

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., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«20» 02 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Схемотехника»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Наименование направленности/ специализации	Программно-защищенные инфокоммуникации
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 20 26

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

Ю.В. Бакшеева, 17.02.26  
(подпись, дата)

Ю.В. Бакшеева  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22

«17» 02 2026 г, протокол № 2

Заведующий кафедрой № 22

к.т.н.  
(уч. степень, звание)

Ю.В. Бакшеева, 17.02.26  
(подпись, дата)

Ю.В. Бакшеева  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

Н.В. Марковская, 17.02.26  
(подпись, дата)

Н.В. Марковская  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Схемотехника» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» направленности/специализации «Программно-защищенные инфокоммуникации». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-4 «Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными сведениями, относящимися к теории и практике схемотехники цифровых устройств, методами синтеза комбинационных и последовательностных устройств и условно-графическими обозначениями элементов цифровой схемотехники согласно ГОСТ.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью курса «Схемотехника» является подготовка бакалавра к деятельности, связанной с эксплуатацией и обслуживанием аппаратуры и оборудования, содержащего современные средства вычислительной техники.

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

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

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-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.3.1 знает современные интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения ОПК-4.В.1 владеет методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации, техникой инженерной и компьютерной графики

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Электроника
- Электротехника
- Архитектура ЭВМ

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

- Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей.

## 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>	3/ 108	3/ 108

<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия</b> , всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	45	45
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	12	12
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

#### 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/КР (час)	СР (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Цифровой сигнал	2				
Раздел 2. Основы алгебры переключательных функций	2				
Раздел 3. Схемотехника логических элементов	3		6		
Раздел 4. Комбинационные устройства	3		6		4
Раздел 5. Последовательностные устройства	3		8		4
Раздел 6. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС	4		14		4
Итого в семестре:	17		34		12
Итого	17	0	34	0	12

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
<b>1</b>	<b>Цифровой сигнал.</b> Понятие о цифровом сигнале. Дискретизация по времени. Квантование по уровню. Представление цифрового сигнала на физическом уровне. Схемотехника аналогово-цифрового преобразования (АЦП). Параллельные одноступенчатые АЦП. АЦП последовательного приближения. Сигма-дельта АЦП. Цифроаналоговые преобразователи.

2	<p><b>Основы алгебры переключательных функций.</b>  Аксиомы, законы, теоремы булевой алгебры. Логический базис. Логическая функция. Способы описания логических функций. Способы минимизации логических функций. Минимизация логической функции аналитическим способом. Минимизация логической функции с помощью карты Карно.</p>
3	<p><b>Схемотехника логических элементов.</b>  Классификация элементов цифровой схемотехники. Основные параметры и характеристики логических элементов. Передаточная характеристика логического элемента. Помехоустойчивость логического элемента. Входная характеристика логического элемента. Выходная характеристика логического элемента. Нагрузочная способность логического элемента. Коэффициент объединения по входу логического элемента. Потребляемая мощность логического элемента. Быстродействие логического элемента. Работа переключения логического элемента. Диапазон рабочих температур. Напряжение источника питания. Конструктивно-технологические параметры. Схемотехника ТТЛ-элементов. Схемотехника ЭСЛ-элементов. Схемотехника КМОП-элементов.</p>
4	<p><b>Комбинационные устройства.</b>  Алгоритм синтеза комбинационных устройств. Шифраторы и дешифраторы. Двоично-десятичный шифратор «8х3». Двоично-десятичный дешифратор «3х8». Мультиплексоры и демультиплексоры. Мультиплексор «4х1». Демультиплексор «1х4». Сумматоры. Полный одноразрядный сумматор. Многоразрядный сумматор с последовательным переносом. Сумматор с параллельным переносом.</p>
5	<p><b>Последовательностные устройства.</b>  Триггеры. RS-триггер. D-триггер. D-триггер с асинхронными входами установки и сброса. JK-триггер. T-триггер. Регистры. Последовательные регистры. Параллельные регистры. Последовательно-параллельные регистры. Универсальный регистр. Счетчики. Двоичный суммирующий счетчик с последовательным переносом. Двоичный вычитающий счетчик с последовательным переносом. Реверсивный двоичный счетчик с последовательным переносом. Двоичный счетчик с параллельным переносом. Двоично-десятичный (декадный) счетчик. Счетчик Джонсона. Кольцевой счетчик.</p>
6	<p><b>Проектирование цифровых устройств на ПЛИС.</b>  Классификация ПЛИС по поколениям. Классификация ПЛИС по уровню интеграции. Классификация ПЛИС по кратности программирования. ПЛИС и ПМЛ: обобщенная структурная схема, основные характеристики, пример реализации логических функций, схемотехника монтажных операций, обогащение функциональных возможностей, расширения функциональных возможностей. БМК: основные параметры, классификация, основные архитектурные особенности, понятие о базовых матричных ячейках. СПЛУ: общая характеристика, архитектурные особенности, структурная схема макроячейки. ППВМ: общая характеристика, архитектурные особенности, пример реализации логической функции на мелкозернистых КЛБ, пример реализации логической функции на КЛБ</p>

