>

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института: Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 – 19 шт. - Набор Arduino UNO R3 с модулем реле (расширенный) (8 шт.). Посадочных мест – 19.	R2011b • Arduino IDE
316 – Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на телевизор LG – 1шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института – 5 шт. Посадочных мест – 26.	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr. Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Opera

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=402> и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ и индивидуальных заданий расчетно-графической работы находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=402> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий на соответствующих занятиях.

На лекциях и лабораторных работах реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных работах и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего

контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2 и 5.3.

## **10.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (см. табл. 4.1, 4.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к лабораторным и практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=402> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

## **10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины и решения задач по основным разделам курса;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Методические рекомендации к выполнению практических заданий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=402> и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

## **10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по

каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через Интернет к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## **10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса**

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

[https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_auditorii.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF).

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_srs.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF).

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/provdenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provdenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf).

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины  
на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ уч. г.**

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:

Глебов В.В.  
«\_\_\_\_» 20\_\_\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)(ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ Шурыгин А.Ю.  
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО \_\_\_\_\_ Мельникова О.Ю.  
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки \_\_\_\_\_ Старостина О.Н.  
(подпись)