

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 22

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.В. Поваренкин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Программируемые логические интегральные схемы»

(Наименование дисциплины)


Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические системы связи
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

 20.06.2023  
(подпись, дата)


Ю.В. Бакшеева  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22

«20» июня 2023 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 22


к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

 20.06.2023  
(подпись, дата)

Н.В. Поваренкин  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.03.01(03)

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

 20.06.2023  
(подпись, дата)

Ю.В. Бакшеева  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

 20.06.2023  
(подпись, дата)

О.Л. Бальшева  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Программируемые логические интегральные схемы» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические системы связи». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности»

ОПК-5 «Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения»

ПК-1 «Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, а также с использованием методов искусственного интеллекта»

ПК-3 «Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением современной методологии разработки и средств реализации устройств цифровой обработки сигналов с использованием микросхем программируемой логики.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часа.

Язык обучения по дисциплине русский

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины "ПЛИС" является продолжение и углубление изучения схемотехники устройств цифровой обработки сигналов, изучение теоретических вопросов, связанных с методологией применения микросхем программируемой логики, освоение технологии проектирования устройств ЦОС с использованием ПЛИС.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.У.1 уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.У.1 уметь разрабатывать алгоритмы цифровой обработки сигналов и данных для решения практических задач
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, а также	ПК-1.3.1 знать методы и программные средства моделирования аппаратной части

	с использованием методов искусственного интеллекта	
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	ПК-3.3.1 знать основные технические характеристики радиотехнических систем

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Информатика»,
- «Электроника»,
- "Основы спектрального анализа"
- "Схемотехника аналоговых электронных устройств"
- "Цифровые устройства".

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Цифровая обработка сигналов»,
- «Процессоры цифровой обработки сигналов», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№6	№7
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	8/ 288	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	25	25	
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	102	68	34
в том числе:			
лекции (Л), (час)	17	17	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17	
лабораторные работы (ЛР), (час)	68	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)	36	36	
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	150	40	110
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач,	Экз., Дифф.	Экз.	Дифф. Зач.

Экз.**)	Зач.		
---------	------	--	--

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Введение	5				5
Раздел 2. Проектирование устройств ЦОС с использованием САПР Quartus		17	34		25
Раздел 3. ПЛИС 1-го поколения	8				5
Раздел 4. ПЛИС 2-го и 3-го поколений.	4				5
Итого в семестре:	17	17	34		40
Семестр 7					
Раздел 5. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС с использованием языка описания аппаратуры VHDL			34		110
Итого в семестре:			34		110
Итого	17	17	68	0	150

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1. Введение	1.1 Ретроспектива развития цифровой схемотехники и предпосылки возникновения микросхем программируемой логики 1.2 Классификация ПЛИС по поколениям, по типу, по степени интеграции 1.3. Классификация ПЛИС по кратности программирования. 1.4. Физические интерфейсы и протоколы обмена информацией. 1.5 Свойства и возможности ПЛИС. Области применения ПЛИС.
2. Проектирование устройств ЦОС с использованием САПР Quartus	2.1 Методология и общий алгоритм проектирования цифровых устройств. 2.2. Обзор и общая характеристика пакета Quartus 2.3 Способы описания проекта в пакете Quartus 2.4 Компиляция проекта, параметры логического синтеза. 2.5. Редактор физического размещения 2.6. Верификация проекта 2.7 Параметризуемые мегафункции