	средней зернистости на мультиплексорах, пример крупнозернистого КЛБ на LUT-ячейках. Интерфейс JTAG. СнК: общая характеристика, архитектурные особенности, основные параметры.
--	---

#### 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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 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 элементов	6		3
2	Исследование комбинационных устройств	6		4
3	Исследование последовательностных устройств	8		5
4	Знакомство с технологией проектирования цифровых устройств на ПЛИС	4		6
5	Инструменты и технология верификации при проектировании цифровых устройств на ПЛИС	6		6
6	Исследование мегафункций	4		6
Всего		34		

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ 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)		
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	12	12
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	12	12

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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)
	<a href="http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=350426">http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=350426</a> Угрюмов, Е. П. Цифровая схемотехника : учеб. пособие для вузов / Е.П. Угрюмов. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 809 с.	
	<a href="http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=350620">http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=350620</a> Лехин, С.Н. Схемотехника ЭВМ / С. Н. Лехин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 663с.	
	<a href="http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=408090">http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=408090</a> Авдеев, В. А. Периферийные устройства: интерфейсы, схемотехника, программирование [Электронный ресурс] / В. А. Авдеев. - М.: ДМК Пресс, 2009. - 848с.	
	Бакшеева, Ю.В. Схемотехника цифровых устройств : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. В. Бакшеева ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2020. - 113 с. - <b>Систем. требования:</b> ACROBAT READER 5.X. - Загл. с титул. экрана. - <b>ISBN 978-5-8088-1542-1</b> : Б. ц	
	Бакшеева, Ю.В. Применение программируемых логических интегральных схем для цифровой обработки сигналов в радиолокационных системах : учебное пособие / Ю. В. Бакшеева ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2024. - 72 с. : рис. - <b>Систем. требования:</b> ACROBAT READER 5.X. - Загл. с титул. экрана. - Библиогр.: с. 70 (6 назв.). - <b>ISBN 978-5-8088-1976-4</b> : Б. ц. - Текст : электронный	

	<b>Цифровые устройства</b> : [ 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. - <b>Систем. требования:</b> ACROBAT READER 5.X. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.	
	<b>Проектирование цифровых устройств</b> 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. - <b>Систем. требования:</b> ACROBAT READER 5.X. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц	

#### 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
<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	Электронная библиотечная система
<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>	Электронная библиотечная система
<a href="https://lib.guap.ru/jirbis2/">https://lib.guap.ru/jirbis2/</a>	Библиотека ГУАП

#### 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
1	Microsoft Windows OS Договор №809-3 от 04.07.2017
2	Microsoft Office 2019 Договор №278 от 18.06.2020
3	MathWorks MATLAB Договор №1303-3 от 30.12.2019
4	Intel Quartus Prime 18.0 Lite Edition (free software)

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	Фонд аудиторий ГУАП для проведения занятий лекционного и семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; переносной набор демонстрационного оборудования	
2	Вычислительная лаборатория Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (ПЭВМ)	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; Экзаменационные билеты*; Тесты.

Примечание: \*экзаменационные билеты формируются на основе вопросов таблицы 15.

