

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

18.06.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

С.1.2.17 Применение ПЛИС и микроконтроллеров в радиотехнических системах

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Квалификация выпускника

Специалист

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Специализация

Радиолокационные системы и комплексы

Курс 4  
Семестр 7, 8

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	288 / 8	часов/зачетных единиц
Лекции	64	часов
Лабораторные работы	64	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	128	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	8	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	124	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	8	семестр
Зачет	7	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью кандидата наук	РТиМБС	СОГЛАСОВАНО	А.А. Баев
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра радиотехнических и медико-биологических систем

07.06.2021	протокол №	18
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Баев
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Баев
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Клепиков Руслан Станиславович, первый заместитель начальника НТЦ  
«Коралл» АО Марийский машиностроительный завод

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 01.07.2021 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-2 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	ПК-2.1 Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов	<b>знания:</b> численные методы решения задач проектирования систем; <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-2.2 Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов	<b>знания:</b> <b>умения:</b> разрабатывать алгоритмы работы биотехнических систем; <b>навыки:</b>
	ПК-2.3 Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов, протекающих в системах ;
2. ПК-3 Способен осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	ПК-3.1 Знать принципы проектирования конструкций радиоэлектронных средств	<b>знания:</b> основные принципы построения систем; <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-3.2 Уметь использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации	<b>знания:</b> <b>умения:</b> анализировать данные для расчета и проектирования деталей и узлов <b>навыки:</b>
	ПК-3.3 Владеть навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> проектирование деталей и узлов систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;
3. ПК-4 Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ	ПК-4.1 Знать современный уровень микропроцессоров, микропроцессорных систем, программируемых логических интегральных схем и автоматизированных средств для разработки	<b>знания:</b> Современный уровень микропроцессоров, микропроцессорных систем, программируемых логических интегральных схем и автоматизированных средств для разработки изделий на их основе <b>умения:</b> <b>навыки:</b>

	изделий на их основе	
	ПК-4.2 Уметь выбирать элементную базу для цифровых радиотехнических устройств	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Уметь выбирать элементную базу для цифровых радиотехнических устройств <b>навыки:</b>
	ПК-4.3 Владеть современными средствами разработки цифровых радиотехнических устройств	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеть современными средствами разработки цифровых радиотехнических устройств

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Компьютерное проектирование и моделирование радиоэлектронных средств (ПК-2), Компьютерное проектирование и моделирование радиоэлектронных средств (ПК-3), Цифровая обработка сигналов (ПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Основы теории радионавигационных систем и комплексов (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: исследовательские, лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>ПЛИС</b>	<b>108</b>	ПК-2, ПК-3, ПК-4
Лекция. Введение	2	
Лекция. ПЛИС в иерархии цифровых интегральных микросхем	4	
Лабораторная работа. Исследование логических элементов на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) в среде Xilinx ISE	4	
Лекция. Элементная база ПЛИС	8	
Лабораторная работа. Исследование комбинационных схем	4	
Лекция. Системы на кристалле	4	
Лабораторная работа. Последовательностные устройства:	6	

триггеры и регистры.		
Лекция. Оценка параметров и характеристик ПЛИС	4	
Лабораторная работа. Последовательностные устройства: счетчики.	8	
Лекция. Методы и средства проектирования устройств цифровой техники на ПЛИС	10	
Лабораторная работа. Работа с внешними интерфейсами	10	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Выполнение индивидуального задания	44	
Иная контактная работа: зачет	0	

### 8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Микроконтроллеры</b>	<b>94</b>	ПК-2, ПК-3, ПК-4
Лекция. Базовые элементы микроконтроллера семейства ATMEGA	4	
Лабораторная работа. Базовые элементы микроконтроллера семейства ATMEGA	4	
Лекция. Таймеры и последовательный интерфейс SPI	6	
Лабораторная работа. Таймеры и последовательный интерфейс SPI	6	
Лекция. Последовательный интерфейс UART и АЦП	6	
Лабораторная работа. Последовательный интерфейс UART и АЦП	6	
Лекция. Протокол работы с ЖКИ WH1602	6	
Лабораторная работа. Протокол работы с ЖКИ WH1602	6	
Лекция. Протокол работы с датчиком температуры DS18B20	6	
Лабораторная работа. Протокол работы с датчиком температуры DS18B20	6	
Лекция. Использование бесконтактных считывателей RFID	4	
Лабораторная работа. Использование бесконтактных считывателей RFID	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Выполнение индивидуального задания выполнение курсового проекта/работы	30 50	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение		
Иная контактная работа: защита курсового проекта/работы	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического (лабораторного) занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение курсового проекта (работы), лабораторной работы.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт, экзамен;

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Алиев, Марат Туфикович. Микропроцессоры и микропроцессорные системы управления [Текст] : 8-разрядные процессоры семейства AVR : лабораторный практикум : [по направлениям 27.03.04, 11.03.03, 11.03.04] / М. Т. Алиев, Т. С. Буканова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 63 с. ISBN 978-5-8158-1775-3. Экземпляры: всего 40.	40 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Aliev_mikroprocessori_2016.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Aliev_mikroprocessori_2016.pdf</a>
2.	Алиев, Марат Туфикович. Микропроцессорные системы управления электроприводами [Текст] : учебное пособие : [по направлениям подготовки 27.03.04, 11.03.03, 11.03.04] / М. Т. Алиев, Т. С. Буканова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 122 с. ISBN 978-5-8158-1783-8. Экземпляры: всего 31.	31 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Aliev_mikroprocessorni_e_sistemi_2017.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Aliev_mikroprocessorni_e_sistemi_2017.pdf</a>