3. ПЛИС 1-го поколения	<p>3.1. Программируемые логические матрицы (ПЛИМ). Обобщенная структурная схема. Основные характеристики. Схемотехническая реализация монтажных операций "И" и "ИЛИ"</p> <p>3.2. Программируемые логические матрицы. Расширение функциональных возможностей.</p> <p>3.3. Программируемая матричная логика (ПМЛ). Сравнительный анализ подходов к проектированию ЦУ на ПЛИМ и ПМЛ.</p> <p>3.4. Обогащение функциональных возможностей ПЛИМ и ПМЛ.</p> <p>3.5. Базовые матричные кристаллы (БМК). Классификация, понятия базовой ячейки и функциональной ячейки (ФЯ), библиотека ФЯ, пример компонентного состава БЯ, структуры канальных, бесканальных и блочных БМК, параметры БМК.</p>
4. ПЛИС 2-го и 3-го поколений.	<p>4.1. Сложные программируемые логические устройства (CPLD). Обобщенная структурная схема. Понятие функционального блока. Структура макроячейки. Структура программируемой матрицы межсоединений. Структура блока ввода-вывода.</p> <p>4.2. Программируемые пользователем вентильные матрицы (FPGA). Обобщенная структура. Конфигурируемые логические блоки разной зернистости.</p> <p>4.3. Технология JTAG. Назначение, основная концепция, режимы работы, схема ячейки граничного сканирования, интерфейс JTAG, транспортный механизм, устройство управления граничным сканированием, режимы граничного сканирования, команды граничного сканирования.</p> <p>4.4 Системы-на-кристалле (SoC). Классификация. Основные характеристики. Hard-ядра, единицы интеллектуальной собственности (IP-ядра) - firm-ядра и soft-ядра.</p> <p>4.5. Перспективы развития. Системы "System-in-Pocket".</p>
5. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС с использованием языка описания аппаратуры VHDL	<p>5.1 VHDL: структура описания модуля, основные правила синтаксиса, типы и свойства входных и выходных сигналов</p> <p>5.2. VHDL: зарезервированные слова, параллельные операторы, последовательный оператор <i>process</i></p> <p>5.3. VHDL: типы данных, функции и процедуры.</p> <p>5.4. VHDL: элементы структурного типа проектирования цифровых устройств.</p> <p>5.5. VHDL: элементы потокового типа проектирования цифровых устройств.</p> <p>5.6. VHDL: элементы поведенческого типа проектирования цифровых устройств.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической	№ раздела
-------	---------------------------	----------------------------	---------------------	---------------------	-----------

				подготовк и, (час)	дисцип лины
<b>Семестр 6</b>					
1	Изучение методологии и общего алгоритма проектирования цифровых устройств на ПЛИС	Решение ситуационных задач	2		2
2	Обзор и общая характеристика пакета Quartus Prime Lite Edition	Решение ситуационных задач	3		2
3	Изучение процедуры компиляции проекта. Настройка параметров компиляции. Параметры логического синтеза.	Решение ситуационных задач	4	2	2
4	Редактор физического размещения, его назначение, параметры и настройка	Решение ситуационных задач	4	2	2
5	Способы и средства верификации проекта. Верификация с помощью отладочной платы.	Решение ситуационных задач	4	1	2
<b>Семестр 7</b>					
	Не предусмотрено				
<b>Всего</b>			17	5	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 6</b>				
1	Изучение основных этапов создания цифрового устройства на ПЛИС - описание проекта в графическом редакторе и компиляция проекта.	4	2	2
2	Изучение взаимодействия САПР с отладочной платой - редактор физического размещения PinPlanner, прошивка отладочной платы и тестирование синтезированного устройства.	4	3	2
3	Изучение инструментов программно-аппаратной верификации проекта (часть 1) - инструмент ModelSym.	4	3	2
4	Изучение инструментов программно-аппаратной верификации проекта (часть 2) - утилита WaveForm для создания простых условий моделирования	4	2	2
5	Изучение инструментов программно-	4	2	2



	аппаратной верификации проекта (часть 3) - создание файла testbench для проведения всесторонней верификации.			
6	Исследование стандартных библиотек Quartus II (часть 1): библиотека примитивов	2	2	2
7	Исследование стандартных библиотек Quartus II (часть 2): мегафункции комбинационных и арифметических устройств	4	2	2
8	Исследование стандартных библиотек Quartus II (часть 3): мегафункции последовательностных устройств.	4	2	2
9	Исследование стандартных библиотек Quartus II (часть 4): мегафункции электронной памяти.	4	2	2
Семестр 7				
1	Изучение структуры описания цифрового устройства на VHDL (часть 1): блок <i>entity</i> и свойства его элементов	2		5
2	Изучение структуры описания цифрового устройства на VHDL (часть 2): блок <i>architecture</i> и свойства его элементов	2		5
3	Исследование типов данных в VHDL	2		5
4	Функции и процедуры в VHDL	4		5
5	Изучение структурного типа описания при проектировании комбинационных устройств	4		5
6	Изучение структурного типа описания при проектировании последовательностных устройств	4		5
7	Изучение потокового типа описания при проектировании комбинационных устройств	4		5
8	Изучение потокового типа описания при проектировании последовательностных устройств	4		5
9	Изучение поведенческого типа описания при проектировании комбинационных устройств	4		5
10	Изучение поведенческого типа описания при проектировании последовательностных устройств	4		5
Всего		68	20	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		20	60
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		10	40
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		10	10
Всего:	150	40	110