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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий<sup>**</sup>.</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> <li>– правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий<sup>**</sup>.</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> <li>– правильно выполнил менее 51% тестовых заданий<sup>**</sup>.</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
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение аналогового сигнала.</li> <li>2. Определение цифрового сигнала.</li> <li>3. Дискретизация сигнала.</li> <li>4. Квантование по уровню.</li> <li>5. Виды кодирования цифрового сигнала на физическом уровне по способу представления логического «0» и логической «1»</li> <li>6. Виды кодирования цифрового сигнала на физическом уровне по способу представления многоуровневого числа.</li> <li>7. Виды кодирования цифрового сигнала на физическом уровне по способу представления для проводной передачи</li> <li>8. Виды кодирования цифрового сигнала на физическом уровне по способу представления для беспроводной передачи.</li> <li>9. Устройства, преобразующие аналоговый сигнал в цифровой и их классификация.</li> <li>10. Принцип построения параллельного АЦП и АЦП последовательного приближения.</li> <li>11. Устройства, преобразующие цифровой сигнал в аналоговый и их классификация.</li> <li>12. Основные операции булевой алгебры. Аксиомы, на которых они основаны.</li> <li>13. Приоритет логических операций.</li> <li>14. Перечислите основные законы и теоремы булевой</li> </ol>	ОПК-4.3.1 ОПК-4.В.1

алгебры. Какие способы их доказательства вы знаете? Пример применения карты Карно для минимизации логических функций

15. Определение базиса логической схемы. Какие базисы вы знаете?

16. Логический элемент. Условно-графическое обозначение логических элементов И, ИЛИ, НЕ согласно ГОСТ 2.743–91.

17. Логическая функция. Перечислите логические функции двух переменных.

18. Способы описания логических функций.

19. КНФ, ДНФ, СКНФ, СДНФ.

20. Минимизация логической функции. Способы минимизации.

21. Законы и теоремы булевой алгебры, применяемые для минимизации аналитическим способом.

22. Процесс минимизации с помощью карты Карно. Приведите пример.

23. Классификация элементов цифровой схемотехники.

24. Основные параметры логических элементов.

25. Понятие активного и пассивного логических сигналов.

26. Передаточная характеристика логического элемента.

27. Помехоустойчивость логического элемента.

28. Нагрузочная способность логического элемента. Приведите пример схемы, демонстрирующей определение нагрузочной способности.

29. Быстродействие логического элемента. Способ измерения быстродействия с помощью кольцевого генератора. Работа переключения.

30. Принципиальная схема базисного ТТЛ-элемента. Приведите эквивалентную схему выходного каскада. Докажите, что схема реализует логическую операцию 2И-НЕ.

31. Делитель напряжения и принцип его работы. Приведите формулы, поясняющие его работу.

32. Принципиальные схемы базисных КМОП-элементов 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ. Приведите эквивалентные схемы. Докажите, что схемы реализуют указанные логические операции.

33. Определение комбинационных устройств. Основные классы комбинационных устройств, которые широко применяются и выпускаются в виде отдельных микросхем.

34. Этапы алгоритма синтеза комбинационных устройств.

35. Шифратор. Синтез двоично-десятичного шифратора. Частично определенная (недоопределенная) функция, минимизация логических уравнений для недоопределенной функции. Поясните схему.

36. Дешифратор. Синтез двоично-десятичного дешифратора. Выходной сигнал синтезируемого дешифратора. Поясните схему.

37. Мультиплексор. Применение. Синтез. Поясните схему.

38. Демультимплексор. Применение. Синтез. Поясните схему.

39. Этапы синтеза одноразрядного полусумматора, полного одноразрядного сумматора. Объясните схемы. Где они применяются?

40. Сравнительная характеристика сумматора с

последовательным переносом и сумматора с параллельным переносом.

41. Принцип построения многоразрядного сумматора с последовательным переносом.

42. Принцип синтеза многоразрядного сумматора с параллельным переносом.

43. Определение последовательностных устройств.

44. Тактирование цифровых устройств. Виды синхронизации. Обозначение разных видов синхронизации на принципиальных схемах согласно ГОСТ2.743–91

45. Принцип работы RS-триггера. Поясните схемы.

