

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники  
и электроники

\_\_\_\_\_/ В.А. Небольсин /  
31 августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины  
«Схемотехника»**

**Направление подготовки** 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

**Профиль** Микроэлектроника и твердотельная электроника

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года и 11 мес.

**Форма обучения** очная / заочная

**Год начала подготовки** 2018

Автор программы

\_\_\_\_\_  
С.А. Акулинин

И.о. заведующего кафедрой  
полупроводниковой электроники  
и нанoeлектроники

\_\_\_\_\_  
А.В. Строгонов

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_  
А.В. Арсентьев

**Воронеж 2021**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины:** формирование навыков проектирования ключевых и аналогово-цифровых узлов электронной аппаратуры на базе дискретных элементов, микросхем, операционных усилителей, логических элементов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

– изучение назначения и принципов действия основных электронных приборов, приобретение навыков работы с измерительными приборами и инструментами и постановки физических экспериментов;

– приобретение навыков анализа и расчета характеристик электрических цепей;

– исследование простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.О.22 «Схемотехника» относится к обязательной части блока Б1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Схемотехника» направлен на формирование следующих компетенций:

**ОПК-2:** способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных;

**ОПК-3:** способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	знать эквивалентные схемы активных элементов; методы анализа частотных и переходных характеристик; принципы действия и методы расчета усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов; элементную базу аналоговой и цифровой техники, принципы действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем;
	уметь проводить анализ цепей при постоянных и синусоидальных воздействиях, а также при воздействии сигналов произвольной формы, импульсных сигналов; анализировать воздействия

	сигналов на линейные и нелинейные цепи, производить расчет усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов; осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем; синтезировать аналоговые и цифровые устройства на основе данных об их функциональном назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации;
	<b>владеть</b> методами анализа переходных процессов в линейных и нелинейных цепях; стандартными программными средствами компьютерного моделирования электрических цепей; техникой диагностики электронных схем.
ОПК-3	<b>знать</b> источники и базы данных хранения информации о принципах работы, параметрах и характеристиках аналоговых и цифровых устройств;
	<b>уметь</b> применять методы поиска, обработки и хранения информации в соответствии с техническим заданием;
	<b>владеть</b> методами представления информации о выполняемых работах с соблюдением требования информационной безопасности.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Схемотехника» составляет 7 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	100	50	50
В том числе:			
Лекции	68	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	32	16	16
<b>Самостоятельная работа</b>	116	94	22
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	36		36
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	++	Зач.	Экз.
Общая трудоемкость	час	252	144
	зач. ед.	7	4
		108	3

## Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	32	16	16
В том числе:			
Лекции	16	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	16	8	8
<b>Самостоятельная работа</b>	207	88	119
Курсовой проект	+		+
Контрольная работа	+	+	
Часы на контроль	13	4	9
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	++	Зач.	Экз.
Общая трудоемкость час	252	108	144
	зач. ед.	7	4

