

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и управления

 Гудим А.С.

«22» 06 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Микросхемотехника аналоговых и цифровых устройств**

Направление подготовки	<i>11.03.01 Радиотехника</i>	
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Авиационные радиотехнические системы</i>	
Квалификация выпускника	<i>бакалавр</i>	
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2020</i>	
Форма обучения	<i>очная</i>	
Технология обучения	<i>традиционная</i>	
Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	5
Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение	
<i>Экзамен</i>	<i>Кафедра ПЭ</i>	

Комсомольск-на-Амуре 2021

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры «ПЭ», к.т.н.  
(должность, степень, ученое звание)

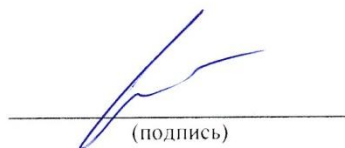


(подпись)

Фролов А.В.  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Промышленной электроники



(подпись)

Любушкина Н.Н.  
(ФИО)

## 1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Микросхемотехника аналоговых и цифровых устройств» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 931 от 19.09.2017, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Авиационные радиотехнические системы» по направлению 11.03.01 Радиотехника.

Практическая подготовка реализуется на основе: профессионального стандарта 40.035 «ИНЖЕНЕР-КОНСТРУКТОР АНАЛОГОВЫХ СЛОЖНОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ». Обобщенная трудовая функция А - Разработка принципиальных электрических схем отдельных аналоговых блоков и всего аналогового СФ блока. ТФ 3.1.2 - Проведение оценочного расчета параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом. Требуемые знания – НЗ-6 Элементная база аналоговых интегральных схем; НЗ-10 Аналоговая микросхемотехника. Требуемые умения – НУ-1 Аналитически рассчитывать характеристики аналоговых устройств.

Задачи дисциплины	Получение знаний по математическим основам и схемотехническим методам проектирования цифровых устройств, аналоговых устройств на основе операционных усилителей; получение знаний по принципу действия устройств цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования сигналов; приобретение практических навыков проектирования цифровых логических схем; приобретение практических навыков проектирования аналоговых схем на базе операционных усилителей; приобретение навыков исследования и оценки качества работы функциональных модулей аналоговой и цифровой техники; формирование необходимых компетенций в сфере профессиональной деятельности.
Основные разделы / темы дисциплины	Принципы работы и проектирования цифровых устройств. Принципы работы и проектирования аналоговых устройств на операционных усилителях. Схемные реализации и принципы работы цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Микросхемотехника аналоговых и цифровых устройств» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-1 Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств	ПК-1.1 Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Знать алгоритмы проектирования типовых аналоговых блоков и всего аналогового СФ блока

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизированного проектирования	ПК-1.2 Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	Уметь проводить оценочные расчеты характеристик типовых аналоговых блоков и всего аналогового СФ блока с использованием средств автоматизированного проектирования
	ПК-1.3 Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Владеть навыками проектирования электрических схем электронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Микросхемотехника аналоговых и цифровых устройств» изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: нет.

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Микросхемотехника аналоговых и цифровых устройств», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: устройства сверхвысокой частоты и антенно-фидерные устройства; импульсные устройства; системы обработки и кодирования информации; моделирование радиоэлектронных схем; источники вторичного электропитания; авиационные радиотехнические системы; бортовое радиотехническое оборудование; производственная практика; и при подготовке ВКР.

Дисциплина «Микросхемотехника аналоговых и цифровых устройств» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения: практических занятий, лабораторных работ, выполнения РГР.

Дисциплина «Микросхемотехника аналоговых и цифровых устройств» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения самостоятельно мыслить, на развитие профессиональных умений, воспитание чувства ответственности за выполнение учебно-производственных заданий.

### 4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	81
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	32
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	48
в том числе в форме практической подготовки:	48
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	65
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	35

## 5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Цифровые устройства</b>				
<b>Тема 1.1 Комбинационные логические устройства</b> Функции в алгебре логики. Законы и аксиомы булевой алгебры. Минимизация булевых функций. Синтез комбинационных схем. Шифратор, дешифратор. Мультиплексор, демultipлексор.	4	-	-	-

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Базисы булевых функций. Способы представления булевых функций. Компаратор, мажоритарный элемент. Полусумматор, сумматор.	-	-	-	3
Расчёт преобразователя кодов*. Проектирование преобразователя кодов*.	-	4	-	7
Исследование логических элементов*. Исследование комбинационных устройств*.	-	-	10	-
<b>Тема 1.2 Последовательностные логические устройства</b> Асинхронный, синхронный RS-триггер. Двухтактный RS-триггер. D-триггер, T-триггер, E-триггер, S-триггер. JK-триггер. Регистры хранения. Регистры сдвига. Асинхронный двоичный суммирующий счётчик. Синтез счётчика с произвольным коэффициентом счёта.	6		-	-
Исследование триггеров*. Исследование регистров*.	-	-	4	-
Проектирование счётчика*. Расчёт счётчика с помощью карт Карно*.	-	4	-	7
Самоостанавливающийся счётчик. Реверсивный счётчик. Вычитающий счётчик. S-триггер, E-триггер.	-	-	-	11
<b>Тема 1.3 Запоминающие устройства</b> Постоянные запоминающие устройства. Оперативные запоминающие устройства.	2	-	-	-
<b>Раздел 2 Аналоговые устройства</b>				
<b>Тема 2.1 Операционные усилители</b> Операционный усилитель, параметры, назначение, функциональная схема. Схемы включения ОУ, функциональные устройства на ОУ.	4	-	-	-
Схемы и принцип работы каскадов ОУ.	-	-	-	2
Исследование операционного усилителя*.	-	-	4	-