46. Принцип работы D-триггера. Поясните по временным диаграммам различия в работе D- триггера со статической и динамической синхронизацией.

47. D-триггер с асинхронными входами установки и сброса. Поясните работу схемы.

48. Общая характеристика и режимы работы JK-триггера.

49. T-триггер, его функциональное назначение. Поясните схемы реализации T-триггера на основе RS-триггера, D-триггера, JK-триггера.

50. Определение регистра. Типы регистров. Принцип работы и схемы регистра сдвига и регистра хранения.

51. Принцип работы и схемы последовательно-параллельного регистра и универсального регистра. Для чего в их составе используются мультиплексоры?

52. Определение счетчика. Основные параметры счетчиков. Классификация счетчиков.

53. Двоичный суммирующий счетчик с последовательным переносом. Поясните работу схемы.

54. Двоичный вычитающий счетчик с последовательным переносом. Поясните работу схемы.

55. Реверсивный счетчик. Поясните схему. Для чего в его составе используются мультиплексоры?

56. Счетчики с параллельным переносом. Поясните принцип организации параллельного переноса. Сравните их со счетчиками с последовательным переносом.

57. Двоично-десятичный счетчик. Поясните алгоритм синтеза дешифратора запрещенных состояний. Почему в таких счетчиках используются D-триггеры с асинхронными входами установки и сброса? Поясните схему.

58. Счетчик Джонсона и кольцевой счетчик. Параметры, применение, принцип работы. Поясните их схемы.

59. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС): Определение, назначение, общая характеристика, основные параметры.

60. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС): Классификации (2 структуры) по степени сложности (по архитектурным признакам) - по поколениям и по типу.

61. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС): Классификация по уровню интеграции.

62. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС): Классификация по типу памяти.

63. Простые программируемые логические устройства (ППЛУ): Обобщенная структурная схема. Общая характеристика, основные параметры.

64. 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.

65. Простые программируемые логические устройства (ППЛУ): Расширение функциональных возможностей программируемых логических матриц (ПЛМ) за счет реализации скобочных форм переключательных функций (с примером). Нарращивание (расширение) ПЛМ.

66. Простые программируемые логические устройства (ППЛУ): Микросхемы программируемой матричной логики (ПМЛ) - общая характеристика, структура, сравнение с ПЛМ.

67. Простые программируемые логические устройства (ППЛУ): Обогащение функциональных возможностей - программирование выходного буферного каскада, применение двунаправленных выводов, введение элементов памяти, использование разделяемых конъюнкторов.

68. Базовые матричные кристаллы (БМК): Общая характеристика, классификации, сравнение с ПМЛ и ПЛМ. Идеология проектирования устройств на БМК.

69. Базовые матричные кристаллы (БМК): Понятия базовой ячейки (БЯ) и функциональной ячейки (ФЯ). Два подхода к формированию состава БЯ. Библиотека ФЯ. Параметры БМК.

70. Базовые матричные кристаллы (БМК): Канальные, бесканальные и блочные структуры. периферийные и матричные базовые ячейки (ПБЯ и МБЯ).

71. Сложные программируемые логические устройства (СПЛУ): Общая характеристика. Пример структурной схемы. Структура функционального блока (ФБ).

72. Сложные программируемые логические устройства (СПЛУ): Макроячейка в составе СПЛУ. Блок ввода-вывода.

73. Программируемые пользователем вентиляльные матрицы (ППВМ): Общая характеристика. Основные особенности. Конфигурируемые логические блоки (КЛБ).

74. Программируемые пользователем вентиляльные матрицы (ППВМ): Пример реализации схем в базисе «2И-НЕ» на мелкозернистых конфигурируемых логических блоках.

75. Программируемые пользователем вентиляльные матрицы (ППВМ): Использование КЛБ средней зернистости на мультиплексорах. Идеология и пример использования.

76. Программируемые пользователем вентиляльные матрицы (ППВМ): Использование крупнозернистых КЛБ на основе ППЗУ (LUTs). Идеология и пример использования.

77. Интерфейс JTAG и технология граничного сканирования: назначение, основная концепция, структура аппаратных средств интерфейса JTAG, режимы граничного сканирования.

78. Интерфейс JTAG и технология граничного

	<p>сканирования: ячейка граничного сканирования (BSC), управляющие сигналы граничного сканирования, транспортный механизм.</p> <p>79. Интерфейс JTAG и технология граничного сканирования: структура устройства управления граничным сканированием.</p> <p>80. ПЛИС 3-го поколения: «Системы-на-кристалле» - общая характеристика.</p> <p>81. ПЛИС 3-го поколения: Hard-ядра, firm-ядра, soft-ядра.</p> <p>82. ПЛИС 3-го поколения: Однородные и блочные «системы-на-кристалле».</p>	
--	--	--

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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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? Обоснуйте ответ.</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>	ОПК-4.3.1
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. Обоснуйте ответ.</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>	
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> </ol>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Дешифратор</li> <li>3 Параллельный регистр</li> <li>4 D-триггер</li> </ul> <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 не двоичный.</p>	
4	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите последовательность. 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>	
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>	
6	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Вопрос: Какой из перечисленных счетчиков не является арифметическим? Обоснуйте ответ.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Двоично-десятичный</li> <li>2 Джонсона</li> <li>3 Суммирующий</li> <li>4 Вычитающий</li> </ul>	
7	<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. Обоснуйте ответ.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Напряжение логической единицы</li> <li>2 Быстродействие</li> <li>3 Нагрузочная способность</li> <li>4 Помехоустойчивость</li> </ul>	
8	<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> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Мультиплексор</li> <li>2. Дешифратор</li> <li>3. Параллельный регистр</li> <li>4. D-триггер</li> </ul> <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 не двоичный.</p>	
9	<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>	

	a. D-триггер с асинхронными входами установки и сброса b. D-триггер c. JK-триггер d. RS-триггер	
10	<b>Инструкция:</b> Прочитайте вопрос и дайте развернутый ответ. <b>Вопрос:</b> Дайте определение комбинационного устройства.	
1	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа. <b>Инструкция:</b> Прочитайте вопрос, выберите один правильный ответ и запишите его номер. Дайте обоснование. <b>Вопрос:</b> выберите из представленных вариантов САПР для проектирования и отладки цифровых устройств на ПЛИС 1) Matlab 2) AutoCad 3) Quartus Prime 4) Kompas	ОПК-4.В.1
2	Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов. <b>Инструкция:</b> Прочитайте вопрос, выберите несколько правильных ответов и запишите их номера. Дайте обоснование. <b>Вопрос:</b> какие из перечисленных узлов цифровых устройств реализованы в САПР Quartus Prime в качестве мегафункций: 1) логический элемент "исключающее ИЛИ" 2) счетчик 3) компаратор 4) D-триггер 5) источник цифрового питания	
3	Задание закрытого типа на сопоставление. <b>Инструкция:</b> Прочитайте вопрос и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. <b>Вопрос:</b> сопоставьте библиотечные блоки цифровых узлов и названия стандартных библиотек в САПР Quartus Prime, в которых расположены эти блоки 1. Мегафункция LPM_ADD_SUB 2. Мегафункция LPM_SHIFTREG 3. Мегафункция FIR II 4. Мегафункция RAM: 2-PORT A. DSP/Filters B. Basic Functions/Arithmetic C. Basic Functions/On Chip Memory D. Basic Functions/Miscellaneous	
4	Задание закрытого типа на установление последовательности <b>Инструкция:</b> Прочитайте вопрос и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. <b>Вопрос:</b> Установите последовательность этапов компиляции проекта в Quartus Prime: • 1) Сборка проекта • 2) Создание списка соединений • 3) Анализ и Синтез • 4) Компоновка • 5) Временной анализ	
5	Задание открытого типа. <b>Инструкция:</b> Прочитайте вопрос, запишите развернутый ответ. <b>Вопрос:</b> Что такое верификация проекта? Какие виды верификации Вы знаете?	
6	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа.	