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего час
<b>5 семестр</b>						
1	Параметры и характеристики полупроводниковых приборов	Предмет и задачи курса, место курса в системе дисциплин электронного профиля. Явление переноса в твердых телах. Диффузионные и дрейфовые токи. Уравнение непрерывности Контакт металл-полупроводник. Условие образования обеднённых и обогащённых слоёв. ВАХ контакта при прямом и обратном смещении. Выпрямляющий и омический контакт. Диод Шоттки. P-n переход. Физическая структура p-n перехода. Энергетическая диаграмма в равновесии, при прямом и обратном смещении. ВАХ p-n перехода. Диод на основе p-n перехода. Гетеропереходы. Физическая структура и энергетическая диаграмма гетероперехода. Типы гетеропереходов. Приборы на основе гетеропереходов	8	4	25	37
2	Биполярные и МДП транзисторы, ПЗС, IGBT	Биполярные транзисторы. Физическая структура транзистора. Принцип действия. Статические характеристики и параметры транзисторов. МДП транзисторы, Принцип действия, ВАХ, параметры. IGBT-транзисторы. ПЗС. Сенсорные устройства и преобразователи	6	8	23	37
3	Автоматизация проектирования электронных схем	Методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования и проектирования аналоговых электронных схем. Методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования и проектирования цифровых электронных схем	4	-	23	27
4	Аналоговые устройства электронной техники	Усилители переменного сигнала. Характеристики усилителей. Обратные связи в усилителях. Операционные усилители. Параметры и характеристики ОУ. Электронные устройства на основе ОУ. Интегрирующие и дифференцирующие усилители. Компараторы. Блоки питания ЭУ. Компенсационные стабилизаторы. Генераторы гармонических и релаксационных колебаний	16	4	23	43
Всего за 5 семестр			34	16	94	144
<b>6 семестр</b>						
5	Цифровые устройства электронной техники	Математические основы цифровой техники. Алгебра Буля. Основные логические операции. Электрические аналоги. Схемы И, ИЛИ, НЕ. Комбинационные схемы. Дешифраторы, шифраторы. Мультиплексоры. Демультимплексоры. Последовательностные схемы. Триггеры, регистры, счетчики. Запоминающие устройства. Классификация и параметры. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Микропроцессоры. Структура и архитектура, система команд MCS-51	34	16	22	72
Всего за 6 семестр			34	16	22	72
Контроль						36

Итого за 6 семестр							108
<b>Итого</b>				<b>68</b>	<b>32</b>	<b>207</b>	<b>252</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего час
<b>5 семестр</b>						
1	Параметры и характеристики полупроводниковых приборов	Предмет и задачи курса, место курса в системе дисциплин электронного профиля. Явление переноса в твердых телах. Диффузионные и дрейфовые токи. Уравнение непрерывности Контакт металл-полупроводник. Условие образования обеднённых и обогащённых слоёв. ВАХ контакта при прямом и обратном смещении. Выпрямляющий и омический контакт. Диод Шоттки. P-n переход. Физическая структура p-n перехода. Энергетическая диаграмма в равновесии, при прямом и обратном смещении. ВАХ p-n перехода. Диод на основе p-n перехода. Гетеропереходы. Физическая структура и энергетическая диаграмма гетероперехода. Типы гетеропереходов. Приборы на основе гетеропереходов	4	-	44	48
2	Биполярные и МДП транзисторы, ПЗС, IGBT	Биполярные транзисторы. Физическая структура транзистора. Принцип действия. Статические характеристики и параметры транзисторов. МДП транзисторы, Принцип действия, ВАХ, параметры. IGBT-транзисторы. ПЗС. Сенсорные устройства и преобразователи	4	8	44	56
Всего за 5 семестр			8	8	88	104
Контроль						4
<b>Итого за 5 семестр</b>						<b>108</b>
3	Автоматизация проектирования электронных схем	Методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования и проектирования аналоговых электронных схем. Методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования и проектирования цифровых электронных схем	4	-	44	48
4	Аналоговые устройства электронной техники	Усилители переменного сигнала. Характеристики усилителей. Обратные связи в усилителях. Операционные усилители. Параметры и характеристики ОУ. Электронные устройства на основе ОУ. Интегрирующие и дифференцирующие усилители. Компараторы. Блоки питания ЭУ. Компенсационные стабилизаторы. Генераторы гармонических и релаксационных колебаний	2	4	44	50
5	Цифровые устройства электронной техники	Математические основы цифровой техники. Алгебра Буля. Основные логические операции. Электрические аналоги. Схемы И, ИЛИ, НЕ. Комбинационные схемы. Дешифраторы, шифраторы. Мультиплексоры. Демультимплексоры. Последовательностные схемы. Триггеры, регистры, счетчики. Запоминающие устройства. Классификация и параметры. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Микропроцессоры. Структура и архитектура, система команд MCS-51	2	4	31	37
Всего за 6 семестр			8	8	119	135
Контроль						9
<b>Итого за 6 семестр</b>						<b>144</b>
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>16</b>	<b>207</b>	<b>252</b>

