

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

Кафедра № 22

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)



(подпись)

24 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые устройства»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические технологии и аппаратный интерфейс нейронных сетей
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

 17.06.2024  
(подпись, дата)

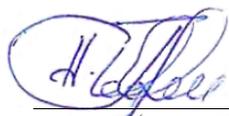
Ю.В.Бакшеева  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22

17 июня 2024 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой № 22

к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

 17.06.2024  
(подпись, дата)

Н.В. Поваренкин  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

 17.06.2024  
(подпись, дата)

Н.В. Марковская  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Цифровые устройства» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические технологии и аппаратный интерфейс нейронных сетей». 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»

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением логических схем, применяемых в радиотехнических устройствах, способов задания логических функций и методов их оптимизации, основам цифровой электроники, особенностям построения комбинационных устройств и их применения в отдельных узлах радиотехнических устройств, а также принципам построения цифровых автоматов.

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 экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины - формирование знаний и навыков в области проектирования и применения в радиотехнических узлах и устройствах логических схем, элементов цифровой электроники, комбинационных устройств и цифровых автоматов.

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
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем, аппаратного интерфейса нейронных сетей	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»,
- "Радиотехнические цепи и сигналы"
- "Схемотехника аналоговых электронных устройств"

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

- «Цифровая обработка сигналов»,
- «Аппаратные средства реализации нейронных сетей»
- «Программируемые логические интегральные схемы»
- «Современные системы связи»,
- "Теория и техника РТС"

– 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
		№5
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	25	25
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	45	45
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	31	31
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

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 5					
Раздел 1. Основные понятия	6	8			6
Раздел 2. Схемотехника базисных логических элементов	2		4		5
Раздел 3. Комбинационные устройства	4	6	14		10
Раздел 4. Последовательностные устройства	5	3	16		10
Итого в семестре:	17	17	34		31
Итого	17	17	34	0	31

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
<p>Раздел 1. Основные понятия</p>	<p>Лекция 1 Тема 1.1 Логические основы цифровой техники 1 Цифровой сигнал и его представление в логическом виде 2 Понятие о логической функции и логическом устройстве 3 Способы представления чисел в цифровой электронике 4 Стандарт представления чисел с плавающей запятой IEEE754 (на самостоятельное изучение)</p>
<p>Раздел 1. Основные понятия</p>	<p>Лекция 2 Тема 1.2 Законы и правила алгебры логики 1 Основные законы и правила алгебры логики 2 Переключательный функции и их канонические формы 3 Разновидности алгебры логики (на самостоятельное изучение)</p>
<p>Раздел 1. Основные понятия</p>	<p>Лекция 3 Тема 1.3 Минимизация переключательных функций 1 Минимизация склеиванием слагаемых 2 Минимизация переключательной функции посредством диаграммы Вейча-Карно 3 Минимизация не полностью определенной переключательной функции и представление в совершенной конъюнктивной нормальной форме 4 Минимизация переключательной функции алгебраическим преобразованием (на самостоятельное изучение)</p>
<p>Раздел 2. Схемотехника базисных логических элементов</p>	<p>Лекция 4 Тема 2.1 Схемотехника базовых элементов цифровых устройств 1 Физические законы функционирования логических элементов транзисторно-транзисторной логики 2 Физические законы функционирования элементов КМОП – логики 3 Способы повышения нагрузочной способности логических элементов 4 Правила и законы построения выходных каскадов логических элементов (на самостоятельное изучение)</p>
<p>Раздел 3. Комбинационн ые устройства</p>	<p>Лекция 5 Тема 3.1 Цифровые устройства преобразования цифровой информации 1 Проблематика проектирования комбинационных схем 2 Дешифратор 3 Шифратор 4 Преобразователи кодов и схемы сравнения (на самостоятельное изучение)</p>
<p>Раздел 3. Комбинационн ые устройства</p>	<p>Лекция 6 Тема 3.2 Цифровые устройства коммутации 1 Цифровой мультиплексор 2 Цифровой демультиплексор 3 Законы реализации сложных переключательных функций с использованием мультиплексоров</p>

