

Минобрнауки России  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
физики полупроводников и микроэлектроники

*(Е.Н.Бормонтов)*  
(Е.Н.Бормонтов)

31.08.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.08 Интегральная схемотехника

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

**2. Профиль подготовки/специализация:** Интегральная электроника и наноэлектроника

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

Бакалавриат

**4. Форма обучения:** Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Кафедра физики полупроводников и микроэлектроники

**6. Составители программы:**

Богатиков Евгений Васильевич, кандидат физико-математических наук

**7. Рекомендована:**

НМС физического факультета протокол №6 от 14.06.2022

**8. Учебный год:** 2025-2026, 7 семестр

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью данной дисциплины является изучение физических основ, функционирования и основных параметров приборов и устройств электронной техники, а также методов их реализации в микроэлектронной и электронной базе.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: принципы действия и основы проектирования базовых устройств электроники; уметь: анализировать поведение, моделировать структуру устройств и измерять

выходные характеристики; владеть: выполнением расчётов типовых электронных каскадов по заданным

требованиям.

### 10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина относится к вариативным дисциплинам части , формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Интегральная электроника и наноэлектроника» направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», и для ее усвоения требуются знания, умения и компетенции, формируемые в рамках математики, информатики и электронной техники.

В результате прохождения данной дисциплины обучающийся должен приобрести знания, умения, навыки профессиональных компетенций, необходимых для обеспечения трудовых функций профессионального стандарта 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложно-функциональных блоков (СФ-блоков)».

Знания, полученные при освоении дисциплины «Твердотельная электроника», необходимы при выполнении научно-исследовательских работ, учебной и производственных проектно-конструкторских практик, написания выпускной квалификационной работы в области микро- и наноэлектроники.

### 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) и индикаторами их достижения:

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ПК-1 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-1.1 Проводит сравнительный анализ существующих способов реализации цифровых и аналоговых СФ-блоков и на его основе разрабатывает общую архитектуру проектируемых СФ-блоков	Знать: схемы включения и основные характеристики, основы построения и расчёта параметров эквивалентных схем Уметь: измерять характеристики и применять ИС ОУ, компараторов и перемножителей для построения радиоэлектронных устройств.
ПК-1 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-1.2 Определяет численные значения основных технических характеристик цифровых и аналоговых СФ-блоков	Знать: основные принципы построения и использования аналоговых ИС Уметь: измерять характеристики и применять ИС ОУ, компараторов и перемножителей для построения радиоэлектронных устройств

ПК-2 Способен выполнять моделирование схем отдельных аналоговых блоков и принимать решения об уточнении первичного схемотехнического описания на основе результатов анализа и верификации результатов моделирования	ПК-2.1 Применяет средства САПР для реализации основных методов схемотехнического моделирования	Знать: физические принципы работы электровакуумных и п/п приборов Уметь: снимать характеристики и определять параметры ЭВП, биполярных и полевых транзисторов Владеть: навыками использования приборов для выпрямления, усиления и генерации электрических сигналов
ПК-2 Способен выполнять моделирование схем отдельных аналоговых блоков и принимать решения об уточнении первичного схемотехнического описания на основе результатов анализа и верификации результатов моделирования	ПК-2.2 Анализирует результаты схемотехнического моделирования и формирует отчеты о временных, частотных и мощностных характеристиках цифровых и аналоговых СФ-блоков	Знать: классификацию аналоговых ИС, основные параметры ОУ, аналоговых компараторов и перемножителей, основные принципы их построения и использования. Уметь: измерять характеристики и применять ИС ОУ, компараторов и перемножителей для построения радиоэлектронных устройств. Владеть: представлением о номенклатуре АИС, специфике их проектирования областях применения.
ПК-2 Способен выполнять моделирование схем отдельных аналоговых блоков и принимать решения об уточнении первичного схемотехнического описания на основе результатов анализа и верификации результатов моделирования	ПК-2.3 Разрабатывает на основании результатов схемотехнического моделирования предложения о смене электрической схемы СФ-блока и коррекции первичного технического задания	Знать: классификацию аналоговых ИС, основные параметры ОУ, аналоговых компараторов и перемножителей Владеть: представлением о номенклатуре АИС, специфике их проектирования областях применения.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:** 5/180