### 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Исследование усилителей переменного сигнала
2. Исследование операционных усилителей с масштабируемым коэффициентом усиления
3. Исследование операционных усилителей дифференцирующего типа
4. Исследование операционных усилителей интегрирующего типа
5. Изучение комбинационных схем. Дешифраторы
6. Изучение комбинационных схем. Мультиплексоры, демультиплексоры
7. Изучение последовательностных устройств. Регистры, счетчики
8. Изучение аналого-цифровых преобразователей
9. Изучение архитектуры и структуры микропроцессора MCS-51

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины «Схемотехника» предусматривает выполнение курсового проекта в 6 семестре для очной формы обучения, в 6 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта:

«Проектирование аналогового измерительного устройства», по вариантам  
«Проектирование цифрового измерительного устройства», по вариантам

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- анализ технического задания;
- работа со специальной литературой, публикациями и документацией на электронные компоненты;
- получение практических навыков проектирования электронных устройств на базе стандартных компонентов;
- подготовка расчетно-пояснительной записки.

Курсовой проект включает в себя расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Учебным планом по дисциплине «Схемотехника» предусмотрено выполнение контрольной работы в 5 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика контрольной работы:

1. Минимизация логического уравнения с помощью теорем булевой алгебры и карт Карно
2. Проектирование счетчика заданного типа и с заданным модулем счета по индивидуальному заданию
3. Проектирование усилителя по индивидуальному заданию
4. Проектирование схемы на основе операционного усилителя по индивидуальному заданию

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	знать эквивалентные схемы активных элементов; методы анализа частотных и переходных характеристик; принципы действия и методы расчета усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов; элементную базу аналоговой и цифровой техники, принципы действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем;	Выполнение лабораторных работ, разработка курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить анализ цепей при постоянных и синусоидальных воздействиях, а также при воздействии сигналов произвольной формы, импульсных сигналов; анализировать воздействия сигналов на линейные и нелинейные цепи, производить расчет усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов; осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем; синтезировать аналоговые и цифровые устройства на основе данных об их функциональном назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации;	Выполнение лабораторных работ, разработка курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами анализа переходных процессов в линейных и нелинейных цепях; стандартными программными средствами компьютерного моделирования электрических цепей; техникой диагностики электронных схем.	Выполнение лабораторных работ, разработка курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-3	знать источники и базы данных хранения информации о принципах работы, параметрах и характеристиках аналоговых и цифровых устройств;	Выполнение лабораторных работ, разработка курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методы поиска, обработки и хранения информации в соответствии с техническим заданием;	Выполнение лабораторных работ, разработка курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами представления информации о выполняемых работах с соблюдением требования информационной безопасности.	Выполнение лабораторных работ, разработка курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, в 5 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»;

«не зачтено».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-2	знать эквивалентные схемы активных элементов; методы анализа частотных и переходных характеристик; принципы действия и методы расчета усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигна-	Тест	Выполнение теста на 70 – 100 %	Выполнение менее 70 %

	лов; элементную базу аналоговой и цифровой техники, принципы действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем;			
	<b>уметь</b> проводить анализ цепей при постоянных и синусоидальных воздействиях, а также при воздействии сигналов произвольной формы, импульсных сигналов; анализировать воздействия сигналов на линейные и нелинейные цепи, производить расчет усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов; осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем; синтезировать аналоговые и цифровые устройства на основе данных об их функциональном назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>владеть</b> методами анализа переходных процессов в линейных и нелинейных цепях; стандартными программными средствами компьютерного моделирования электрических цепей; техникой диагностики электронных схем.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-3	<b>знать</b> источники и базы данных хранения информации о принципах работы, параметрах и характеристиках аналоговых и цифровых устройств;	Тест	Выполнение теста на 70 – 100 %	Выполнение менее 70 %
	<b>уметь</b> применять методы поиска, обработки и хранения информации в соответствии с техническим заданием;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>владеть</b> методами представления информации о выполняемых работах с соблюдением требования информационной безопасности.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения, в 6 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-2	<b>знать</b> эквивалентные схемы активных элементов; методы анализа частотных и переходных характеристик; принципы действия и методы расчета усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов; элементную базу аналоговой и цифровой техники, принципы действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	<b>уметь</b> проводить анализ цепей при постоянных и синусоидальных воздействиях, а также при воздействии сиг-	Решение стандартных прак-	Задачи решены в полном	Продемонстрирован верный ход решения	Продемонстрирован верный ход	Задачи не решены