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004(075) У27	Угрюмов, Евгений Павлович. Цифровая схемотехника : учебное пособие / Е. П. Угрюмов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ - Петербург, 2007. - 782 с. : рис. - Библиогр.: с. 761 - 766. -Предм. указ.: с. 767 - 782. - ISBN 5-94157-397-9 : 179.10 p. - ISBN 978-5-94157-397-4	74
004.4 У97	Уэйкерли, Дж. Ф. Проектирование цифровых устройств [Текст : Электронный ресурс] : [Учебник]. Т. 1 / Дж. Ф. Уэйкерли; Пер. с англ. Е. В. Воронов, А. Л. Ларин. - Прогр. - М. : Постмаркет, 2002. - 543 с. : рис. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - (Библиотека современной электроники). - Систем. требования: Прил. :CD-ROM-4X. - Библиогр.: с. 528 - 529. - ISBN 5-901095-12-X	9
004 У97	Уэйкерли, Дж. Ф. Проектирование цифровых устройств [Текст : Электронный ресурс] : [Учебник]. Т. 2 / Дж. Ф. Уэйкерли; Пер. с англ. Е. В. Воронов, А. Л. Ларин. - Прогр. - М. : Постмаркет, 2002. - 543 с. : рис. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - (Библиотека современной электроники). - Систем.	8

	требования: Прил. :CD-ROM-4X. - Библиогр.: с. 528 - 529. - ISBN 5-901095-12-X	
004.4(075) Г 91	Грушвицкий, Ростислав Игоревич. Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой [Текст] : учебное пособие / Р. И. Грушвицкий, А. Х. Мурсаев, Е. П. Угрюмов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ - Петербург, 2006. - 736 с. : рис. - Библиогр.: с. 723 - 728 (71 назв.). - Предм. указ.: с. 729 - 736. - ISBN 5-94157-657-9	30
URL: <a href="https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?912690">https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?912690</a>	Проектирование цифровых устройств на ПЛИС в САПР Quartus II : [ Электронный ресурс ] : методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю. Е. Агафонова [и др.] ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2017. - 122 с. - Систем. требования: ACROBAT READER 5.X. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.	
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/119638">https://e.lanbook.com/book/119638</a> .— Режим доступа: для авториз. пользователей.	Ушенина, И. В. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС : учебное пособие / И. В. Ушенина. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-3657-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/73058">https://e.lanbook.com/book/73058</a> .— Режим доступа: для авториз. пользователей.	Наваби, З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / З. Наваби ; перевод с английского В. В. Соловьева. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 464 с. — ISBN 978-5-97060-174-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/40968">https://e.lanbook.com/book/40968</a> .— Режим доступа: для авториз. пользователей.	Максфилд, К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца : учебное пособие / К. Максфилд. — Москва : , 2010. — 407 с. — ISBN 978-5-94120-147-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/169152">https://e.lanbook.com/book/169152</a> .— Режим доступа: для авториз. пользователей.	Строгонов, А. В. Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем : учебное пособие / А. В. Строгонов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-1981-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/60992">https://e.lanbook.com/book/60992</a> .— Режим доступа: для авториз. пользователей.	VHDL: Справочное пособие по основам языка : учебное пособие / В. П. Бабак, А. Г. Корченко, Н. П. Тимошенко, С. Ф. Филоненко. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 217 с. — ISBN 978-5-94120-169-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/13675">https://e.lanbook.com/book/13675</a> .— Режим доступа: для авториз. пользователей.	Перельройзен, Е. З. Проектируем на VHDL : учебное пособие / Е. З. Перельройзен. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2008. — 448 с. — ISBN 5-98003-113-8 . — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	

## 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Quartus Prime Lite Edition 18.0 и выше (распространяется свободно)

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Лаборатория цифровой схмотехники	22-08

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену
Дифференцированный зачёт	Список вопросов

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС): Определение, назначение, общая характеристика, основные параметры.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
2	Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС): Классификации (2 структуры) по степени сложности (по архитектурным признакам) - по поколениям и по типу	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
3	Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС): Классификация по уровню интеграции	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
4	Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС): Классификация по типу памяти	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
5	Простые программируемые логические устройства (ППЛУ): Обобщенная структурная схема. Общая	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1