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

**13. Виды учебной работы:**

Вид учебной работы		Трудоемкость (часы)	
		Всего	По семестрам
			7 сем.
Аудиторные занятия,		48	48
в том числе:	лекции	12	12
	лабораторные	36	36
Самостоятельная работа		132	132
Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой			зачет
Итого:		180	180

### 13.1. Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Элементы электронной техники	Электроракуумные приборы. Электроракуумный диод. Электроракуумный триод. Многосеточные ЭВ лампы. СВЧ и газоразрядные ЭВП. П/п приборы. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы. Силовые п/п приборы.	
1.2	Линейные электронные устройства	Электронные усилители. Двухкаскадные усилители. Обратная связь в усилителях.	
1.3	Аналоговые ИС	Классификация и специфика построения АИС. Операционные усилители. Применение ОУ. Аналоговые компараторы напряжений. Аналоговые перемножители. Радиочастотные АИС.	
1.4	Прецизионные АИС	Активные избирательные устройства. Аппроксимация частотных характеристик. Каскадная реализация АРС- фильтров. Имитация двусторонне нагруженных LC – прототипов. Активные преобразователи сопротивлений Аналого-цифровые ИС. Цифро-аналоговые преобразователи. Аналого-цифровые преобразователи.	
1.5	Генераторы электрических сигналов	Принцип построения и основные типы автогенераторов. Генераторы гармонических сигналов. Генераторы релаксационных сигналов.	
1.6	Источники питания электронных устройств	Классификация и основные параметры ИП. Стабилизаторы напряжения и тока. Импульсные источники питания.	
<b>2. Лабораторные работы</b>			
2.1	Элементы электронной техники	Лабораторное занятие №1. Определение силовых компонентов электрических и магнитных полей, расчёт эффективности катодов. Лабораторное занятие № 2. Определение и измерение режимных характеристик ЭВ-диодов.	

2.2	Линейные электронные устройства	Лабораторное занятие № 3. Определение и измерение основных параметров ЭВТ по семействам его анодных и сеточных ВАХ. Лабораторное занятие № 4. Определение и измерение параметров многосеточных ЭВ ламп.	
2.3	Аналоговые ИС	Лабораторное занятие №5. Расчёт ускоряющих потенциалов СВЧ ЭВП, определение РТ стабилитронов. Лабораторное занятие №6. Статические и динамические параметры п/п диодов.	
2.4	Прецизионные АИС	Лабораторное занятие №7. Моделирование и измерение статических и динамических характеристик БТ. Лабораторное занятие №8. Статические и динамические параметры БТ.	
2.5	Генераторы электрических сигналов	Лабораторное занятие №9. Параметры и применение силовых п/п приборов. Лабораторное занятие №10. Статические характеристики транзисторных каскадов.	
2.6	Источники питания электронных устройств	Лабораторное занятие №11. Моделирование частотных и переходных характеристик однокаскадных усилителей в среде EWB. Лабораторное занятие №12. Измерение параметров ДК для синфазных и дифференциальных сигналов.	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Элементы электронной техники	2	6	18	26
1.2	Линейные электронные устройства	2	6	18	26
1.3	Аналоговые ИС	2	6	24	32
1.4	Прецизионные АИС	2	6	24	32
1.5	Генераторы электрических сигналов	2	6	24	32
1.6	Источники питания электронных устройств	2	6	24	32
		12	36	132	180

## **Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Изучение дисциплины «Интегральная схемотехника» предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

В учебном процессе по курсу используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: практические занятия; индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Самостоятельная работа студентов наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки магистров. Последнее обусловлено тем, что самостоятельная работа предназначена для формирования навыков самостоятельной работы как вообще, так и в учебной, научной деятельности, формирование и развитие способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д.

Самостоятельная работа формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Она воспитывает самостоятельность как черту характера. Никакие знания, полученные на уровне пассивного восприятия, не ставшие объектом собственной умственной или практической работы, не могут считаться подлинным достоянием человека.

