


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета ИФФВТ  
от 16 июня 2020 г. протокол № 11/02-19-10  
Председатель \_\_\_\_\_ (Хусаинов А.Ш.)  
(подпись, расшифровка подписи)



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>Микро- и наносхемотехника</b>
Факультет	<b>Инженерно-физический факультет высоких технологий</b>
Наименование кафедры	<b>Кафедра радиофизики и электроники (РФЭ)</b>
Курс	<b>4</b>

Направление (специальность): **03.03.03 – радиофизика** (бакалавриат)

Направленность (профиль/специализация): **Твердотельная электроника и наноэлектроника**

Форма обучения **очная**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **« 01 » сентября 2020г.**

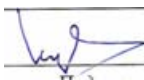
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
<b>Сабитов О.Ю.</b>	<b>Радиофизики и электроники</b>	<b>Проф. кафедры РФЭ, д.ф.-м.н., доцент</b>

<b>СОГЛАСОВАНО</b>
Заведующий выпускающей кафедрой
 _____ / Гурин Н.Т./ Подпись <span style="float: right;">ФИО</span>
« <u>09</u> » <u>06</u> 2020 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели освоения дисциплины:** формирование у студентов комплекса теоретических знаний и практических навыков, необходимых для решения современных задач синтеза радиоэлектронных устройств на основе элементной базы интегральной электроники.

**Задачи освоения дисциплины:**


- усвоение основных принципов построения и анализа аналоговых и цифровых интегральных микро- и нанoeлектронных устройств;
- изучение методов анализа аналоговых и цифровых интегральных микро- и нанoeлектронных устройств;
- овладение методикой расчета и измерения параметров аналоговых и цифровых интегральных микро- и нанoeлектронных устройств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Микро- и наносхемотехника» (Б1.Б.12) является обязательной и относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), устанавливаемой вузом. Данная дисциплина является одной из профилирующих дисциплин в системе подготовки бакалавра по направлению 03.03.03 «Радиофизика». Она охватывает широкий круг вопросов и связана со многими дисциплинами, направленными на формирование компетенций, необходимых для решения современных задач синтеза радиоэлектронных устройств на основе элементной базы интегральной электроники.

Дисциплина «Микро- и наносхемотехника» предлагается студентам в 7-ом семестре 4-ого курса очной формы обучения и основывается на компонентах компетенций, сформированных у обучающихся в ходе изучения предшествующих учебных дисциплин учебного плана:

- «Введение в специальность»;
- «Методы математической физики»;
- «Математический анализ функций многих переменных»;
- «Векторный и тензорный анализ»;
- «Интегральные уравнения и вариационное исчисление»;
- «Теоретические основы электрорадиотехники»;
- «Электродинамика СВЧ»;
- «Математический анализ»;
- «Аналитическая геометрия»;
- «Механика»;
- «Молекулярная физика»
- «Электричество и магнетизм»;
- «Колебания и волны, оптика»;
- «Атомная и ядерная физика»
- «Линейная алгебра»;
- «Теория вероятностей и математическая статистика»;
- «Дифференциальные уравнения»;
- «Теоретическая механика»;
- «Электродинамика»;
- «Теория колебаний»;
- «Физика полупроводников»;
- «Распространение электромагнитных волн в однородных, периодических и наноструктурах»;

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

- «Физическая электроника»;
  - «Полупроводниковая электроника»;
  - «Научные основы школьного курса физики»;
  - «Методика преподавания физики»;
  - «Моделирование гуманитарных процессов»;
  - «Физика активных элементов»;
  - «Методы анализа, контроля и диагностики полупроводниковых устройств»;
  - «Материалы электронной техники»;
  - «Численные методы и математическое моделирование»;
  - «Основы радиоизмерений»
  - «Физика конденсированных сред»;
  - «Физические основы технологии ИМС»;
  - «Численные методы в квантовой оптике»;
  - «Микропроцессорные системы»;
  - «Основы электро- и радиоизмерений»;
  - «Схемотехника»;
  - «Конструирование интегральных микросхем, микросборок и СВЧ-модулей»,
- а также при выполнении проектной деятельности и прохождении учебной практики.