	характеристика, основные параметры	
6	Простые программируемые логические устройства (ППЛУ): Программируемые логические матрицы (ПЛМ) - назначение буферных каскадов, схемы матриц И и ИЛИ, схемотехника монтажных операций на ТТЛ-элементах на примере реализации ДНФ-функции.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
7	Простые программируемые логические устройства (ППЛУ): Расширение функциональных возможностей программируемых логических матриц (ПЛМ) за счет реализации скобочных форм переключательных функций (с примером). Нарращивание (расширение) ПЛМ.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
8	Простые программируемые логические устройства (ППЛУ): Микросхемы программируемой матричной логики (ПМЛ) - общая характеристика, структура, сравнение с ПЛМ.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
9	Простые программируемые логические устройства (ППЛУ): Обогащение функциональных возможностей - программирование выходного буферного каскада, применение двунаправленных выводов, введение элементов памяти, использование разделяемых конъюнкторов.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
10	Базовые матричные кристаллы (БМК): Общая характеристика, классификации, сравнение с ПМЛ и ПЛМ. Идеология проектирования устройств на БМК.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
11	Базовые матричные кристаллы (БМК): Понятия базовой ячейки (БЯ) и функциональной ячейки (ФЯ). 2 подхода к формированию состава БЯ. Библиотека ФЯ. Параметры БМК.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
12	Базовые матричные кристаллы (БМК): Канальные, бесканальные и блочные структуры. периферийные и матричные базовые ячейки (ПБЯ и МБЯ).	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
13	Сложные программируемые логические устройства (СПЛУ): Общая характеристика. Пример структурной схемы. Структура функционального блока (ФБ).	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
14	Сложные программируемые логические устройства (СПЛУ): Макроячейка в составе СПЛУ. Блок ввода-вывода.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
15	Программируемые пользователем вентильные матрицы (ППВМ): Общая характеристика. Основные особенности. Конфигурируемые логические блоки (КЛБ).	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
16	Программируемые пользователем вентильные матрицы (ППВМ): Пример реализации схем в базисе «2И-НЕ» на мелкозернистых конфигурируемых логических блоках.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
17	Программируемые пользователем вентильные матрицы (ППВМ): Использование КЛБ средней зернистости на мультиплексорах. Идеология и пример использования.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
18	Программируемые пользователем вентильные матрицы (ППВМ): Использование крупнозернистых КЛБ на основе ППЗУ (LUTs). Идеология и пример использования.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
19	Интерфейс JTAG и технология граничного сканирования: назначение, основная концепция, структура аппаратных средств интерфейса JTAG, режимы граничного	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1

	сканирования	
20	Интерфейс JTAG и технология граничного сканирования: ячейка граничного сканирования (BSC), управляющие сигналы граничного сканирования, транспортный механизм.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
21	Интерфейс JTAG и технология граничного сканирования: структура устройства управления граничным сканированием.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
22	ПЛИС 3-го поколения: «Системы-на-кристалле» - общая характеристика.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
23	ПЛИС 3-го поколения: Hard-ядра, firm-ядра, soft-ядра.	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1
24	ПЛИС 3-го поколения: Однородные и блочные «системы-на-кристалле».	ПК-1.3.1 ПК - 3.3.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.  
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Продемонстрировать обобщенный алгоритм проектирования устройств на ПЛИС на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
2	САПР фирмы Altera Quartus. Уметь описать общую характеристику пакета на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
3	САПР фирмы Altera Quartus. Продемонстрировать этапы создания проекта на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
4	САПР фирмы Altera Quartus. Продемонстрировать умение пользоваться средствами описания проекта на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
5	САПР фирмы Altera Quartus. Продемонстрировать умение пользоваться средствами верификации проекта на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
6	САПР фирмы Altera Quartus. Продемонстрировать умение пользоваться библиотекой функциональных модулей на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
7	САПР фирмы Altera Quartus. Продемонстрировать создание проекта в графическом редакторе и иерархию проекта на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
8	САПР фирмы Altera Quartus. Продемонстрировать умение соединять элементы и функциональные модули с помощью контактов, шин и имен на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
9	САПР фирмы Altera Quartus. Продемонстрировать умение пользоваться редактором временных диаграмм на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
10	САПР фирмы Altera Quartus. Продемонстрировать Этапы компиляции проекта на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
11	САПР фирмы Altera Quartus. Продемонстрировать умение	ОПК-1.У.1