Давая возможность расширять и обогащать знания, умения по индивидуальным направлениям, самостоятельная работа студента позволяет создать разносторонних специалистов. В процессе самостоятельной работы развивают творческие возможности обучающегося, при этом самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы.

Самостоятельная работа - это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Преподаватель, ведущий занятия, организует, направляет самостоятельную работу студентов и оказывает им необходимую помощь. Однако самостоятельность студентов должна превышать объем работы, контролируемой преподавателем работы, и иметь в своей основе индивидуальную мотивацию обучающегося по получению знаний, необходимых и достаточных для будущей профессиональной деятельности в избранной сфере. Преподаватель при необходимости может оказывать содействие в выработке и коррекции данной мотивации, лежащей в основе построения самостоятельной деятельности студента по изучению дисциплины, получению необходимых знаний и навыков.

Получение образования предполагает обучение решению задач определенной сферы деятельности. Однако, как бы хорошо не обучались учащиеся способам решения задач в аудитории, сформировать средства практической деятельности не удастся, так как каждый случай практики особый и для его решения следует выработать особый профессиональный стиль мышления.

Результат обучения и самостоятельной работы студента предполагает наличие следующих составляющих:

- понимание методологических основ построения изучаемых знаний;
- выделение главных структур учебного курса;
- формирование средств выражения в данной области;
- построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях).

Самостоятельная работа студента при изучении курса «Интегральная схемотехника» включает в себя: подготовку к лабораторным занятиям, оформление расчетных заданий и подготовку их презентаций к защите, подготовку к экзамену.

Практические занятия включают активные и интерактивные формы с разбором конкретных примеров, задач и т.п.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Аверченков О.Е. Основы схемотехники аналого-цифровых устройств. Учебное пособие по курсу «Схемотехника ЭВМ» / О.Е. Аверченков .— Москва : ДМК Пресс, 2012 .— 80 с// Электронно-библиотечная система. — URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
2	Наумкина Л.Г. Цифровая схемотехника / Л.Г. Наумкина .— Москва : Московский государственный горный университет, 2008 .— 309 с. // Электронно-библиотечная система. — URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
3	Аверченков О.Е. Интегральные операционные усилители и их применение. Учебное пособие по курсу «Схемотехника ЭВМ» / О.Е. Аверченков .— Москва : ДМК Пресс, 2012 .— 87 с. // Электронно-библиотечная система. — URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
4	Титце У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце ; Шенк К. — 12-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2008 .— 828 с. // Электронно-библиотечная система. — URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
5	Селф Д. Схемотехника современных усилителей / Д. Селф .— Москва : ДМК Пресс, 2011 .— 529 с. // Электронно-библиотечная система. — URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Легостаев, Н. С. Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника : учебное пособие / Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов. - Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2014. - 238 с. - ISBN 978-5-86889-677-4. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1850089">https://znanium.com/catalog/product/1850089</a> – Режим доступа: по подписке.
7	Шарыгина, Л. И. Лекции по аналоговым электронным устройствам : учебное пособие / Л. И. Шарыгина. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017. - 149 с. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1850083">https://znanium.com/catalog/product/1850083</a> – Режим доступа: по подписке.
8	Кравец, А. В. Учебное пособие по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств» / А. В. Кравец ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 184 с. - ISBN

	978-5-9275-2741-0. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1021769">https://znanium.com/catalog/product/1021769</a> – Режим доступа: по подписке.
9	Черепанов, А. К. Микросхемотехника : учебник / А.К. Черепанов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 292 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — <a href="http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_599ff21797d959.08246105">www.dx.doi.org/10.12737/textbook_599ff21797d959.08246105</a> . - ISBN 978-5-16-012898-6. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/988205">https://znanium.com/catalog/product/988205</a> – Режим доступа: по подписке.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
10	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
11	Научная электронная библиотека <a href="http://elibrary.ru">elibrary.ru</a>