	налов произвольной формы, импульсных сигналов; анализировать воздействия сигналов на линейные и нелинейные цепи, производить расчет усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов; осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем; синтезировать аналоговые и цифровые устройства на основе данных об их функциональном назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации;	логических задач	объеме и получены верные ответы	всех, но не получен верный ответ во всех задачах	решения в большинстве задач	
	<b>владеть</b> методами анализа переходных процессов в линейных и нелинейных цепях; стандартными программными средствами компьютерного моделирования электрических цепей; техникой диагностики электронных схем.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-3	<b>знать</b> источники и базы данных хранения информации о принципах работы, параметрах и характеристиках аналоговых и цифровых устройств;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	<b>уметь</b> применять методы поиска, обработки и хранения информации в соответствии с техническим заданием;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>владеть</b> методами представления информации о выполняемых работах с соблюдением требований информационной безопасности.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Наибольшее быстродействие достигается в логических элементах:

- а) ТТЛШ;
- б) ЭСЛ;
- в) КМОП.

2. Какое напряжение будет на выходе инвертора с открытым коллектором при подаче на его вход сигнала логической единицы?

- а) состояние Z;

- б) логический 0;
  - в) логическая 1.
3. Для согласования ТТЛ элемента с КМОП необходимо у ТТЛ вентиля:
- а) уменьшить уровень логической 1;
  - б) увеличить уровень логической 1;
  - в) не менять уровень логической 1.
4. Микросхема К155ЛН3 содержит в своем составе элементы:
- а) И;
  - б) ИЛИ;
  - в) НЕ.
5. Коэффициент объединения по входу логического элемента – это:
- а) количество выходов элементов, соединенных с входами данного элемента;
  - б) количество входов данного элемента, к которым могут быть подключены внешние элементы;
  - в) оба определения правильны.
6. Для снижения помех по цепям питания устанавливаются:
- а) индуктивности;
  - б) фильтрующие конденсаторы;
  - в) RC-цепи.
7. С ростом частоты входного сигнала у КМОП логических элементов:
- а) увеличивается потребляемый ток;
  - б) увеличивается время задержки сигнала;
  - в) возникают сбои в работе схемы.
8. Основное преимущество КМОП логических элементов:
- а) высокая степень интеграции;
  - б) низкая потребляемая мощность;
  - в) низкая потребляемая мощность и высокое быстродействие.
9. Применение медной металлизации в системе межсоединений в СБИС позволяет:
- а) уменьшить потребляемую мощность;
  - б) повысить быстродействие;
  - в) упростить технологию.
10. В выходном каскаде схемы с открытым коллектором:
- а) коллектор подключен к шине питания;
  - б) коллектор подключен к нагрузке;
  - в) коллектор ни к чему не подключен.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Чтобы на элементе 4ИЛИ реализовать функцию 2ИЛИ необходимо на два входа подать сигналы:
- а) логической 1;
  - б) логического нуля.
2. Диоды Шоттки устанавливаются в схему вентиля для:

- а) снижения потребляемой мощности;
  - б) повышения быстродействия.
3. При объединении входов элемент 4ИЛИ превращается в:
- а) инвертор;
  - б) повторитель.
4. Коэффициент разветвления логического элемента – это:
- а) максимальное число выходов логического элемента;
  - б) максимальное число входов подключаемых к выходу.
5. Передаточная характеристика вентиля – это зависимость:
- а) выходного напряжения от входного тока;
  - б) выходного напряжения от входного напряжения.
6. Повышение быстродействия и снижение потребляемой мощности достигается в ЛЭ:
- а) ТТЛШ;
  - б) ЭСЛ;
  - в) КМОП.
7. Сколько транзисторов входит в состав ТТЛ элемента 8И-НЕ?
- а) 8
  - б) 5
  - в) 9
8. Сколько транзисторов входит в состав ТТЛ элемента 6И-НЕ?
- а) 6
  - б) 4
  - в) 8
9. Максимальный ток потребляется ТТЛ вентилем:
- а) в состоянии логического 0;
  - б) в состоянии логической 1;
  - в) в состоянии Z.
10. Базовым в ТТЛШ микросхемах является элемент:
- а) И;
  - б) ИЛИ-НЕ;
  - в) И-НЕ.