	настраивать параметры логического синтеза на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-5.У.1
12	САПР фирмы Altera Quartus. Продемонстрировать умение пользоваться функциями и возможностями редактора физического размещения на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
13	САПР фирмы Altera Quartus. Продемонстрировать этапы моделирования проекта на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
14	Элементы языка VHDL: Продемонстрировать умение использовать ключевые слова и идентификаторы на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
15	Элементы языка VHDL: Продемонстрировать умение применять символы и имена на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
16	Элементы языка VHDL: Продемонстрировать умение использовать группы и числа на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
17	Структура текстового описания языка VHDL: Продемонстрировать умение описывать общую структуру на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
18	Структура текстового описания языка VHDL: Продемонстрировать умение использовать декларации библиотек на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
19	Структура текстового описания языка VHDL: Продемонстрировать умение использовать декларацию ENTITY на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
20	Структура текстового описания языка VHDL: Продемонстрировать умение использовать декларацию ARCHITECTURE на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
21	Структура текстового описания языка VHDL: Продемонстрировать умение использовать переменные и сигналы на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
22	Структура текстового описания языка VHDL: Продемонстрировать умение использовать типы данных на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
23	Структура текстового описания языка VHDL: Продемонстрировать умение использовать выражения и их интерпретацию в цифровом устройстве на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
24	Структура текстового описания языка VHDL: Продемонстрировать особенности описания структур на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
25	Структура текстового описания языка VHDL: Продемонстрировать особенности описания поведения на примере синтеза заданного цифрового устройства.	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1
26	Структура текстового описания языка VHDL: Продемонстрировать особенности описания	ОПК-1.У.1 ОПК-5.У.1



	параллельных и последовательных операторов на примере синтеза заданного цифрового устройства.	
--	---	--

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала .

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;

- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;

- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;

- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Практические занятия проводятся в интерактивной форме - разбор и решение ситуационных задач на заявленные темы. На практическом занятии преподаватель разбирает типовую задачу в первой части занятия. Далее обучающиеся самостоятельно повторяют соответствующие действия на компьютере в среде Quartus Prime во второй части занятия. Обучающиеся должны продемонстрировать на компьютере освоение темы и уметь ответить на вопросы, относящиеся к ходу решения.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;

- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;

- получение новой информации по изучаемой дисциплине;

– приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Перед выполнением лабораторных работ студент должен изучить соответствующий теоретический материал, а также получить у преподавателя индивидуальное задание, которое он будет выполнять в процессе проведения лабораторной работы.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать сведения, иллюстрирующие выполнение студентом лабораторной работы: цель работы, описание лабораторной установки, индивидуальное задание, процесс выполнения работы, результаты измерений, необходимые расчеты, выводы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Бланк титульного листа отчета о лабораторной работе расположен на сайте ГУАП [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml). Отчет должен быть оформлен по правилам оформления текстовых документов в соответствии с ГОСТ 7.32-2017.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение всего семестра (семестров) на лабораторных занятиях по нескольким критериям:

- количество лабораторных работ, которое студент успел выполнить и защитить как в отведенные для этого календарные сроки, так и в течение семестра в целом.
- темп и качество выполнения лабораторных работ, т.к. успешное выполнение лабораторных работ студентом возможно при соответствующем освоении текущего лекционного и предыдущего лабораторного материала.
- оценки, полученные студентом по результату защиты каждой лабораторной работы;

- текущая работа студента на практических занятиях.

Используемая в ГУАП модульно-рейтинговая система (см. Положение «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и Положение «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП») предусматривает формирование итоговой оценки на основе прохождения текущего контроля успеваемости (в семестре) и прохождения промежуточной аттестации. Баллы, отведенные на работу в семестре, начисляются за посещение лекционных и практических занятий и выполнение и защиту лабораторных работ, причем количество баллов зависит от оценки, полученной за защиту каждой лабораторной работы. Дополнительные бонусные баллы могут быть начислены по итогам работы студента на практических занятиях. Таким образом, итоговая оценка может быть ниже полученной на промежуточной аттестации при слабых и/или неполных выполнении и защите лабораторных работ в течение семестра.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Для данной дисциплины экзамен проводится в первом из двух семестров, отведенных на дисциплину, и направлен на проверку сформированности индикатора компетенций "Знать". Для экзамена формируются теоретические вопросы (см. табл.15), из которых составляются экзаменационные билеты, включающие по два вопроса.

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Для данной дисциплины дифференцированный зачет проводится во втором из двух семестров, отведенных на дисциплину, и направлен на проверку сформированности индикатора компетенций "Уметь". Дифференцированный зачет проводится по билетам, сформированным из вопросов практической направленности (см. табл.16): кроме билета студенту выдается вариант цифрового устройства, на примере синтеза которого в пакете САПР Quartus Prime Lite Edition студент должен продемонстрировать умения работать с пакетом и с языком VHDL. Дифференцированный зачет проводится в лаборатории цифровой схемотехники на компьютерах непосредственно в пакете Quartus Prime Lite Edition.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой