

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО  
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

**Проектирование ЦУ на ПЛИС**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиотехнических систем**

Учебный план 11.03.01\_24\_00.plx  
11.03.01 Радиотехника

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	уП	рП	уП	рП
Неделя	16			
Вид занятий	уП	рП	уП	рП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	8	8	8	8
Практические	8	8	8	8
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	32,25	32,25	32,25	32,25
Контактная работа	32,25	32,25	32,25	32,25
Сам. работа	31	31	31	31
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	72	72	72	72

г. Рязань

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Холопов Иван Сергеевич*

Рабочая программа дисциплины

**Проектирование ЦУ на ПЛИС**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

составлена на основании учебного плана:

11.03.01 Радиотехника

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Радиотехнических систем**

Протокол от 27.06.2024 г. № 11

Срок действия программы: 20242028 уч.г.

Зав. кафедрой Кошелев Виталий Иванович

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Радиотехнических систем**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Радиотехнических систем**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Радиотехнических систем**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

**Радиотехнических систем**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1	Целью освоения дисциплины является выработка базовых знаний в области программирования интегральных микросхем и разработки программного обеспечения на основе современных методов и стандартов проектирования, разработки и дальнейшего развития программных продуктов, а также подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.
1.2	Обучение студентов по курсу «Проектирование цифровых устройств на ПЛИС» направлено на углубленное получение знаний по разделам курса, теоретическое и практическое освоение методов и средств разработки программного обеспечения на языке описания аппаратуры VHDL.
1.3	
1.4	Задачи дисциплины:
1.5	- представление о программируемых интегральных схемах;
1.6	- изучение основ языка VHDL;
1.7	- изучение особенностей синтеза типовых цифровых устройств;
1.8	- формирование навыков по отладке и оптимизации проектов в САПР Quartus II.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Системы автоматизированного проектирования в микроэлектронике
2.1.2	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.1.3	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.1.4	Технологическая (проектно-технологическая) практика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Введение в современные нанотехнологии
2.2.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.5	Комплексирование приемопередающих систем
2.2.6	Нанотехнологии в радиотехнических системах
2.2.7	Основы радиоэлектронной борьбы
2.2.8	Преддипломная практика
2.2.9	Преддипломная практика
2.2.10	Преддипломная практика
2.2.11	Радиофотонные приемопередающие системы
2.2.12	Расчетно-конструкторская работа
2.2.13	Средства РЭБ для защиты ЛА
2.2.14	Формирование и обработка оптических сигналов
2.2.15	Электропитание мобильной РЭА
2.2.16	Энергосберегающие технологии в беспроводной РЭА
2.2.17	Расчетно-конструкторская работа
2.2.18	Средства радиоэлектронного наблюдения

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>
<b>ПК-4: Способен разрабатывать компоновочные и рабочие чертежи, проектировать (разрабатывать) комплексы бортового оборудования и его подсистемы для авиационных комплексов различного назначения</b>
<b>ПК-4.1. Разрабатывает структурные, функциональные и принципиальные электрические схемы бортового оборудования и его подсистемы для авиационных комплексов различного назначения</b>

<p><b>Знать</b> функциональное различие между микросхемами ПЛИС, выполненными по технологиям CPLD и FPGA, для обоснования их применения в принципиальных электрических схемах бортового оборудования.</p> <p><b>Уметь</b> разрабатывать проекты цифровых устройств управления на языке описания аппаратуры, используя структурный и поведенческий способы описания.</p> <p><b>Владеть</b> навыками реализации комбинационных и последовательностных цифровых устройств на программируемой логике средствами языка описания аппаратуры VHDL для их применения в электрических схемах бортового оборудования авиационных комплексов различного назначения.</p>
<p><b>ПК-4.2. Разрабатывает алгоритмическое обеспечение режимов работы систем бортового оборудования для авиационных комплексов различного назначения</b></p>
<p><b>Знать</b> методику проектирования и моделирования с использованием САПР Quartus II модулей цифровых устройств управления функциональными узлами бортового оборудования авиационных комплексов различного назначения.</p> <p><b>Уметь</b> работать с отладочной платой ПЛИС для выполнения отладки алгоритмического обеспечения.</p> <p><b>Владеть</b> синтаксисом языка VHDL для разработки алгоритмического обеспечения режимов работы систем бортового оборудования.</p>

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	- функциональное различие между микросхемами ПЛИС, выполненными по технологиям CPLD и FPGA, для обоснования их применения в принципиальных электрических схемах бортового оборудования;
3.1.2	- методику проектирования и моделирования с использованием САПР Quartus II модулей цифровых устройств управления функциональными узлами бортового оборудования авиационных комплексов различного назначения.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	- разрабатывать проекты цифровых устройств управления на языке описания аппаратуры, используя структурный и поведенческий способы описания;
3.2.2	- работать с отладочной платой ПЛИС для выполнения отладки алгоритмического обеспечения.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	- навыками реализации комбинационных и последовательностных цифровых устройств на программируемой логике средствами языка описания аппаратуры VHDL для их применения в электрических схемах бортового оборудования авиационных комплексов различного назначения;
3.3.2	- синтаксисом языка VHDL для разработки алгоритмического обеспечения режимов работы систем бортового оборудования.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	<b>Раздел 1. Содержание дисциплины по темам</b>					
1.1	Схемотехническая реализация программируемой логики /Тема/	7	0			
1.2	Схемотехническая реализация программируемой логики. Типы микросхем программируемой логики. Языки описания аппаратуры. Стандарт IEEE 1164. Типы данных в VHDL. Сущность и архитектура. /Лек/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
1.3	Зарезервированные ключевые слова языка VHDL. /Ср/	7	3	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1	
1.4	Структура проекта в VHDL. Синтез комбинационных цифровых устройств на языке VHDL. /Тема/	7	0			
1.5	Сигналы в VHDL. Параллельные операторы языка VHDL: оператор параллельного присваивания, агрегат, процесс. Оператор CASE. Структурный и поведенческий стили. Декларация и подключение компонента. Карты портов. Ключевое (поименованное) и позиционное присвоение портов. /Лек/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	

1.6	Знакомство с САПР Quartus II. Синтез мультиплексора и семисегментного индикатора. /Лаб/	7	4	ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-У ПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.2	Демонстрация на отладочной плате
1.7	Сигналы и компоненты. Составление программы с применением структурного стиля программирования. /Пр/	7	2	ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-У ПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	Решение задач
1.8	Ключевое (поименованное) и позиционное присвоение при подключении компонента к проекту верхнего уровня. /Ср/	7	5	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1	
1.9	Синтез последовательностных цифровых устройств на языке VHDL. Часть 1. /Тема/	7	0			
1.10	D-триггеры и параллельные регистры. Оператор IF. Описание фронта тактового сигнала на языке VHDL. Синхронные и асинхронные действия. /Лек/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
1.11	Различие синхронного и асинхронного сброса и установки D-триггера. /Ср/	7	5	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1	
1.12	Синтез последовательностных цифровых устройств на языке VHDL. Часть 2. /Тема/	7	0			
1.13	Настроечная константа generic. Параметрический счетчик. Параметрический делитель частоты. Широтно-импульсный модулятор. /Лек/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
1.14	Синтез последовательностных цифровых устройств /Лаб/	7	4	ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-У ПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.2	Демонстрация на отладочной плате
1.15	Синхронные и асинхронные операции в последовательностных цифровых устройствах. /Пр/	7	2	ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-У ПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	Решение задач
1.16	Синтез суммирующих, вычитающих и реверсивных счетчиков. /Ср/	7	5	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1	
1.17	Синтез устройств на основе счетчиков и сдвиговых регистров. Часть 1. /Тема/	7	0			
1.18	Сторожевой таймер. Сдвиговый регистр. /Лек/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
1.19	Синтез сдвигового регистра с входами управления. /Ср/	7	5	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1	
1.20	Синтез устройств на основе счетчиков и сдвиговых регистров. Часть 2. /Тема/	7	0			
1.21	Генераторы M-последовательностей. /Лек/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
1.22	Синтез генератора M-последовательности с входами управления. /Пр/	7	2	ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-У ПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	Решение задач
1.23	Синтез структурной схемы генератора M последовательности по заданному характеристическому полиному. /Ср/	7	5	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1	
1.24	Последовательные и параллельные операторы VHDL /Тема/	7	0			
1.25	Операторы циклов FOR, WHILE и GENERATE. /Лек/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
1.26	Параллельное и каскадное подключение нескольких однотипных компонентов к проекту верхнего уровня. /Пр/	7	2	ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-У ПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	Решение задач

1.27	Глобальные константы и записи /Тема/	7	0			
1.28	Пакет и его синтаксис. Декларации в пакете. Пример декларации функции. Записи. /Лек/	7	2	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	
1.29	Синтаксис декларации компонента с типом «запись». /Ср/	7	3	ПК-4.1-3 ПК-4.2-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1	
<b>Раздел 2. Промежуточная аттестация</b>						
2.1	Подготовка к экзамену, иная контактная работа /Тема/	7	0			
2.2	Подготовка к зачету /Зачёт/	7	8,75	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1	
2.3	Прием зачета /ИКР/	7	0,25	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-3 ПК-4.2-У ПК-4.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3	Решение задачи

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Проектирование ЦУ на ПЛИС").

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Поляков, А. К.	Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры	Москва: СОЛОН-Пресс, 2021, 314 с.	5-98003-016-6, <a href="https://www.iprbookshop.ru/141964.html">https://www.iprbookshop.ru/141964.html</a>
Л1.2	Бибило, П. Н.	Синтез логических схем с использованием языка VHDL	Москва: СОЛОН-□, 2021, 384 с.	5-93455-152-3, <a href="https://www.iprbookshop.ru/142035.html">https://www.iprbookshop.ru/142035.html</a>
Л1.3	Бибило, П. Н.	Основы языка VHDL	Москва: СОЛОН-□, 2021, 200 с.	5-93455-056-X, <a href="https://www.iprbookshop.ru/142041.html">https://www.iprbookshop.ru/142041.html</a>

##### 6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Холопов И.С.	Проектирование средств радиоэлектронной борьбы на программируемых логических интегральных схемах : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2018,	, <a href="https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/1666">https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/1666</a>

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.2	Холопов И.С.	Основы проектирования цифровых устройств с использованием языка описания аппаратуры VHDL : метод. указ к лаб. работам	Рязань, 2014, 24с.	, 1

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Дистанционные курсы доступны по следующим адресам: VHDL – обучающий портал [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://vhdl.bas-net.by/">http://vhdl.bas-net.by/</a> (дата обращения 28.02.2021).			
----	--	--	--	--

### 6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

#### 6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Quartus II 8.1 Web Edition	Свободное ПО
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	423 А Лабораторный корпус. учебная лаборатория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, для проведения самостоятельной работы обучающихся Специализированная мебель (18 посадочных мест), ПК: Intel Pentium Dual/3,24Gb – 1 шт. 1 мультимедийный проектор 1800 Ansi, экран, магнитно-маркерная доска. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.
2	417 Лабораторный корпус. учебная лаборатория для проведения лабораторных работ, самостоятельной работы обучающихся Учебно-лабораторный комплекс «Радиолокационные станции обнаружения подвижных объектов на базе АФАР-16», РЛС-02-16. Комплект учебно-лабораторного оборудования для изучения основ радиолокации ЭЛБ-150.024.01. Учебно-лабораторные макеты: генераторы, осциллографы, радиовысотомер, отладочные комплекты, 1 мультимедийный проектор 1800 Ansi, экран, магнитно-маркерная доска, специализированная мебель. ПК: Intel Pentium G5420/8Gb – 6 шт Intel Pentium Dual/2Gb – 3 шт Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методические указания по освоению дисциплины "Проектирование ЦУ на ПЛИС" представлены в приложении к рабочей программе дисциплины.	
--	--

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Кошелев Виталий  
Иванович, Заведующий кафедрой РТС

28.10.24 11:04 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
ВЫПУСКАЮЩЕЙ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Кошелев Виталий  
Иванович, Заведующий кафедрой РТС

28.10.24 11:06 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
НАЧАЛЬНИКОМ УРОП

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Ерзылёва Анна  
Александровна, Начальник УРОП

28.10.24 13:39 (MSK)

Простая подпись