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Представить структурную схему системы контроля температуры в канале диффузионной печи.
2. Выбрать тип датчика температуры для диапазона температур 600 – 1600 °С.
3. Выбрать тип усилителя для усиления сигнала датчика.
4. Спроектировать усилитель сигнала термопары.
5. Назовите устройства, которые нужно ввести в канал измерений, для коррекции (линеаризации) характеристики датчика.
6. Передача сигналов, получаемых от 16 датчиков, производится по двухпроводной линии связи. Назовите тип устройства для реализации данной задачи и количество управляющих каналов, если число информационных входов  $n=16$ .

7. Аварийное выключение питания диффузионной печи происходит при одновременном поступлении сигналов низкого уровня с трех датчиков. Определите тип логической схемы для выработки сигнала останова.

8. Аварийная остановка технологического процесса происходит при поступлении сигнала от любого из четырех датчиков. Назовите тип цифровых устройств, с помощью которого реализуется данная логика отключений.

9. Цифровые сигналы, представляющие собой 8-разрядный параллельный код, необходимо передать по двухпроводной линии связи и затем снова ввести в вычислительное устройство по двухпроводной линии. Определите тип цифровых схем, которые позволяют решить эту задачу.

10. Назовите тип электронной схемы, с помощью которой производится отключение устройства от линии связи:

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Предмет и задачи курса, место курса в системе дисциплин электронного профиля
2. Основные направления в развитии и производстве элементной базы.
3. Контакт металл-полупроводник.
4. Условие образования обедненных и обогащенных слоев.
5. ВАХ контакта при прямом и обратном смещении.
6. Выпрямляющий и омический контакт. Диод Шоттки.
7. P-n переход. ВАХ p-n перехода.
8. Диоды на основе p-n перехода
9. Гетеропереходы. Физическая структура
10. Энергетическая диаграмма гетероперехода.
11. Типы гетеропереходов. Приборы на основе гетеропереходов
12. Биполярные транзисторы. Физическая структура транзистора.
13. Биполярные транзисторы. Принцип действия.
14. Статические характеристики и параметры транзисторов.
15. МДП транзисторы, Принцип действия, параметры.,
16. IGBT-транзисторы. Принцип действия, , параметры
17. Приборы с зарядовой связью. Принцип действия, характеристики и параметры.
18. МЭМС. Классификация, параметры, область применения
19. Методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования и проектирования аналоговых электронных схем
20. Методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования и проектирования цифровых электронных схем

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Аналого-цифровые устройства электронной техники
2. Усилители переменного сигнала. Характеристики усилителей.
3. Обратные связи в усилителях переменного сигнала.
4. Операционные усилители. Параметры и характеристики ОУ.
5. Вычислительные схемы на основе ОУ. Масштабируемые усилители

6. Вычислительные схемы на основе ОУ. Схемы Интегрирования.
7. Вычислительные схемы на основе ОУ. Схемы дифференцирования.
8. Вычислительные схемы на основе ОУ. Схемы суммирования и вычитания.
9. Вычислительные схемы на основе ОУ. Компараторы.
10. Электронные устройства на основе ОУ. Аналоговые фильтры.
11. Генераторы гармонических и релаксационных колебаний
12. Цифровые устройства электронной техники.
13. Математические основы цифровой техники. Алгебра Буля.
14. Основные логические операции. Электрические аналоги. Схемы И, ИЛИ, НЕ.
15. Логические элементы интегральных схем. ТТЛ элементы
16. Логические элементы на КМОП транзисторах
17. Комбинационные схемы. Дешифраторы,
18. Комбинационные схемы. Шифраторы.
19. Комбинационные схемы. Мультиплексоры,
20. Комбинационные схемы. Демультимплексоры.
21. Последовательностные схемы. RS-триггер.
22. Последовательностные схемы. D-триггер.
23. Последовательностные схемы. JK-триггер.
24. Последовательностные схемы. Регистры,
25. Последовательностные схемы. Счетчики
26. Сумматоры. Одноразрядный сумматор.
27. Сумматоры. Параллельный сумматор
28. Запоминающие устройства. Классификация и параметры
29. Запоминающие устройства. Структура адресных ЗУ
30. Запоминающие устройства для хранения постоянной информации. ПЗУ.
31. Цифро-аналоговые преобразователи. Структура, параметры и характеристики.
32. Аналого-цифровые преобразователи. Структура, параметры и характеристики.
33. Микропроцессоры. Структура и принципы работы микропроцессорной системы.
34. Структура и архитектура и система команд микропроцессора MCS-51
35. Источники вторичного питания. Выпрямители.
36. Источники вторичного питания. Компенсационные стабилизаторы.

### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 10. Оценка знаний студентов производится по следующему критерию:

– оценка «не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 7 баллов.

– оценка «зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 7 до 10 баллов.

При получении оценки «зачтено» требуемые в рабочей программе знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на промежуточном этапе считаются достигнутыми.

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и задачу. Оценка знаний студентов производится по следующему критерию:

– оценка «отлично» выставляется, если на все вопросы даны отличные ответы или 2 вопроса оценены на «отлично», а 1 вопрос или задача – на «хорошо»;

– оценка «хорошо» выставляется, если 2 вопроса оценены на «отлично» или «хорошо», а 1 вопрос или задача – на «удовлетворительно»;

– оценка «удовлетворительно» выставляется, если 2 вопроса оценены на «удовлетворительно» или один из вопросов оценен на «неудовлетворительно» при любых оценках на оставшиеся вопросы;

– оценка «неудовлетворительно» выставляется, если более 1 вопроса оценены на «неудовлетворительно».

Оценка	Критерии оценок
<b>Отлично</b>	Корректное использование широкого спектра научных понятий. Рассуждения логически непротиворечивы, последовательны, выявлены причинно-следственные связи, осуществлен последовательный анализ проблемы, все выводы обоснованы достоверной фактологической базой. Продемонстрировано умение целостно видеть проблему, выделять ее ключевое звено.
<b>Хорошо</b>	Достаточный уровень знаний. Может быть продемонстрировано знание основных принципов и концепций при наличии некоторых несущественных пробелов. Целостное видение рассматриваемой проблемы присутствует, но не до конца выражено в авторском анализе.
<b>Удовлетворительно</b>	Удовлетворительный уровень знаний. Налицо ряд пробелов в знании основных принципов и концепций. Анализ проблемы проведен фрагментарно. Выводы в основном верные, но в рассуждении допущены логические пробелы, мешающие целостному видению рассматриваемой проблемы.
<b>Неудовлетворительно</b>	Низкий уровень знаний. Допущены существенные ошибки. Отсутствие логических рассуждений, понимания проблемы, необоснованность выводов.

При получении оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» требуемые в рабочей программе знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на промежуточном этапе считаются достигнутыми.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Параметры и характеристики полупроводниковых приборов	ОПК-2, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
2	Биполярные и МДП транзисторы, ПЗС, IGBT	ОПК-2, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
3	Автоматизация проектирования электронных схем	ОПК-2, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
4	Аналоговые устройства электронной техники	ОПК-2, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
5	Цифровые устройства электронной техники	ОПК-2, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста преподавателем и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач преподавателем и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач преподавателем и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Основная литература

1. **Миловзоров О.В.** Электроника: учебник для бакалавров / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 407 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - ISBN 978-5-9916-2541-8

2. **Кучумов А.И.** Электроника и схемотехника: учеб. пособие / А.И. Кучумов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Гелиос АРВ, 2005. - 336 с. - ISBN 5-85438-138-9

3. **Игнатов А.Н.** Микросхемотехника и нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Игнатов. – СПб.: Лань, 2021. - 528 с. - ISBN 978-5-8114-1161-0. URL: <https://e.lanbook.com/book/167901>

4. **Орлова М.Н.** Схемотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.В. Борзых; М.Н. Орлова. - Схемотехника; 2018-05-05. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2016. - 83 с. - ISBN 978-5-87623-981-5. URL: <http://www.iprbookshop.ru/64201.html>

5. **Строгонов А.В.** Основы микросхемотехники интегральных схем [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.В. Строгонов. - Электрон. текстовые, граф. дан. (51 Мб ). - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2012.