	4 Цифровой компаратор (на самостоятельное изучение)
Раздел 4. Последовательные устройства	Лекция 7 Тема 4.1 Элементы запоминающих устройств цифровых сигналов 1 Принцип построения элементов памяти 2 RS триггеры 3 JK триггеры 4 D и T триггеры (на самостоятельное изучение)
Раздел 4. Последовательные устройства	Лекция 8 Тема 4.2 Элементы хранения и сдвига цифровой информации 1 Регистры памяти 2 Сдвигающие регистры 3 Регистровые файлы (на самостоятельное изучение)
Раздел 4. Последовательные устройства	Лекция 9 Тема 4.3 Элементы регистрации количества поступившей цифровой информации 1 Суммирующие счетчики с переносом 2 Вычитающие счетчики (на самостоятельное изучение) 3 Двоично-десятичные счетчики 4 Счетчики с произвольным коэффициентом пересчета

#### 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 подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5					
1	Знаковые двоичные коды. Обратный и дополнительный код.	Решение задач	2		1
2	Минимальные логические базисы Шеффера и Пирса.	Решение задач	2		1
3	Аналитическая минимизация логических СДНФ-функций	Решение задач	2		1
4	Графическая минимизация логических функций с использованием диаграмм Вейча	Решение задач	2		1
5	Общий алгоритм синтеза комбинационных устройств	Решение задач	2		3
6	Синтез одноразрядного полусумматора, полного одноразрядного сумматора и многоразрядного сумматора с последовательным переносом	Решение задач	2		3
7	Синтез многоразрядного сумматора с параллельным переносом	Решение задач	2		3
8	Синтез суммирующего счетчика с	Решение	2		4

	заданным коэффициентом пересчета	задач			
9	Синтез счетчика Джонсона и кольцевого счетчика	Решение задач	1		4
Всего			17		

#### 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
Семестр 5				
1	Исследование элементарных логических функций и базисных логических элементов	4	2	2
2	Комбинационные устройства. Исследование алгоритма синтеза комбинационных цифровых устройств	2	2	3
3	Комбинационные устройства. Исследование шифраторов/дешифраторов	4	3	3
4	Комбинационные устройства. Исследование мультиплексоров /демультиплексоров	4	3	3
5	Комбинационные устройства. Исследование сумматоров и компараторов	4	3	3
6	Последовательностные цифровые устройства. Исследование триггеров.	4	3	4
7	Последовательностные цифровые устройства. Исследование последовательного регистра. Исследования параллельного регистра. Универсальный регистр.	4	3	4
8	Последовательностные цифровые устройства. Исследование двоичного счетчика прямого и обратного счета. Реверсивный счетчик.	4	3	4
9	Последовательностные цифровые устройства. Синтез двоично-десятичного счетчика с произвольным коэффициентом пересчета	4	3	4
Всего		34	25	

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 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	11	11
Всего:	31	31

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) C92	Схемотехника электронных систем: Цифровые устройства [Текст] : учебник / В. И. Бойко, А. Н. Гуржий, В. Я. Жуйков и др. - СПб. : БХВ - Петербург, 2004. - 497 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 493 - 496 (56 назв.). - ISBN 5-94157-466-5	25
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168881">https://e.lanbook.com/book/168881</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Пухальский, Г. И. Проектирование цифровых устройств : учебное пособие / Г. И. Пухальский, Т. Я. Новосельцева. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 896 с. — ISBN 978-5-8114-1265-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —	
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. - Progr. - 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].	8