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Тема 2.2 Линейные преобразователи аналоговых сигналов на ОУ</b> Сумматор. Интегратор. Схема дифференцирования.	2	-	-	-
Исследование аналоговых арифметических схем*.	-	-	4	-
<b>Тема 2.3 Нелинейные преобразователи аналоговых сигналов</b> Логарифмирующий преобразователь. Экспоненциальный преобразователь.	2	-	-	-
Исследование логарифмического усилителя*.	-	-	2	-
Умножитель ёмкости, гиратор.	-	-	-	1
<b>Тема 2.4 Активные электрические фильтры</b> Схемы фильтров 1-го порядка.	-	-	-	2
Схемы Салена-Кея. Полосовой и заграждающий фильтр 2-го порядка.	2	-	-	-
Исследование схем электрических фильтров*.	-	-	2	-
Расчёт фильтра 1-го порядка*. Расчёт звеньев 2-го порядка по схемам Саллена-Кея*. Расчёт звеньев фильтров по схемам на 3-х конденсаторах, биквадратных звеньев*.	-	8	-	14
<b>Тема 2.5 Схемы аналогового преобразования сигналов</b> Аналоговые коммутаторы. Устройства выборки-хранения. Устройства на переключаемых конденсаторах. Аналоговые компараторы. Импульсные устройства на компараторах. Модулятор, демодулятор, удвоитель, делитель частоты.	-	-	-	6
<b>Тема 2.6 Арифметические схемы на ОУ</b> Аналоговый перемножитель сигналов. Делитель аналоговых сигналов.	2	-	-	-
Исследование импульсного перемножителя сигналов*. Исследование схемы извлечения квадратного корня*.	-	-	2	-
Схема извлечения квадратного корня.	-	-	-	2
<b>Раздел 3 Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи</b>				

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Тема 3.1 Цифро-аналоговые преобразователи</b> ЦАП последовательного типа. ЦАП с ШИМ. ЦАП на переключаемых конденсаторах. Параллельные ЦАП. ЦАП с суммированием весовых токов. ЦАП с матрицей «R-2R». ЦАП с суммированием напряжений.	4	-	-	-
Исследование ЦАП*.	-	-	2	-
Генераторы сигналов на ЦАП.	-	-	-	4
<b>Тема 3.2 Аналого-цифровые преобразователи</b> Последовательные АЦП. АЦП последовательного счёта. АЦП последовательного приближения. Параллельный АЦП.	4	-	-	-
АЦП с двойным интегрированием. Сигма-дельта АЦП.	-	-	-	5
Исследование АЦП*.	-	-	2	-
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>64</b>

Занятия, отмеченные знаком «\*», реализуются в форме практической подготовки.

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	19
Подготовка к занятиям семинарского типа	16
Подготовка и оформление РГР	29
<b>Итого</b>	<b>64</b>

## 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для



оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

- 1) Фролов А.В. Схемотехника цифровых устройств: Лабораторный практикум / А.В.Фролов. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2022. – 128 с.
- 2) Лачин, В. И. Электроника / В. И. Лачин, Н. С. Савёлов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 306 с.
- 3) Кузнецов, В. П. Микросхемотехника аналоговых устройств: учеб. пособие / В. П. Кузнецов. – Комсомольск-на-Амуре: издательство ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», 2007. – 115 с.
- 4) Кузнецов, В. П., Микроэлектроника: учеб. пособие / В. П. Кузнецов. – Комсомольск-на-Амуре: издательство ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», 2007. - 84 с.
- 5) Фролов, А.В. Расчёт активных фильтров: учеб. пособие / А.В. Фролов, В.В. Лановенко, В.А. Чекалов, С.В. Рудько. – Комсомольск-на-Амуре: издательство ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», 2011. – 131 с.
- 6) Легостаев, Н.С. Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника: учебное пособие / Легостаев Н.С., Четвергов К.В. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014.— 238 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/72130.html> (дата обращения: 11.05.2022). - Режим доступа: по подписке.
- 7) Шарапов, А.В. Микроэлектроника: учебное пособие/ Шарапов А.В. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007.— 138 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/13948.html> (дата обращения: 11.05.2022). - Режим доступа: по подписке.
- 8) Новиков, Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику / Новиков Ю.В. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2016.— 392 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/52187.html> (дата обращения: 11.05.2022). - Режим доступа: по подписке.
- 9) Григорьев, Б.И. Элементная база и устройства цифровой техники: учебное пособие/ Григорьев Б.И. - СПб.: Университет ИТМО, 2012.— 89 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. -URL: <http://www.iprbookshop.ru/65394.html> (дата обращения: 11.05.2022). - Режим доступа: по подписке.
- 10) Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств/ Волович Г.И. - Саратов: Профобразование, 2017.— 528 с// IPRbooks: электронно-библиотечная система. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/64066.html> (дата обращения: 11.05.2022). - Режим доступа: по подписке.

### **8.2 Дополнительная литература**

- 11) Джонсон, Д. Справочник по активным фильтрам / Д. Джонсон, Дж. Джонсон, Г. Мур.: М. Энергоатомиздат, 1983. – 127 с.
- 12) Корниенко, В.Т. Модели аналоговых и цифровых функциональных блоков радиотехнических устройств в проектах Multisim: учебное пособие/ Корниенко В.Т.- Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2017.— 143 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. -URL: <http://www.iprbookshop.ru/74391.html> (дата обращения: 11.05.2022). - Режим доступа:

по подписке.

- 13) Шишкин, Г.И. Функциональные устройства цифровых систем: монография/ Шишкин Г.И., Гончаров С.Н. - Саратов: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2011.— 350 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/60873.html> (дата обращения: 11.05.2022). - Режим доступа: по подписке.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

- 14) Фролов А.В. Схемотехника цифровых устройств: Лабораторный практикум / А.В.Фролов. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2022. – 128 с.
- 15) Кузнецов, В. П. Микросхемотехника аналоговых устройств: учеб. пособие / В. П. Кузнецов. – Комсомольск-на-Амуре: издательство ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», 2007. – 115 с.
- 16) Кузнецов, В. П., Микроэлектроника: учеб. пособие / В. П. Кузнецов. – Комсомольск-на-Амуре: издательство ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», 2007. - 84 с.
- 17) Фролов, А.В. Расчёт активных фильтров: учеб. пособие / А.В. Фролов, В.В. Лановенко, В.А. Чекалов, С.В. Рудько. – Комсомольск-на-Амуре: издательство ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», 2011. – 131 с.
- 18) Исследование операционного усилителя: методические указания к лабораторной работе по курсу «Микросхемотехника аналоговых устройств» / сост. А.В. Фролов, С.Н. Гринфельд. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2012. – 18 стр.
- 19) Исследование аналоговой схемы извлечения квадратного корня: методические указания к лабораторной работе по курсу «Микросхемотехника аналоговых устройств» / сост. А.В. Фролов, С.Н. Гринфельд. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2012. – 9 стр.
- 20) Исследование активных фильтров: методические указания к лабораторной работе по курсу «Микросхемотехника аналоговых устройств» / сост. А.В. Фролов, С.Н. Гринфельд. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2012. – 17 стр.
- 21) Исследование цифро-аналогового преобразователя: методические указания к лабораторной работе по курсу «Микросхемотехника аналоговых устройств» / сост. А.В. Фролов, С.Н. Гринфельд. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2012. – 18 стр.
- 22) Исследование импульсного перемножителя: методические указания к лабораторной работе по курсу «Микросхемотехника аналоговых устройств» / сост. А.В. Фролов, С.Н. Гринфельд. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2012. – 12 стр.

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- 1) IPRBooks: электронная библиотечная система: сайт. – Саратов, 2018. – URL: <https://www.iprbookshop.ru> (дата обращения: 11.05.2022). – Режим доступа: по подписке.
- 2) База данных магазина «Чип и Дип» : сайт. – Москва, 2006. – URL: <https://www.chipdip.ru> (дата обращения: 11.05.2022). – Режим доступа: свободный.
- 3) Электротехнический портал Datasheet.su: сайт. – 2006. – URL: <https://datasheet.su> (дата обращения: 11.05.2022). – Режим доступа: свободный.

- 4) RadioRadar: Электронно - информационный портал : сайт. – 2003. – URL: <https://www.radioradar.net> (дата обращения: 11.05.2022). – Режим доступа: свободный.

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- 1) КиберЛенинка : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2012 – URL: <http://cyberleninka.ru> (дата обращения: 11.05.2022).
- 2) Национальная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2004 – URL: <https://rusneb.ru> (дата обращения: 11.05.2022).
- 3) Единое окно доступа к информационным ресурсам : сайт. – Москва, 2005. – URL: <http://window.edu.ru> (дата обращения: 11.05.2022).

### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 7 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
Mathcad Education	Договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012
Siemens LOGO! Soft Comfort	Договор АЭ44 №008/12 от 12.12.2016
NI LabView	Договор АЭ44 № 036/51 от 04.02.2015
MAX+PLUS II BASELINE Version 10.2	Условие использования по ссылке: <a href="https://www.intel.com/content/www/us/en/programmable/support/support-resources/download/legacy/maxplus2/dnl-baseline.html">https://www.intel.com/content/www/us/en/programmable/support/support-resources/download/legacy/maxplus2/dnl-baseline.html</a>

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

## **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

## **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

## **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на

отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

### 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 8 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
304/3	Лаборатория основ электроники	Стенд 87Л-01
		Стенд по электронике, модель НТЦ- 02.05
211/3	Лаборатория компьютерного проектирования и моделирования	Учебная лаборатория Virtual Instrumentation Suite
		NI myRIO
		персональные компьютеры

### 10.2 Технические и электронные средства обучения

#### Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, компьютер/ноутбук).

#### Практические занятия.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, компьютер/ноутбук).

#### Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория №211/3, 304/3, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 8:

#### Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- зал электронной информации КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 211 корпус № 3).

## **11 Другие сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.



## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизированного проектирования	ПК-1.1 Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Знать алгоритмы проектирования типовых аналоговых блоков и всего аналогового СФ блока
	ПК-1.2 Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	Уметь проводить оценочные расчеты характеристик типовых аналоговых блоков и всего аналогового СФ блока с использованием средств автоматизированного проектирования
	ПК-1.3 Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Владеть навыками проектирования электрических схем электронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1-3	ПК-1.1, ПК-1.2	Лабораторные работы	Аргументированность ответов
Разделы 1-3	ПК-1.2	Практические задания	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1-3	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	РГР	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1-3	ПК-1.1	Экзамен	Полнота и правильность ответов на вопросы, правильность выполнения практических задач

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).



Таблица 3 – Технологическая карта

	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
<b>5 семестр</b> <i>Промежуточная аттестация в форме Экзамена</i>				
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
4	Лабораторная работа 4	в течение семестра	5 баллов	
5	Лабораторная работа 5	в течение семестра	5 баллов	
6	Лабораторная работа 6	в течение семестра	5 баллов	
7	Лабораторная работа 7	в течение семестра	5 баллов	
8	Лабораторная работа 8	в течение семестра	5 баллов	
9	Лабораторная работа 9	в течение семестра	5 баллов	
10	Лабораторная работа 10	в течение семестра	5 баллов	
11	Лабораторная работа 11	в течение семестра	5 баллов	
12	Лабораторная работа 12	в течение семестра	5 баллов	
13	Лабораторная работа 13	в течение семестра	5 баллов	
14	РГР 1 часть. Разработка счётчика	в течение семестра	5 баллов	
15	РГР 2 часть. Проектирование активного фильтра	в течение семестра	5 баллов	
16	Практическое задание 1.	в течение семестра	5 баллов	
17	Практическое задание 2.	в течение семестра	5 баллов	
18	Практическое задание 3.	в течение семестра	5 баллов	
19	Практическое задание 4.	в течение семестра	5 баллов	
20	Практическое задание 5.	в течение семестра	5 баллов	
Текущий контроль:		-	100 баллов	-
Экзамен		-	50	50 – студент владеет знаниями в полном объеме, самостоятельно, логически последовательно и исчерпывающе

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				отвечает на поставленные вопросы; 40 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; 30 – студент владеет только обязательным минимумом знаний по дисциплине; 0 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен ответить на поставленный вопрос
	ИТОГО:	-	150 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

### 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

#### 3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

##### Вопросы на защиту лабораторных работ

###### *Лабораторная работа 1. Проектирование преобразователя кодов.*

- 1) Аксиомы алгебры логики.
- 2) Законы алгебры логики.
- 3) Базисы булевых функций.
- 4) Теоремы инверсии.
- 5) Карты Карно. Назначение. Принцип составления.
- 6) Минимизация булевых функций с помощью законов и аксиом алгебры логики.
- 7) Минимизация булевых функций с помощью карт Карно.
- 8) Этапы проектирования комбинационного устройства.
- 9) Преобразователи кодов, условное графическое обозначение, применение.

###### *Лабораторная работа 2. Исследование логических элементов.*

- 1) Логическое «И». Условное графическое обозначение. Таблица истинности. Схема.
- 2) Логическое «ИЛИ». Условное графическое обозначение. Таблица истинности. Схема.
- 3) Логическое «НЕ». Условное графическое обозначение. Таблица истинности. Схема.
- 4) Логическое «И-НЕ». Условное графическое обозначение. Таблица истинности. Схема.
- 5) Логическое «ИЛИ-НЕ». Условное графическое обозначение. Таблица истинности. Схема.

- 6) Логическое «Исключающее ИЛИ». Условное графическое обозначение. Таблица истинности. Схема.

*Лабораторная работа 3. Исследование комбинационных устройств.*

- 1) Шифратор. Условное графическое обозначение. Схема. Таблица истинности. Применение.
- 2) Дешифратор. Условное графическое обозначение. Схема. Таблица истинности. Применение.
- 3) Мультиплексор. Условное графическое обозначение. Схема. Таблица истинности. Применение.
- 4) Демультимплексор. Условное графическое обозначение. Схема. Таблица истинности. Применение.
- 5) Преобразователь кодов. Условное графическое обозначение. Схема. Таблица истинности. Применение.