6. **Белоусов А.И.** Основы схемотехники микроэлектронных устройств [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.И. Белоусов, В.А. Емельянов, А.С. Турцевич. – М.: Техносфера, 2012. - 472 с. - ISBN 978-5-94836-307-3. URL: <http://www.iprbookshop.ru/16977.html>

7. **Бабёр А.И.** Основы схемотехники [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.И. Бабёр. - Основы схемотехники ; 2024-05-24. – Мн.: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2018. - 112 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 24.05.2024 - ISBN 978-985-503-754-6. URL: <http://www.iprbookshop.ru/84915.html>

#### Дополнительная литература

8. **Миленина С.А.** Электротехника, электроника и схемотехника: учебник и практикум для академического бакалавриата / С.А. Миленина; под ред. Н.К. Миленина. - М.: Юрайт, 2015. - 399 с. - (Бакалавр. Академический курс ). - ISBN 978-5-9916-5307-7

9. **Титце У.** Полупроводниковая схемотехника: в 2-х томах: пер. с нем. Т. 1 / У. Титце, К. Шенк. – М.: Додэка-XXI, 2008. - 827 с. - (Схемотехника). - ISBN 3-540-42849-6 (нем.). - ISBN 978-5-94120-200-3 (рус.)

10. **Титце У.** Полупроводниковая схемотехника: в 2-х томах: пер. с нем. Т. 2 / У. Титце, К. Шенк. – М.: Додэка-XXI, 2008. - 941 с. - (Схемотехника). - ISBN 3-540-42849-6 (нем.). - ISBN 978-5-94120-200-3

11. **Хоровиц П.** Искусство схемотехники: пер. с англ. / П. Хоровиц, У. Хилл. - 6-е изд. - М.: Мир, 2003. - 704 с. - ISBN 5-03-003395-5, 0-521-37095-7

12. **Быстров Ю.А.** Электронные цепи и микросхемотехника :учеб. пособие / Ю.А. Быстров, И.Г. Мироненко. -М.: Высш. шк., 2002. - 384 с. - ISBN 5-06-004040-2

13. **Алексенко А.Г.** Микросхемотехника: учеб. пособие для вузов / А.Г. Алексенко, И.И. Шагурин. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1990. – 496 с.

14. **Акулинин С.А.** Схемотехника [Электронный ресурс]: лабораторный практикум: учеб. пособие / С.А. Акулинин. Воронеж. гос. техн. ун-т, каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники. - Электрон. текстовые, граф. дан. (2,37 Мб). - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. - 93 с.

15. **Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1 - 4 по дисциплине «Схемотехника» для студентов направления 210100.62 «Электроника и нанoeлектроника», профиля «Микроэлектроника и твердотельная электроника» очной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. полупроводниковой электроники и нанoeлектроники; Сост.: А.В. Арсентьев, Е.Ю. Плотникова. - Электрон. текстовые, граф. дан. (1,16 Мб). - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. (№ 297-2013)**

16. ГОСТ 2.105-2019. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2019. – 35 с.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**



### **Программное обеспечение компьютеров для самостоятельной и аудиторной работы:**

- Операционные системы семейства MSWindows;
- Пакет офисных программ LibreOffice;
- Программа просмотра файлов WinDjview;
- Программа просмотра файлов формата pdf Adobe Acrobat Reader;
- Интернет-браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome;
- Математический пакет MathCad Express, Smath Studio;
- Среда разработки Python;
- Система управления курсами Moodle;

### **Используемые электронные библиотечные системы:**

- Модуль книгообеспеченности АИБС «МАРК SQL»:  
<http://bibl.cchgeu.ru/provision/struct/>;
- Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru/>;
- ЭБС Издательства «ЛАНЬ», в том числе к коллекциям «Инженерно-технические науки», «Физика»: <http://e.lanbook.com/>;
- ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>.

### **Информационные справочные системы:**

- портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования: <http://fgosvo.ru/>;
- единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/>;
- открытый образовательный ресурс НИЯУ МИФИ: <http://online.mephi.ru/>;
- открытое образование: <https://openedu.ru/>;
- физический информационный портал: <http://phys-portal.ru/index.html>
- Профессиональные справочные системы «Техэксперт»: <https://cntd.ru>
- Электронная информационная образовательная среда ВГТУ:  
<https://old.education.cchgeu.ru>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

**1. Лекционная аудитория 311/4**, укомплектованная специализированной мебелью и оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций: мультимедиа-проектором, стационарным экраном, наборами демонстрационного оборудования (учебный корпус № 4, расположенный по адресу: Московский пр., 179):

комплект учебной мебели: рабочее место преподавателя (стол, стул);  
рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 22 человека.  
проектор BenQ MP515 DLP;  
экран ScreenMedia настенный.  
огнетушитель.

**2. Лаборатория схемотехники 215/4**, укомплектованная специализированной мебелью и оснащенная оборудованием для проведения лабораторных занятий (учебный корпус № 4, расположенный по адресу: Московский пр., 179):

комплект учебной мебели: рабочее место преподавателя (стол, стул);  
рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 15 человек.  
лабораторное оборудование ЭС-23;  
лабораторное оборудования ЭС-4А (2 штуки);  
лабораторный стенд ЭС-21 (5 штук);

обучающее устройство (3 штуки);  
лабораторное оборудование ЭС-23;  
измеритель характеристик Л2-56;  
лабораторный стенд ЭС-4 А;  
генератор ГЗ-104;  
вольтметр В7-20 (2 штуки);  
осциллограф С9-4А;  
осциллограф МСР ОСУ-10А;  
огнетушитель.

**3. Дисплейный класс** для самостоятельной работы студентов, укомплектованный специализированной мебелью и оснащенный персональными компьютерами с лицензионным программным обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, ауд. 209/4 (учебный корпус № 4, расположенный по адресу: Московский пр., 179), оснащенный необходимым оборудованием:

комплект учебной мебели: рабочее место преподавателя (стол, стул);  
рабочие места обучающихся (столы, стулья) на 20 человек.  
компьютер-сборка каф.9;  
компьютер в составе: (Н61/IntelCorei3/Кв/М/20" LCD);  
компьютер-сборка каф.7;  
компьютер-сборка каф.3;  
компьютер в составе: (Н61/IntelCorei3/Кв/М/23" LCD);  
компьютер-сборка каф.5;  
компьютер-сборка каф.4;  
компьютер-сборка каф.8;  
компьютер-сборка каф.2;  
компьютер-сборка каф.6;  
компьютер-сборка каф.10;  
комп. в сост: Сист.блок RAMEC GALE,монитор 17" LCD;  
компьютер-сборка каф.1;  
экран Projecta ProScreen настенный рулонный;  
проектор BenQ MP515 DLP;  
огнетушитель.

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Схемотехника» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия, выполняется курсовой проект, студентами заочной формы обучения выполняется контрольная работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.


Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию обо всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта студенты должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины осуществляется путем тестирования, отчета по лабораторным работам, защитой курсового проекта. Освоение дисциплины оценивается на зачете и экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции, при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных, для подготовки к ним необходимо: разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Курсовой проект	При выполнении курсового проекта студенты должны научиться правильно и творчески использовать знания, полученные ими на лекциях и лабораторных занятиях. Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта: <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществить поиск необходимой информации по теме проекта;</li> <li>- систематизировать найденную информацию;</li> <li>- осуществить обзор литературных источников по заданной теме;</li> <li>- выработать умения решать прикладные задачи</li> </ul> Курсовой проект включает в себя теоретическую и расчетную части.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом и экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2: при осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется образовательный портал ВГТУ – <a href="https://old.education.cchgeu.ru">https://old.education.cchgeu.ru</a>	31.08.2021	
2			
3			
4			