	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. требования: Прил. :CD-ROM-4X. - Библиогр.: с. 528 - 529. - ISBN 5-901095-12-X	
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 р. - ISBN 978-5-94157-397-4	74
681.3 К 17	Калабеков, Бениамин Аршакович. Цифровые устройства и микропроцессорные системы [Текст] : учебник для средних специальных учебных заведений связи по специальностям 2004, 2005, 2006 / Б. А.Калабеков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2000. - 336 с. : рис., табл. - (Специальность для техникумов). - Библиогр.: с. 334 (9 назв.). - ISBN 5-93517-008-6	21
004.4 Л 53	Лехин, Сергей Никифорович. Схемотехника ЭВМ [Текст] : учебное пособие / С. Н. Лехин. - СПб. : БХВ - Петербург, 2010. - 661 с. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 651 - 654. - Предм. указ.: с. 655 - 661. - ISBN 978-5-9775-0353-2	10
	Цифровые устройства : [ Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: Ю. В. Бакшеева, К. К. Томчук. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2019. - 47 с. - Систем. требования: ACROBAT READER 5.X. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.	
	Бакшеева, Юлия Витальевна (канд. техн. наук). Схемотехника цифровых устройств : [ Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. В. Бакшеева ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2020. - 113 с. - Систем. требования: ACROBAT READER 5.X. - Загл. с титул. экрана. - ISBN 978-5-8088-1542-1 : Б. ц.	
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/100660">https://e.lanbook.com/book/100660</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Сперанский, Д. В. Моделирование, тестирование и диагностика цифровых устройств : учебное пособие / Д. В. Сперанский, Ю. А. Скобцов, В. Ю. Скобцов. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 534 с. — 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
	Не предусмотрено

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 схемотехники	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; Тесты.

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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	Понятие о цифровом сигнале.	ОПК-1.У.1
2	Преобразование аналогового сигнала в цифровой	
3	Позиционные системы счисления. Правила перевода целых и дробных чисел из одной системы счисления в другую	
4	Арифметические операции в двоичной системе счисления в прямом коде: сложение, вычитание, умножение, деление	
5	Арифметические операции в двоичной системе счисления в обратном коде: сложение, вычитание	
6	Арифметические операции в двоичной системе счисления в дополнительном коде: сложение, вычитание	

7	Двоично-десятичная система счисления.	
8	Сложение в двоично-десятичной системе счисления.	
9	Логические операции. Аксиомы булевой алгебры	
10	Законы булевой алгебры	
11	Теорема де Моргана	
12	Логический элемент. Таблица истинности логического элемента	
13	Понятие базиса применительно к цифровым устройствам. Функционально полный базис	
14	Понятие базиса применительно к цифровым устройствам. Минимальный базис «штрих Шеффера»	
15	Понятие базиса применительно к цифровым устройствам. Минимальный базис «стрелка Пирса».	
16	Принципиальная схема базисного ТТЛ-элемента	ПК-3.3.1
17	Принципиальная схема базисного КМОП-элемента «ИЛИ-НЕ»	
18	Принципиальная схема базисного КМОП-элемента «И-НЕ»	
19	Основные характеристики и параметры логических элементов	
20	Передаточная характеристика неинвертирующего и инвертирующего логического элемента. Понятие об активном и пассивном логическом сигнале	
21	Логические функции. Способы описания логических функций	ОПК-1.У.1
22	СДНФ, СКНФ, ДНФ, КНФ	
23	Способы минимизации логических функций: аналитически, с использованием карт Карно	
24	Комбинационные устройства: определение, классификация, алгоритм синтеза	ПК-3.3.1
25	Синтез двоично-десятичного шифратора/дешифратора	
26	Синтез мультиплексора/демультиплексора	
27	Полный одноразрядный сумматор	
28	Последовательностные устройства. RS-триггер, $\overline{RS}$ -триггер	
29	Последовательностные устройства. D-триггер, T-триггер	
30	Последовательностные устройства. D-триггер с асинхронными входами установки и сброса	
31	Последовательностные устройства. JK-триггер, T-триггер	
32	Регистры. Последовательный регистр (регистр сдвига), параллельный регистр	
33	Регистры. Универсальный регистр	
34	Счетчики: определение, классификация	
35	Счетчики. Двоичный суммирующий счетчик	
36	Счетчики. Двоичный вычитающий счетчик	
37	Счетчики. Реверсивный счетчик	
38	Счетчики. Двоично-десятичный (декадный) счетчик	

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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
1	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p><b>Вопрос:</b> Какой логический элемент может использоваться для реализации RS-триггера?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исключающее ИЛИ</li> <li>2. Штрих Шеффера</li> <li>3. Логическое сложение</li> <li>4. Инвертор</li> </ol> <p><b>Правильный ответ:</b> 2. Штрих Шеффера</p> <p><b>Обоснование:</b> Штрих Шеффера – это логический элемент, выполняющий операцию логического умножения, с последующей инверсией результата. Он является базисным логическим элементом, т.е. на его основе может быть построена любая цифровая схема.</p>	ОПК-1
2	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p><b>Вопрос:</b> Выберите, какие из перечисленных выражений являются законами булевой алгебры</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Закон исключенного третьего</li> <li>2. Закон двойного отрицания</li> <li>3. Закон всемирного тяготения</li> <li>4. Теорема де Моргана</li> </ol> <p><b>Правильные ответы:</b> 2. Закон двойного отрицания, 4. Теорема де Моргана.</p> <p><b>Обоснование:</b> Закон исключенного третьего является аксиомой, а не законом булевой алгебры. Закон всемирного тяготения является физическим законом, а не законом булевой алгебры.</p>	
3	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p><b>Вопрос:</b> Сопоставьте цифровые устройства и результат их работы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Мультиплексор</li> <li>2 Дешифратор</li> <li>3 Параллельный регистр</li> <li>4 D-триггер</li> </ol> <p>а. Запись или хранение одного бита информации б. Хранение многоразрядного двоичного числа. с. Коммутация N входных сигналов на единственный выход d. Преобразование двоичного кода в недвоичный.</p> <p><b>Соответствие:</b> 1 - с. 2 - d. 3 - б. 4 - а.</p>	
4	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите последовательность.</p>	

	<p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p><b>Вопрос:</b> Установите последовательность этапов алгоритма синтеза комбинационного устройства. а. Составление таблицы истинности б. Составление логической функции с. Минимизация логической функции d. Описание логики работы устройств</p> <p><b>Правильная последовательность:</b> d, a, b, c</p>	
5	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте вопрос и дайте развернутый ответ.</p> <p><b>Вопрос:</b> Объясните содержание и назначение первого этапа алгоритма синтеза комбинационных устройств.</p> <p><b>Ответ:</b> Алгоритм синтеза комбинационных устройств начинается с описания задачи, определения количества входов и выходов будущего устройства и четкого определения логики работы устройства, способа кодирования входных данных и метода отображения результатов его работы. Для одного и того же устройства возможна различная схемотехническая реализация, которая зависит от результатов первого этапа алгоритма синтез</p>	
1	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p><b>Вопрос:</b> Какой из перечисленных счетчиков не является арифметическим?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Двоично-десятичный</li> <li>2 Джонсона</li> <li>3 Суммирующий</li> <li>4 Вычитающий</li> </ol> <p><b>Правильный ответ:</b> 2. Джонсона</p> <p><b>Обоснование:</b> Счетчик Джонсона – это последовательностное устройство, меняющее последовательность внутренних состояний в соответствии с кодом Либау-Крейга, который не является арифметическим.</p>	ПК-3
2	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p><b>Вопрос:</b> Выберите, какие из перечисленных параметров логических элементов можно определить по передаточной характеристике</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Напряжение логической единицы</li> <li>2 Быстродействие</li> <li>3 Нагрузочная способность</li> <li>4 Помехоустойчивость</li> </ol> <p><b>Правильные ответы:</b> 1. Напряжение логической единицы, 4. Помехоустойчивость.</p> <p><b>Обоснование:</b> Передаточная характеристика логического элемента – это зависимость выходного напряжения от напряжения на одном из входов, при условии, что на другие входы поданы пассивные логические уровни.</p>	
3	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</p> <p><b>Вопрос:</b> Сопоставьте цифровые устройства и результат их работы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мультиплексор</li> <li>2. Дешифратор</li> <li>3. Параллельный регистр</li> <li>4. D-триггер</li> </ol>	