*Лабораторная работа 4. Исследование триггеров.*

- 1) Триггеры. Определение, назначение, классификация.
- 2) Асинхронный RS триггер. Схема. Таблица истинности. Диаграммы работы.
- 3) Однотактный RS триггер. Схема. Таблица истинности. Диаграммы работы.
- 4) Двухтактный RS триггер. Схема. Таблица истинности. Диаграммы работы.
- 5) D триггер. Схема. Таблица истинности. Диаграммы работы.
- 6) T-триггер. Схема. Таблица истинности. Диаграммы работы.
- 7) JK триггер. Схема. Таблица истинности. Диаграммы работы.

*Лабораторная работа 5. Исследование регистров.*

- 1) Регистры. Определение, назначение, классификация.
- 2) Регистр хранения на D триггерах. Схема. Алгоритм работы. Применение.
- 3) Регистр хранения на RS триггерах. Схема. Алгоритм работы. Применение.
- 4) Регистр хранения на JK триггерах. Схема. Алгоритм работы. Применение.
- 5) Регистр сдвига. Схема. Алгоритм работы. Применение.
- 6) Комбинированный регистр. Схема. Алгоритм работы. Применение.

*Лабораторная работа 6. Исследование операционного усилителя.*

- 1) Операционный усилитель. Определение, назначение, условное графическое обозначение.
- 2) Функциональная схема ОУ. Назначение и особенности функциональных модулей.
- 3) Основные параметры ОУ. Определения. Ориентировочные значения.
- 4) Статические параметры ОУ. Алгоритм измерения.
- 5) Динамические параметры ОУ. Алгоритм измерения.
- 6) Классификация ОУ.
- 7) Погрешности ОУ. Источники погрешностей.
- 8) Схемы включения ОУ.
- 9) Определить основные параметры операционного усилителя по его характеристикам.
- 10) Рассчитать схему дифференциального усилителя с заданным коэффициентом усиления дифференциального сигнала.
- 11) Рассчитать схему инвертирующего усилителя с заданным коэффициентом усиления.
- 12) Рассчитать схему неинвертирующего усилителя с заданным коэффициентом усиления.

*Лабораторная работа 7. Исследование аналоговых арифметических схем.*

- 1) Инвертирующий сумматор. Схема, принцип работы, расчётные соотношения.
- 2) Неинвертирующий сумматор. Схема, принцип работы, расчётные соотношения.

- 3) Интегрирующий усилитель. Схема, принцип работы, расчётные соотношения.
- 4) Дифференцирующий усилитель. Схема, принцип работы, расчётные соотношения.
- 5) Схемы аналогового преобразования сигналов.
- 6) Рассчитать номиналы элементов схемы сумматора.
- 7) Рассчитать схему интегратора.
- 8) Рассчитать схему дифференцирования.
- 9) Рассчитать элементы схемы источника напряжения, управляемого током.
- 10) Рассчитать элементы схемы источника тока, управляемого напряжением.

*Лабораторная работа 8. Исследование логарифмического усилителя.*

- 1) Логарифмирующий усилитель на диоде. Схема, принцип работы, особенности, расчётные соотношения. Применение.
- 2) Логарифмирующий усилитель на транзисторе. Схема, принцип работы, особенности, расчётные соотношения. Схемы включения транзистора. Применение.
- 3) Экспоненциальный усилитель на диоде. Схема, принцип работы, особенности, расчётные соотношения. Применение.
- 4) Экспоненциальный усилитель на транзисторе. Схема, принцип работы, особенности, расчётные соотношения. Схемы включения транзистора. Применение.
- 5) Источники ошибок в логарифмирующих и экспоненциальных усилителях. Способы их снижения.

*Лабораторная работа 9. Исследование схем электрических фильтров.*

- 1) Электрические фильтры. Определение, классификация, назначение.
- 2) Аппроксимации частотных характеристик.
- 3) Основные параметры фильтров. Алгоритм их определения.
- 4) ФНЧ и ФВЧ 1-го порядка. Схема, частотная характеристика, расчёт.
- 5) ФНЧ 2-го порядка. Схема, частотная характеристика, расчёт.
- 6) ФВЧ 2-го порядка. Схема, частотная характеристика, расчёт.
- 7) ПФ 2-го порядка. Схема, частотная характеристика, расчёт.
- 8) Фильтры Саллена-Кея. Схема, возможности, особенности.
- 9) Фильтры с многопетлевой обратной связью. Схема, возможности, особенности.
- 10) Фильтры на 3-х конденсаторах. Схема, возможности, особенности.
- 11) Фильтры на биквадратных звеньях. Схема, возможности, особенности.
- 12) Определить характеристики фильтра по его амплитудно-частотной характеристике.

*Лабораторная работа 10. Исследование импульсного перемножителя сигналов.*

- 1) Перемножители сигналов. Определение, назначение, классификация, условное графическое обозначение.
- 2) Перемножитель на логарифмирующих усилителях. Схема, принцип работы, особенности, погрешности.
- 3) Перемножитель на переменной крутизне. Схема, принцип работы, особенности, погрешности.
- 4) Импульсный перемножитель. Схема, принцип работы, особенности, погрешности.
- 5) Делитель сигналов. Схема, принцип работы, особенности, погрешности.
- 6) Примеры применения перемножителей и делителей для обработки аналоговых сигналов.