3.	Мясников, Владимир Иванович. Микропроцессорные системы [Текст] : учеб. пособие [по курсовому проектированию] для студентов по специальности 230101 "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети" / В. И. Мясников. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. - 242 с. ISBN 978-5-8158-0662-7. Экземпляры: всего 66.	66 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Mjasnikov_mikroprocessornye_sistemy.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Mjasnikov_mikroprocessornye_sistemy.pdf</a>
4.	Проектирование встраиваемых систем на микроконтроллерах [Текст] : лабораторный практикум : [по специальности 210600.65 "Радиоэлектронные системы и комплексы" и направлениям подготовки 210400.62 "Радиотехника", 201000.62 "Биотехнические системы и технологии"] / [А. А. Роженцов и др.] ; под общ. ред. А. А. Роженцова; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 119 с. ISBN 978-5-8158-1510-0. Экземпляры: всего	31 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Rozhencov_proektirovanie_vstraeviemix_sistem_na_mikrokontrollerax_2015.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Rozhencov_proektirovanie_vstraeviemix_sistem_na_mikrokontrollerax_2015.pdf</a>
5.	Роженцов, Алексей Аркадьевич. Разработка устройств обработки сигналов на программируемых логических интегральных схемах [Текст] : лабораторный практикум : [по специальностям: 11.05.01, 11.03.01, 12.03.04] / А. А. Роженцов, А. А. Баев, Д. С. Чернышев; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 131 с. ISBN 978-5-8158-1713-5. Экземпляры: всего 11.	11 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Rozencov_razrabotka_ustroystv_2016.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Rozencov_razrabotka_ustroystv_2016.pdf</a>
6.	Применение микроконтроллеров в радиотехнических и биомедицинских системах [Текст] : учебное пособие : [для специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы", направлений подготовки 11.04.01 "Радиотехника", 12.03.04 , 12.04.04 "Биотехнические системы и технологии", изучающих дисциплины "Цифровые устройства и микропроцессоры", "Микропроцессорные системы", "Проектирование встраиваемых систем на микроконтроллерах", 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" дисциплины "Системы радиочастотной идентификации"] / А. А. Роженцов, А. А. Баев, Ю. Е. Гарипова, С. А. Охотников; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 171 с. ISBN 978-5-8158-1992-4. Экземпляры: всего 12.	12

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	402 (III)	Междисциплинарная лабораторная платформа в комплекте с аппаратно-программным контроллером NI ELVIS II +Hardware (7), Учебный стенд DE1-SoC /Terasic Technologies	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office

		L.L.C (2)	Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40, Altium Designer Perpetual EDU v15, LABVIEW, Proteus VSM for AVR, LABVIEW
2.	531 (III)	Осциллограф цифровой DS 1052E (5), Осциллограф цифровой DS 4054 (1), ПК B112,2 420W/Intel Celeron Dual-Core E3300/кл,мышь,фильт,мон. VA1931 (5)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40, Altium Designer Perpetual EDU v15, LABVIEW, Proteus VSM for AVR, LABVIEW

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала,	удовлетворительно



	недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

#### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

#### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1. Что такое микроконтроллер? Для чего он применяется?
2. Поясните, что отличает микроконтроллер от микропро-цессора.
3. Назовите типы памяти, которыми обладает рассматриваемый контроллер ATmega328.
4. Для чего используются программные схемные симуляторы?
5. В любой программе для AVR к проекту подключается файл io.h. Для чего?
6. Для чего нужны фьюз-биты? Как их можно изменить?
7. Что такое прерывание? Что нужно сделать, чтобы использовать определенное прерывание при работе?
8. Назовите регистры управления портами и их функции.
9. Для чего используется запись вида  $PORTB |= 1 << PB2$ ; или  $DDRC \&= \sim 1 << PD3$ ?

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Зачет

1. Почему нельзя просто подключить несколько индикаторов к портам контроллера?
2. Что такое динамическая индикация? Объясните её принципы и укажите область применения.
3. В состав ATmega168 входят несколько таймеров. Что это и для чего они нужны?
4. Назовите преимущества аппаратного таймера по сравнению с функцией задержки.
5. Что такое ШИМ? Какова область его применения?
6. Что такое регистр? Есть ли отличия между рассматриваемыми регистрами и регистрами контроллера?
7. Назовите виды и область применения регистров. В чем заключаются преимущества двухступенчатых регистров?
8. Для чего используется интерфейс SPI?
9. Как происходит обмен данными по SPI? Рассмотрите случай с несколькими подчиненными устройствами.
10. Как производится инициализация обмена по SPI в микро-контроллере?

#### Экзамен

1. Дайте определение комбинационного цифрового устройства.
2. Дайте определение мультиплексора. Приведите таблицу истинности мультиплексора. Приведите примеры использования мультиплексоров.
3. Приведите схему четырехканального мультиплексора.
4. Дайте определение дешифратора. Приведите таблицу истинности дешифратора и примеры использования дешифраторов.
5. Приведите схему трехвходового дешифратора.
6. Дайте определение шифратора. Приведите таблицу истинности шифратора. Приведите примеры использования шифраторов.
7. Приведите схему четырехвходового шифратора.
8. Дайте определение демультиплексора. Приведите таблицу истинности демультиплексора. Приведите примеры использования мультиплексоров.
9. Синтезируйте демультиплексор с четырьмя выходами.
10. Приведите пример схемы демультиплексора, выполненного на дешифраторе.

#### Нулевой билет

1. Что такое динамическая индикация? Объясните её принципы и укажите область применения.
2. Приведите схему четырехканального мультиплексора.
3. Синтезируйте демультиплексор с четырьмя выходами.