	<p>a. Запись или хранение одного бита информации b. Хранение многоразрядного двоичного числа. c. Коммутация N входных сигналов на единственный выход d. Преобразование двоичного кода в недвоичный.</p> <p><b>Соответствие:</b> 1 - c. 2 - d. 3 - b. 4 - a.</p>	
4	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p><b>Вопрос:</b> Установите последовательность триггеров в соответствии с их сложностью и универсальностью, начиная от самого простого к самому сложному.</p> <p>a. D-триггер с асинхронными входами установки и сброса b. D-триггер c. JK-триггер d. RS-триггер</p> <p><b>Правильная последовательность:</b> d, b, a, c</p>	
5	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте вопрос и дайте развернутый ответ.</p> <p><b>Вопрос:</b> Дайте определение комбинационного устройства.</p> <p><b>Ответ:</b> Комбинационное устройство – это устройство, состояние выходов которого в данный момент времени определяется только состояниями входов в данный момент времени.</p>	

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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.

Структура предоставления лекционного материала:

Структура лекции должна содержать следующие основные элементы:

Вводная часть.

Основная часть.

Заключительная часть.

Во вводной части озвучивается тема лекции, которая должна быть краткой и соответствовать самой сути лекции. Затем необходимо кратко озвучить основные проблемы, которые побуждают к рассмотрению лекционных вопросов и о которых пойдет речь в лекции, обозначается достигаемый при этом результат. Темп вводной части должен быть выше темпа изложения основного материала. На вводную часть отводится не более 5 – 7 минут.

Основная часть, как правило, должна состоять из двух – трех вопросов. Каждый вопрос должен содержать проблемный характер, который должен максимально побуждать слушателей к самостоятельной активности и творчеству.

К таким активным средствам можно отнести:

- обращение к студентам с вопросами, уточняющими понимание основных идей и фактов темы; организацию мини-столкновений различных точек зрения по выдвинутым положениям; постановку вопросов, задач с множественностью решений и др.;
- индивидуальный стиль изложения материала;
- обеспечение обратной связи.

В процессе изложения необходимо постоянно ориентировать слушателей на последующий контроль знаний.

Для формирования умения самостоятельного изучения материала один из вопросов лекции необходимо запланировать на самостоятельное изучение.

В заключении необходимо кратко подвести итоги лекции. Ответить на вопросы. Указать задание для самостоятельной подготовки.

### 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 обучающимся 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.

### 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.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Титульный лист

Задание на выполнение исследования

Пункты проведения исследования

Выводы по каждому пункту исследований

Общий вывод по лабораторной работе

## Список использованной литературы

### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе оформляется в соответствии с ГОСТ.

Схемы электрические принципиальные помещаемые в отчет должны быть оформлены в любом векторном редакторе.

В каждом пункте лабораторной работы необходимо сформулировать задачу на предстоящее исследование. Далее представить результаты исследования и провести их анализ. Исследование представляет собой процесс оценки динамики исследуемой величины в случаях указанных непосредственно в самих методических указаниях, а также при возможном минимальном и максимальном значениях. Завершающим этапом исследования является вывод.

#### 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 осуществляется путем письменного опроса студентов после окончания изложения очередного раздела дисциплины. Результаты текущего контроля успеваемости учитываются на промежуточной аттестации как дополнительный критерий формирования итоговой аттестационной оценки.

#### 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 проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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