*Лабораторная работа 11. Исследование схемы извлечения квадратного корня.*

- 1) Принцип работы исследованной схемы, источники погрешностей. Применение.
- 2) Использование принципа взаимобратных преобразований при проектировании схем аналоговой обработки сигналов на ОУ.

- 3) Аналоговая схема возведения в квадрат, принцип работы, погрешности, разновидности.

*Лабораторная работа 12. Исследование ЦАП.*

- 1) Цифро-аналоговый преобразователь. Определение, назначение, условное графическое обозначение, классификация.
- 2) Характеристики ЦАП, алгоритм их определения.
- 3) ЦАП с ШИМ. Схема, принцип работы, особенности.
- 4) ЦАП с суммированием весовых токов. Схема, принцип работы, особенности.
- 5) ЦАП с матрицей постоянного импеданса. Схема, принцип работы, особенности.
- 6) ЦАП с суммированием напряжений. Схема, принцип работы, особенности.

*Лабораторная работа 13. Исследование АЦП.*

- 1) Аналого-цифровой преобразователь. Определение, назначение, условное графическое обозначение, классификация.
- 2) Принцип аналого-цифрового преобразования информации.
- 3) Характеристики АЦП, алгоритм их расчёта.
- 4) АЦП последовательного счёта. Схема. Принцип работы, особенности.
- 5) АЦП последовательного приближения. Схема. Принцип работы, особенности.
- 6) АЦП с двойным интегрированием. Схема. Принцип работы, особенности.
- 7) Параллельный АЦП. Схема. Принцип работы, особенности.

### **Задания практических работ**

*Практическое задание 1. Расчёт преобразователя кодов.*

Построение таблицы истинности преобразователя. Оформление карт Карно. Минимизация функций выходных переменных с помощью карт Карно. Приведение полученных функций к требуемому базису. Проектирование схемы преобразователя. Тестирование схемы.

*Практическое задание 2. Расчёт счётчика с помощью карт Карно.*

Построение таблицы истинности счётчика. Построение таблицы переходов триггеров каждого разряда счётчика. Оформление карт Карно. Минимизация функций с помощью карт Карно. Проектирование схемы счётчика. Тестирование схемы.

*Практическое задание 3. Расчёт фильтра 1-го порядка.*

Расчёт номиналов элементов схем ВНЧ и ФВЧ активных звеньев 1-го порядка.

*Практическое задание 4. Расчёт звеньев 2-го порядка по схемам Саллена-Кея.*

Расчёт номиналов элементов схем звеньев 2-го порядка активных фильтров со структурой Саллена-Кея с аппроксимациями Баттерворта и Чебышева.

*Практическое задание 5. Расчёт звеньев фильтров по схемам на 3-х конденсаторах, биквадратных звеньев.*

Расчёт номиналов элементов схем на 3-х конденсаторах в фильтрах ФВЧ, ФНЧ, ПФ с характеристиками Золотарёва, инверсной Чебышева, Чебышева, Баттерворта.

### **Задание на РГР**

1. Спроектировать схему цифрового устройства (счётчика, преобразователя кодов, цифрового логического автомата). Произвести моделирование работы устройства.

2. Спроектировать активный электрический фильтр со следующими характеристиками: тип фильтра; аппроксимирующая частотная характеристика; порядок; схемная реа-

лизация; коэффициент усиления в полосе пропускания; частота среза (для ФВЧ, ФНЧ); центральная частота (для ПФ и РФ); добротность (для ПФ, РФ). Произвести моделирование работы фильтра. Определить характеристики полученного фильтра.

Варианты заданий для расчёта находятся в личном кабинете студента.

### **3.2 Задания для промежуточной аттестации**

#### **Контрольные вопросы к экзамену**

1. Элементарные логические функции, условные графические обозначения элементов, выполняющих элементарные логические функции.
2. Таблицы истинности и аналитические выражения элементарных логических функций.
3. Аксиомы и законы алгебры логики.
4. Способы минимизации булевых функций.
5. Упрощение логических выражений с помощью карт Карно.
6. Использование избыточных комбинаций для минимизации логических функций. Одновременная минимизация нескольких логических функций.
7. Шифраторы, их устройство, принцип работы, условное графическое обозначение.
8. Дешифраторы, их устройство, принцип работы, условное графическое обозначение.
9. Нарастивание размерности дешифратора. Использование дешифратора для реализации логических функций.
10. Преобразователи кодов, назначение, схемная реализация, условное графическое обозначение.
11. Мультиплексор, его схема, принцип работы, таблицы истинности, схемное обозначение.
12. Реализация логических функций на основе мультиплексора.
13. Демультимплексор, принцип работы, схемная реализация, условное обозначение.
14. Каскадное включение мультиплексоров и демультимплексоров.
15. Преобразование двоичных чисел в десятичные и наоборот. Алгоритм сложения и вычитания двоичных чисел.
16. Умножение и деление в двоичной системе счисления.
17. Коды отображения десятичных чисел (двоично-десятичный код, код с избытком 3, код Айкана).
18. Код «2 из 5», код Джонсона : таблицы соответствия, принцип построения.
19. Полусумматор, принцип работы, таблица истинности, схемная реализация, условное обозначение.
20. Сумматор, принцип работы, схема, условное графическое обозначение.
21. Схемная реализации многоурядного сумматора, его принцип работы и условное обозначение.
22. Вычитание с помощью сумматора.
23. Схемная реализация реверсивного сумматора.
24. Цифровые компараторы, схемная реализация, принцип работы, условное обозначение.
25. Каскадное включение цифровых компараторов.
26. Триггеры : понятие, классификация, условные обозначения входов и выходов.
27. Асинхронный RS-триггер, принцип работы, таблицы истинности, схема, условное обозначение.
28. Синхронный RS-триггер, устройство, принцип работы, временные диаграммы, условное графическое обозначение.
29. Двухступенчатый RS-триггер, схема, принцип работы, временные диаграммы, условное обозначение.
30. D-триггер, схемная реализация в базисе «И-НЕ», таблица истинности, временные диаграммы, схемное обозначение.
31. T-триггер, схемная реализация в базисе «И-НЕ», таблица истинности, временные диаграммы, условное графическое обозначение.