	<p><b>Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите один правильный ответ и запишите его номер. Дайте обоснование.</b></p> <p><b>Вопрос:</b> выберите из представленных операторов языка VHDL оператор, относящийся к структурному типу описания проектов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) простое сигнальное присваивание</li> <li>2) оператор <b>process</b></li> <li>3) оператор <b>port map</b></li> <li>4) оператор <b>case</b></li> </ol>	
7	<p>Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов.</p> <p><b>Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите несколько правильных ответов и запишите их номера. Дайте обоснование.</b></p> <p><b>Вопрос:</b> какие из перечисленных операторов языка VHDL являются параллельными операторами:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) process</li> <li>2) while</li> <li>3) if-else</li> <li>4) when</li> <li>5) case</li> </ol>	
8	<p>Задание закрытого типа на сопоставление.</p> <p><b>Инструкция: Прочитайте вопрос и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</b></p> <p><b>Вопрос:</b> сопоставьте этапы проектирования цифрового устройства в Quartus Prime и программные инструменты для их выполнения.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Описание проекта</li> <li>2. Компиляция проекта</li> <li>3. Моделирование</li> <li>4. Прошивка на отладочную плату</li> </ol> <p>А. Утилита Programmer В. Графический или текстовый редактор С. Инструмент Compile Design D. Утилита ModelSim</p>	
9	<p>Задание закрытого типа на установление последовательности</p> <p><b>Инструкция: Прочитайте вопрос и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</b></p> <p><b>Вопрос:</b> Установите последовательность действий при создании проекта в САПР Quartus Prime:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• А) Выбор типа проекта</li> <li>• В) Выбор семейства и типа микросхем</li> <li>• С) Выбор инструментов сторонних производителей</li> <li>• D) Определение рабочего каталога и имени проекта</li> <li>• E) Добавление внешних файлов</li> </ul>	
10	<p>Задание открытого типа.</p> <p><b>Инструкция: Прочитайте вопрос, запишите развернутый ответ.</b></p> <p><b>Вопрос:</b> Какие языки описания аппаратуры Вы знаете?</p>	

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:

Раздел 1. Цифровой сигнал

Раздел 2. Основы алгебры переключательных функций

Раздел 3. Схемотехника логических элементов

Раздел 4. Комбинационные устройства

Раздел 5. Последовательностные устройства

Раздел 6. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС

Для развития у студентов навыков самостоятельного овладения теоретическим материалом ряд тем дисциплины на лекционных занятиях дается обзорно, что предполагает их самостоятельное детальное изучение.

Лекционные материалы приведены в учебном пособии: Схемотехника цифровых устройств : [ Электронный ресурс ] : учебное пособие / Ю. В. Бакшеева ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2020. - 113 с.

11.2. 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

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в журнале группы. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе в общем случае должен содержать: титульный лист, цель работы, формулировку задания, алгоритмы программ, тексты программ и выводы по лабораторной работе.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По лабораторным работам выполняется отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведенным на сайте ГУАП (<https://new.guap.ru/>) в разделе «Нормативная документация» (<https://guap.ru/standart/doc>). Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП в разделе «Нормативная документация» (<https://guap.ru/standart/doc>).

#### Методические указания по прохождению лабораторных работ:

1. Цифровые устройства: [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: Ю. В. Бакшеева, К. К. Томчук. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2019. - 47 с.

2. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС в САПР Quartus II : [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю. Е. Агафонова [и др.] ; С.-Петербург. 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

11.3. 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.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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.

11.4. 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.

Форма проведения текущего контроля – защита отчетов по лабораторным работам. Результаты текущего контроля учитываются при проведении промежуточной аттестации в соответствии с требованиями РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования».

11.5. 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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП». Экзамен проводится в устной форме. Если со стороны обучающегося во время экзамена допущены нарушения учебной дисциплины (списывание, несанкционированное использование средств мобильной связи, аудио–плееров и других технических устройств), нарушения правил внутреннего распорядка ГУАП, предпринята попытка подлога документов, преподаватель вправе удалить обучающегося с экзамена с занесением в ведомость оценки «неудовлетворительно». По результатам экзамена оценка заносится преподавателем в ведомость. Неявка обучающегося на экзамен отмечается в ведомости словами «не явился», либо «н/я». Директор института на основе ведомости выясняет причину отсутствия обучающегося на экзамене и принимает решение о порядке последующей сдачи.

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