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- знать основные законы теории цепей, принцип действия простейших электронных устройств;
- иметь представление о свойствах и характеристиках биполярных и полевых транзисторов;
- иметь способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности и самостоятельно приобретать новые знания с использованием современных образовательных и информационных технологий.


Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- «Термодинамика и статистическая физика»;
  - «Статистическая радиофизика и нанооптика»;
  - «Практикум по интегральной и волоконной оптике»;
  - «Конструкции гибридных интегральных схем и микросборок»,
- а также при прохождении производственной и преддипломной практик, выполнении научно-исследовательской работы, подготовке и сдачи государственного экзамена, подготовке и защите выпускной квалификационной работы.


### **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 способность к	<b>Знать:</b> Основы булевой алгебры и дискретной матема-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	тики; таблицы истинности базовых логических функций.  <b>Уметь:</b> упрощать логические выражения, используя теоремы булевой алгебры, представлять логические функции в алгебраическом, табличном и графическом видах.  <b>Владеть:</b> методами упрощения логических функций (табличный метод, карты Карно, диаграммы Вейча)
ОПК-2 способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	<b>Знать:</b> современные тенденции и проблемы развития микро- и наносхемотехники, как отрасли микроэлектроники.  <b>Уметь:</b> анализировать современные тенденции и проблемы развития микро- и наносхемотехники, используя современные образовательные и информационные технологии.  <b>Владеть:</b> понятийным аппаратом микро- и наносхемотехники.
ОПК-3 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<b>Знать:</b> основные периодические ведущие отечественные и зарубежные издания по вопросам микро- и наносхемотехники и электроники, а также электронные ресурсы.  <b>Уметь:</b> пользоваться поисковыми каталогами и системами, в том числе электронными для решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий.  <b>Владеть:</b> методами решения стандартных задач микро- и наносхемотехники на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования	<b>Знать:</b> основную классификацию и номенклатуру цифровых и аналоговых микросхем; принципы построения и схемотехнику триггеров, шифраторов, дешифраторов, регистров, счетчиков, запоминающих устройств, формирователей импульсов, дифференциального и операционного усилителей.  <b>Уметь:</b> строить таблицы состояний различных цифровых устройств; анализировать схемы и режимы работы различных цифровых и аналоговых устройств на основе интегральных микросхем.  <b>Владеть:</b> методами анализа принципиальных электри-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

	ческих схем различных цифровых и аналоговых устройств на основе интегральных микросхем.
ПК-2 способность использовать основные методы радиофизических измерений	<p><b>Знать:</b> Классификацию, назначение и основные принципы работы электроизмерительных приборов и аппаратуры, основные методы исследования характеристик и параметров интегральных микросхем.</p> <p><b>Уметь:</b> пользоваться электроизмерительными приборами и аппаратурой.</p> <p><b>Владеть:</b> методикой измерения основных характеристик и параметров интегральных схем различного типа.</p>

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 4 ЗЕТ.


4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения - очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		7
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	54/54	54/54
Аудиторные занятия:	54/54	54/54
лекции	36/36	36/36
семинары и практические занятия	18/18	18/18
лабораторные работы, практикумы		
Самостоятельная работа	90/90 (из них 36 - контроль)	90/90 (из них 36 - контроль)
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	тестирование, устный опрос	тестирование, устный опрос
Курсовая работа		
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
Всего часов по дисциплине	<b>144/144</b>	<b>144/144</b>


\* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 1. Схемотехника цифровых интегральных устройств</b>							
1. Введение	2	2			2		тестирование, устный опрос
2. Ключевой режим работы транзистора	18	2	4			12	тестирование, устный опрос
3. Основы булевой алгебры	20	4	6			10	тестирование, устный опрос
4. Цифровые ИС - базовые логические элементы	16	2	4		2	10	тестирование, устный опрос
5. Триггеры	14	4				10	тестирование, устный опрос
6. Цифровые функциональные узлы последовательного типа	20	6	4		6	10	тестирование, устный опрос
7. Запоминающие устройства	16	4				12	тестирование, устный опрос
8. Формирователи импульсов	14	4				10	тестирование, устный опрос
<b>Раздел 2. Схемотехника аналоговых интегральных устройств</b>							
9. Аналоговые ИС	24	8			2	16	тестирование, устный опрос