32. Е-триггер, схема, принцип работы, условное обозначение.
33. S-триггер, устройство, таблица истинности, графическое обозначение.
34. JK-триггер, схема, принцип работы, таблица истинности, условное обозначение.
35. Схемная реализация RS, D и T триггеров на основе JK-триггера.
36. Регистры : определение, назначение, классификация.
37. Регистры хранения, схемная реализация на основе D-триггеров, принцип работы, условное обозначение.
38. Регистр сдвига с последовательным приёмом информации, схемная реализация на базе RS-триггеров, принцип работы, схемное обозначение.
39. Комбинированный регистр сдвига (с последовательно-параллельным приёмом информации), схемная реализация на базе D-триггеров, принцип работы, условное обозначение.
40. Счётчики и делители частоты : определение, классификация, основные характеристики.
41. Асинхронный двоичный суммирующий счётчик, схема счётчика на основе JK-триггеров, принцип работы, временные диаграммы, таблица истинности, условное обозначение.
42. Асинхронный вычитающий счётчик, схемная реализация на основе D-триггеров, принцип работы, временные диаграммы, условное обозначение.
43. Вычитающий самоостанавливающийся асинхронный счётчик, схема, принцип работы.
44. Реверсивный счётчик, схема, принцип работы, обозначение.
45. Синхронный последовательный счётчик, схема, принцип работы, условное обозначение.
46. Синхронный параллельный счётчик, схема на основе JK-триггеров, принцип работы, условное обозначение.
47. Кольцевой счётчик Джонсона, схемная реализация на основе D-Триггеров, алгоритм работы.
48. Счётчики с произвольным коэффициентом счёта, синтез двоично-десятичного счётчика с использованием метода автосброса, его схемная реализация.
49. Запоминающие устройства, определение, классификация, основные характеристики.
50. Запоминающее устройство с одномерной адресацией, схема, принцип работы.
51. Запоминающее устройство типа 2DM, схема, принцип работы.
52. Запоминающее устройство с двумерной адресацией, схема, принцип работы.
53. ПЗУ, программируемые при изготовлении, схема, принцип программирования, условное обозначение.
54. Однократно программируемые ПЗУ, принцип работы, программирования, схемное обозначение.
55. Перепрограммируемые ПЗУ, принцип работы, программирования, схемное обозначение.
56. Виды оперативных запоминающих устройств, условное обозначение.
57. Принцип работы статического ОЗУ, динамического ОЗУ.
58. Принцип работы запоминающего устройства с произвольной выборкой.
59. Буферная память, назначение, схема, принцип работы.
60. Стековая память, назначение, схема, принцип работы.
61. Использование ПЗУ для реализации логических функций.
62. Программируемые логические интегральные схемы: назначение, принцип работы, классификация.
63. Программируемые логические матрицы, принцип работы, алгоритм программирования.
64. Принцип работы программируемой матричной логики.
65. Программируемые вентиляльные матрицы, состав, принцип работы, конфигурация ПВМ.