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

							опрос
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>18</b>		<b>12</b>	<b>90</b>	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

### Раздел 1. Схемотехника цифровых интегральных устройств.

**Тема 1. Введение.** Микро- и наносхемотехника как раздел микро- и нанoeлектроники. Технологические основы перехода на нанoeлектронику. Основные понятия. Основные параметры и характеристики цифровых и аналоговых ИС.

**Тема 2. Ключевой режим работы транзистора.** Классификация, режимы работы, схемы включения и основные характеристики биполярных и полевых транзисторов. Основные свойства ключевой схемы. Особенности биполярного и МДП транзисторных ключей. Режимы отсечки и насыщения транзистора в ключевой схеме. Переходные характеристики транзисторного ключа.

**Тема 3. Основы булевой алгебры.** Двоичный код. Прямой, обратный и дополнительный код. Арифметические операции в двоичном коде. Постулаты и теоремы булевой алгебры. Основные логические операции. Упрощение булевых функций. Представление логических функций. Каноническая форма логических функций. Логическое и структурное проектирование.

**Тема 4. Цифровые ИС - базовые логические элементы.** Структура и принципы работы цифровых систем. Классификация и основные параметры цифровых ИС. Основные логические элементы. Схемотехника ДТЛ, ТТЛ. Элементы интегрально-инжекционной логики. Логические элементы на МДП-транзисторах. Комбинационные логические устройства.

**Тема 5. Триггеры.** Структура и классификация триггеров. Методы и принципы проектирования триггерных структур. Синхронные и асинхронные триггеры. Виды синхронизации триггеров. RS-триггер, D-триггер, JK-триггер, T-триггер, их таблицы состояний. Активный уровень триггера. Запрещенные состояния триггеров.

**Тема 6. Цифровые функциональные узлы последовательностного типа.** Регистры. Принципы построения. Варианты схем. Счетчики электрических импульсов. Принципы построения. Варианты схем.

**Тема 7. Запоминающие устройства.** Классификация и основные параметры микросхем памяти. Структура статических и динамических микросхем ОЗУ. ПЗУ.

**Тема 8. Формирователи импульсов.** Принципы получения сигналов. Мультивибраторы. Режимы работы мультивибраторов. Формирователи и генераторы импульсов на ИС.

### Раздел 2. Схемотехника аналоговых интегральных устройств.

**Тема 9. Аналоговые ИС.** Принципы построения и проектирования аналоговых ИС. Принципы схемотехники аналоговых ИС. Дифференциальный каскад. Расчет по постоянному току. Режим малого сигнала. Входные и выходные каскады дифференциальных усилителей. Инвертирующее включение с ООС. Низкочастотные параметры. Частотная коррекция. Области применения ОУ. Сумматор, интегратор, дифференциатор, логарифмирующий усилитель. Компаратор на операционном усилителе. Умножитель. Автогенератор на ОУ.

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

### Раздел 1. Схемотехника цифровых интегральных устройств.

#### Тема 2. Ключевой режим работы транзистора.


##### ЗАНЯТИЕ 1

Форма проведения - практическое занятие.

**Вопросы по теме** (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Статические характеристики биполярного транзистора
2. Использование биполярного транзистора в качестве электронного ключа.
3. Характерные особенности и свойства транзистора в состоянии насыщения и отсечки.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

4. Особенности ключевого режима для различных схем включения биполярного транзистора (схема с общей базой и общим эмиттером).

**Задание на практическое занятие:**

Расчет напряжения и тока биполярного транзистора в режимах отсечки и насыщения.

**ЗАНЯТИЕ 2**

Форма проведения - практическое занятие.

**Вопросы по теме** (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Время включения и время выключения биполярного транзисторного ключа.
2. Факторы, определяющие быстродействие транзисторного ключа.
3. Влияние паразитной емкости переходов транзистора на быстродействие транзисторного ключа.
4. Особенности МДП-транзисторного ключа.

**Задание на практическое занятие:**

По заданным значениям паразитной емкости переходов биполярного транзистора и активного сопротивления оценить длительность переходных процессов транзисторного ключа.

**Раздел 1. Схемотехника цифровых интегральных устройств.**

**Тема 3. Основы булевой алгебры.**

**ЗАНЯТИЕ 3**

Форма проведения - практическое занятие.

**Вопросы по теме** (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Способы представления информации.
2. Десятичный, двоичный, шестнадцатеричный коды.
3. Преобразование десятичного числа в двоичное и двоичного в десятичное.
4. Прямой, обратный и дополнительный двоичный код.
5. Преобразователи кодов.
6. Операции с двоичными числами: сложение, вычитание, умножение и деление.

**Задание на практическое занятие:**

Осуществить преобразование десятичного числа в двоичное и наоборот, выполнить проверку преобразования. Для полученного двоичного кода получить обратный и дополнительный код двоичного числа. Осуществить в двоичной системе операции сложения, вычитания и умножения.

**ЗАНЯТИЕ 4**

Форма проведения - практическое занятие.

**Вопросы по теме** (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Базовые функции булевой алгебры: инверсия (НЕ), дизъюнкция (ИЛИ), конъюнкция (И).
2. Основные теоремы булевой алгебры.
2. Упрощение логических выражений с использованием теорем булевой алгебры.

**Задание на практическое занятие:**

С помощью теорем булевой алгебры провести преобразование предложенного логического выражения к более простому и краткому виду.

**ЗАНЯТИЕ 5**

Форма проведения - практическое занятие.


**Вопросы по теме** (для обсуждения на занятии, для самостоятельного изучения):

1. Представление логической функции в алгебраическом и табличном виде.
2. Понятие минтермов и макстермов.
3. Каноническая форма логических функций и выражений.
4. Совершенная дизъюнктивная и совершенная конъюнктивная нормальная форма.

**Задание на практическое занятие:**

Для предложенного логического выражения составить таблицу истинности и представить дан-



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ное выражение в канонических формах.

## **Раздел 1. Схемотехника цифровых интегральных устройств.**

### **Тема 4. Цифровые ИС - базовые логические элементы.**

#### **ЗАНЯТИЕ 6**

Форма проведения - практическое занятие.

1. Синтез цифровых логических схем на основе микросхем 155 серии.
2. Построение логических устройств на основе базовых логических функций И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ.
3. Построение таблиц истинности.

#### **Задание на практическое занятие:**

Для заданной логической функции на основе базовых логических функций, реализуемых с помощью микросхем 155 серии построить схему устройства. Для полученной схемы получить таблицу истинности. Проверить, возможно ли упрощение полученной схемы.

#### **ЗАНЯТИЕ 7**

Форма проведения - практическое занятие.

1. Классификация и основные параметры цифровых логических микросхем: ДЛ, ДТЛ, ТТЛ, ТТЛШ, n-МДП, КМДП.
2. Транзисторная логика с непосредственной связью и с резистивной связью, принципы ее построения.

#### **Задание на практическое занятие:**

Для заданной логической функции на основе транзисторной логики с непосредственной связью получить электрическую схему цифрового устройства. Для полученной схемы построить таблицу истинности.

## **Раздел 1. Схемотехника цифровых интегральных устройств.**

### **Тема 5, 6. Триггеры. Цифровые функциональные узлы последовательностного типа.**

#### **ЗАНЯТИЕ 8**

Форма проведения - практическое занятие.

1. Структура и классификация триггеров
2. RS-триггер, D-триггер, JK-триггер, T-триггер, их таблицы состояний. Активный уровень триггера. Запрещенные состояния триггеров
3. Особенности и классификация цифровых функциональных узлов последовательностного типа.
4. Счетчики электрических импульсов.
5. Зависимость модуля счета от разрядности счетчика электрических импульсов.

#### **Задание на практическое занятие:**

Для произвольного значения модуля счета, заданного преподавателем, нарисовать структурную схему суммирующего счетчика, построить таблицу его состояний и объяснить работу.

#### **ЗАНЯТИЕ 9**

Форма проведения - практическое занятие.


1. Асинхронные и синхронные счетчики электрических импульсов.
2. Построение счетчиков на T-триггерах.
3. Построение счетчика на RS-триггерах.

#### **Задание на практическое занятие:**

Для произвольного значения модуля счета, заданного преподавателем, нарисовать структурную схему вычитающего счетчика, построить таблицу его состояний и объяснить работу.

## **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**

Данный вид работы не предусмотрен УП.


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

1. Предмет изучения микро- и наносхемотехники.
2. Этапы развития интегральной схемотехники.
3. Современные тенденции развития ИМС.
4. Основы цифровой техники. Булева алгебра, основные постулаты и теоремы.
5. Обратный и дополнительный коды. Выполнение основных арифметических операций в двоичном коде.
6. Основные логические операции. Формы представления логических функций.
7. Синтез логических схем. Минтермы и макстермы.
8. Минимизация логических функций. Методы минимизации логических функций. Карты Карно.
9. Исключающая "ИЛИ" - функция.
10. Биполярные и МДП - транзисторы (схемы включения, основные характеристики).
11. Транзисторные ключи на биполярных и МДП - транзисторах.
12. Переходные характеристики транзисторного ключа.
13. Структура и принцип работы цифровых систем. Потенциальная и импульсная схемы.
14. Классификация и основные параметры логических ИМС.
15. Элементная база цифровых ИМС. Схемотехническая реализация базовых логических элементов (на примере транзисторной логики с непосредственной связью).
16. Диодно-транзисторная и транзисторно-транзисторная логики.
17. Интегрально-инжекционная логика. Логические элементы на МДП-транзисторах.
18. Сравнительный анализ различных типов логик, их преимущества и недостатки.
19. Комбинационные устройства. Шифраторы.
20. Дешифраторы.
21. Триггеры: принципы построения, структура и классификация.
22. Схемотехническая реализация триггеров, роль положительной обратной связи. Условия реализации положительной обратной связи.
23. Реализация различных типов триггеров на логических ИМС. Таблицы состояний.
24. Цифровые функциональные узлы последовательностного типа. Регистры, их классификация.
25. Принципы построения и назначение регистров.
26. Счетчики импульсов: назначение, классификация и параметры.
27. Принципы построения счетчиков импульсов.
28. Классификация и основные параметры микросхем памяти.
29. Структура микросхем памяти.
30. ПЗУ и РПЗУ: классификация, способы программирования. Программируемые логические матрицы.
31. Принципы получения сигналов. Мультивибраторы, режимы работы.
32. Ждущий мультивибратор с коллекторно-базовыми связями.
33. Ждущий мультивибратор с эмиттерной связью.
34. Мультивибратор в автоколебательном режиме (схема с коллекторно-базовыми связями).
35. Формирователи и расширители импульсов на ИМС.
36. Мультивибраторы на логических ИМС.
37. Дифференциальный усилитель, основные параметры, назначение.
38. Способы подачи сигнала на дифференциальный усилитель.
39. Методы повышения коэффициента усиления дифференциального каскада.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		


40. Операционный усилитель, основные параметры, назначение.
41. Виды обратной связи в операционных усилителях.
42. Схемотехника операционных усилителей.
43. Области применения операционных усилителей.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

### Форма обучения очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы ( <i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i> )	Объем в часах	Форма контроля ( <i>проверка решения задач, реферата и др.</i> )
2. Ключевой режим работы транзистора	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к практическому занятию; Подготовка к сдаче экзамена	12	тестирование, устный опрос, экзамен
3. Основы булевой алгебры	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к практическому занятию; Подготовка к сдаче экзамена	10	тестирование, устный опрос, экзамен
4. Цифровые ИС - базовые логические элементы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к практическому занятию; Подготовка к сдаче экзамена	10	тестирование, устный опрос, экзамен
5. Триггеры	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	10	тестирование, устный опрос, экзамен
6. Цифровые функциональные узлы последовательностного типа	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;	10	тестирование, устный опрос, экзамен

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

	Подготовка к тестированию; Подготовка к практическому занятию; Подготовка к сдаче экзамена		
7. Запоминающие устройства	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	12	тестирование, устный опрос, экзамен
8. Формирователи импульсов	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	10	тестирование, устный опрос, экзамен
9. Аналоговые ИС	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к тестированию; Подготовка к сдаче экзамена	16	тестирование, устный опрос, экзамен

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная:

1. Легостаев, Н. С. Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника : учебное пособие / Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 238 с. — ISBN 978-5-86889-677-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72130.html>


2. Пуховский, В. Н. Электротехника, электроника и схемотехника. Модуль «Цифровая схемотехника» : учебное пособие / В. Н. Пуховский, М. Ю. Поленов. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. — 163 с. — ISBN 978-5-9275-3079-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87782.html>

3. Селиванова, З. М. Схемотехника электронных средств : учебное пособие / З. М. Селиванова. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 128 с. — ISBN 978-5-8265-1680-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85974.html>

#### дополнительная:

1. Цифровая схемотехника. Часть 1 : практикум на персональном компьютере / составители Л. Н. Ильина. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2014. — 36 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63370.html>

2. Микушин, А. В. Цифровая схемотехника : монография / А. В. Микушин, В. И. Сединин. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 319 с. — ISBN 978-5-91434-036-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/69569.html>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

3. Галочкин, В. А. Схемотехника телекоммуникационных устройств. Часть 2. Схемотехника цифровых электронных устройств : учебное пособие / В. А. Галочкин ; под редакцией С. Н. Елисеев. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 280 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/73838.html>

4. Миловзоров, О. В. Электроника : учебник для бакалавров / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2015. — 407 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-9916-2541-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/383075>.

5. Микушин, А. В. Схемо- и системотехника электронных средств : монография / А. В. Микушин, В. И. Сединин. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 323 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/74675.html>

#### **учебно-методическая:**

1. Сабитов О. Ю. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Микро- и наносхемотехника» для направления 03.03.03 «Радиофизика» / О. Ю. Сабитов; УлГУ, ИФФВТ, Каф. радиофизики и электроники. - Ульяновск : УлГУ, 2019. – Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5551>

2. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебно-методическое пособие / А. М. Сажнев, А. В. Никулин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 64 с. — ISBN 978-5-7782-3331-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91482.html>

Согласовано:

   / \_\_\_\_\_ /  
 Должность сотрудника научной библиотеки                      ФИО                      подпись                      дата

#### **б) Программное обеспечение:**

- Операционная система Альт рабочая станция 8;
- Программный пакет Мой Офис.
- Лицензионный математический пакет Maple.

#### **в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:**

##### **1. Электронно-библиотечные системы:**

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2020]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.


1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2020]. - URL: <https://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2020]. – URL: [http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch\\_kit/x2019-128.html](http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2019-128.html). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2020]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва,



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

[2020]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=e3ddfb99-a1a7-46dd-a6eb-2185f3e0876a%40sessionmgr4008>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2020].

### **3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2020]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2020]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2020]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Национальная электронная библиотека** : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2020]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. SMART Imagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebco.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

### **6. Федеральные информационно-образовательные порталы:**

6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

### **7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

7.1. Электронная библиотека УлГУ : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

7.2. Образовательный портал УлГУ. – URL: <http://edu.ulsu.ru>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.


Согласовано:

Техник / 1 ест каб. | Предупреждение / Резерв | \_\_\_\_\_  
 Должность сотрудника УИТиТ | ФИО | подпись | дата

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютер-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

### 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик

  
\_\_\_\_\_

подпись

профессор кафедры РФЭ

должность

О. Ю. Сабитов

ФИО