66. Программируемые коммутируемые матричные блоки, состав, принцип работы.
67. Принцип работы ПЛИС комбинированной архитектуры.
68. Цифро-аналоговый преобразователь, назначение, принцип работы схемы ЦАП с суммированием весовых токов.
69. Схема ЦАП на основе резистивной матрицы R-2R, принцип работы преимущества, схемное обозначение.
70. Аналого-цифровые преобразователи, назначение, основные характеристики, принципы работы.
71. Принцип работы схемы АЦП с параллельным преобразованием.
72. Принцип работы АЦП со следящей связью.
73. АЦП времяимпульсного преобразования, структурная схема, принцип работы.
74. Принцип работы АЦП последовательного приближения.
75. Принцип работы АЦП с двойным интегрированием.
76. Операционный усилитель (ОУ), определение, отличительные свойства, структура, схемное обозначение, использование отрицательной обратной связи в схемах с ОУ.
77. Дифференциальный входной каскад ОУ, назначение, особенности, схемная реализация, эффект смещения нуля.
78. Простейший транзисторный генератор стабильного тока, генератор стабильного тока на токовом зеркале.
79. Каскады сдвига уровня, промежуточного усиления и выходные каскады в операционном усилителе.
80. Основные параметры операционных усилителей.
81. Схемы включения операционных усилителей (дифференциальное, инвертирующее и неинвертирующее включения), особенности соотношений входных и выходных величин в этих схемах.
82. Частотные характеристики операционного усилителя и их коррекция.
83. Параметры качества операционных усилителей (точностные, динамические, эксплуатационные).
84. Основные типы операционных усилителей, их отличительные особенности.
85. Функциональные устройства на операционных усилителях (сумматор, интегратор, дифференциатор), схемы, принцип работы.
86. Схемы и принцип работы линейных преобразователей сигналов (преобразователь «ток-напряжение», источники тока, управляемые напряжением, преобразователь отрицательного сопротивления, повторитель напряжения).
87. Виды активных фильтров. Схемы пассивных ФНЧ, ФВЧ и ПФ, их свойства.
88. Схемная реализация активных фильтров 1-го порядка, их частотные характеристики. Применение принципа суперпозиции при расчёте АЧХ фильтров, простейший 2-х каскадный полосовой RC-фильтр.
89. Схемы ФНЧ и ФВЧ 2-го порядка по схеме Салена-Кея. Схемные решения повышения порядка фильтров.
90. Схемы полосового и заграждающего активных фильтров 2-го порядка.
91. Схемная реализация и принцип работы резонансного полосового фильтра, умножителя ёмкости, гиратора.
92. Применение метода переменных состояния при проектировании активных фильтров.
93. Логарифмический и экспоненциальный преобразователи, схемы, принцип работы.
94. Однополупериодные прецизионные выпрямители на операционных усилителях, принцип работы, особенности схемных реализаций.
95. Реализация двухполупериодных прецизионных выпрямителей на операционных усилителях.
96. Схемы аналоговых коммутаторов. Принцип работы и отличительные особенности схем электронных коммутаторов на полевых транзисторах.



97. Статические характеристики аналоговых коммутаторов. Аналоговые мультиплексоры, принцип работы, условное графическое обозначение.
98. Динамические характеристики и эксплуатационные параметры аналоговых ключей, влияние междуэлектродных ёмкостей МОП-ключей на их характеристики.
99. Устройства выборки и хранения, назначение, схема, принцип работы, основные характеристики.
100. Устройства на переключаемых конденсаторах, принцип работы, применение, основные преимущества и недостатки.
101. Аналоговые компараторы, определение, алгоритм работы, основные параметры, схемы управления уровнями выходного напряжения компаратора на операционных усилителях с отрицательной обратной связью.
102. Особенности выходных каскадов серийно выпускаемых компараторов. Положительная обратная связь в компараторе. Схемная реализация и принцип работы двухпорогового компаратора.
103. Схемы и принцип работы импульсных устройств на основе аналогового компаратора (детекторы уровня, триггер Шмита, ждущий мультивибратор).
104. Аналоговый перемножитель сигналов, назначение, условное графическое обозначение. Схемная реализация и принцип работы одноквадрантного перемножителя на логарифмических усилителях.
105. Делитель аналоговых сигналов, схема, принцип работы.
106. Схемная реализация и принцип работы делителя широкополосных сигналов с применением диодно-резисторной оптоэлектронной пары.
107. Схема извлечения квадратного корня.
108. Принцип работы балансного, амплитудного, однополосного модуляторов на основе аналогового перемножителя.
109. Функциональная схема и принцип работы удвоителя и делителя частоты аналогового сигнала.
110. Принцип работы фазового, бифазного, линейного амплитудного демодулятора и квадратичного детектора.

#### **Типовые экзаменационные задачи**

1. Рассчитать преобразователь кодов по заданной таблице истинности и заданном базисе.
2. Упростить булеву функцию с помощью законов и аксиом алгебры логики.
3. Привести логическую функцию к требуемому базису.
4. Упростить булеву функцию с помощью карты Карно.
5. Рассчитать счётчик по заданной таблице истинности.
6. Спроектировать схему делителя частоты с заданным коэффициентом деления.
7. Спроектировать преобразователь кодов на шифраторе и дешифраторе.
8. Рассчитать схему неинвертирующего усилителя на ОУ.
9. Рассчитать схему инвертирующего усилителя на ОУ.
10. Рассчитать схему дифференциального усилителя на ОУ.
11. Рассчитать схему интегратора на ОУ.
12. Рассчитать схему дифференцирующего усилителя на ОУ.
13. Рассчитать схему сумматора на ОУ.
14. Рассчитать звено фильтра 2-го порядка.

## Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Основание внесения изменения	Количество страниц изменения	Подпись разработчика РПД
1	Воспитательная работа обучающихся. Основание: Федеральный закон от 31.07.2020 N 304-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" по вопросам воспитания обучающихся"	1	
2	Практическая подготовка обучающихся. Основание: Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 г. № 885/390 "О практической подготовке обучающихся"	4	
3	Актуализация списка литературы	3	