## 16. Учебно-методическое обеспечение для организации самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	Логические и схемотехнические основы цифровых технологий : пособие для самостоятельной работы студентов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: В.И. Ключин, Е.В. Небезин, Ю.К. Николаенков .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006 .— 87 с. : ил .— Библиогр.: с.86 .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06015.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06015.pdf</a> >.
2	Основы цифровой схемотехники : учебное пособие : [студ. старших курсов бакалавриата физ. фак. для направлений: 11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника, 03.03.03 - Радиофизика]. Ч.1. Основы булевой алгебры. Цифровые структуры К-типа / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: В.И. Ключин, Ю.К. Николаенков, Е.Н. Бормонтов .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 52 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 52. Издание на др. носителе: Основы цифровой схемотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие : [студ. старших курсов бакалавриата физ. фак.для направлений: 11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника, 03.03.03 - Радиофизика]. Ч. 1. Основы булевой алгебры. Цифровые структуры К-типа / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: В.И. Ключин, Ю.К. Николаенков, Е.Н. Бормонтов .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016.
3	Ключин, Владимир Иванович. Схемотехника электронных устройств : учебно-методическое пособие / В.И. Ключин, Ю.К. Николаенков, Е.Н. Бормонтов ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019 .— 173 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 172-173 .— ISBN 978-5-9273-2844-4.
4	Схемотехника электронных устройств [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для самостоятельной работы студ. 3-го и 4-го курсов физ. фак. для направлений: 11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника, 03.03.03 - Радиофизика]. Ч. 1. Электровакуумные и полупроводниковые приборы. Электронные усилители / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: В.И. Ключин, Ю.К. Николаенков, Е.Н. Бормонтов .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018 .— Загл. с титула экрана .— Режим доступа: для зарегистрированных читателей ВГУ .— Текстовый файл .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-126.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-126.pdf</a> >.



## **17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины:**

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; лабораторные занятия; индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ".

## **18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа - мультимедийный кабинет кафедры ФППиМЭ: стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.; Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019

Учебная лаборатория микропроцессорных систем: компьютеры Lenovo V520-15IKL - 8 шт., телевизор LED 48” – 1 шт.; Microsoft Windows 10, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019, Открытое ПО Glade IC layout and schematic editor

Аудитория для самостоятельной работы студентов: Сервер на базе 2-х процессоров Xeon E5-2620 v3. – 1 шт., компьютеры HP ProDesk 400 G6 SFF – 9 шт., компьютеры Pentium Dual Core - 2 шт. , подключенные к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019

## **19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет с оценкой

Оценочные средства для промежуточной аттестации - перечень вопросов

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Элементы электронной техники	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Комплект заданий Лабораторные работы
2	Линейные электронные устройства	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Комплект заданий Лабораторные работы
3	Аналоговые ИС	ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Комплект заданий Лабораторные работы
4	Прецизионные АИС	ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Комплект заданий Лабораторные работы
5	Генераторы электрических сигналов	ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Комплект заданий Лабораторные работы
6	Источники питания электронных устройств	ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Комплект заданий Лабораторные работы

### Перечень лабораторных работ

Лабораторное занятие №1. Определение силовых компонентов электрических и магнитных полей, расчёт эффективности катодов.

Лабораторное занятие № 2. Определение и измерение режимных характеристик ЭВ-диодов.

Лабораторное занятие № 3. Определение и измерение основных параметров ЭВТ по семействам его анодных и сеточных ВАХ.

Лабораторное занятие № 4. Определение и измерение параметров многосеточных ЭВ ламп.

Лабораторное занятие №5. Расчёт ускоряющих потенциалов СВЧ ЭВП, определение РТ стабилитронов.

Лабораторное занятие №6. Статические и динамические параметры п/п диодов.

Лабораторное занятие №7. Моделирование и измерение статических и динамических характеристик БТ.

Лабораторное занятие №8. Статические и динамические параметры БТ.

Лабораторное занятие №9. Параметры и применение силовых п/п приборов.

Лабораторное занятие №10. Статические характеристики транзисторных каскадов.

Лабораторное занятие №11. Моделирование частотных и переходных характеристик однокаскадных усилителей в среде EWB.

Лабораторное занятие №12. Измерение параметров ДК для синфазных и дифференциальных сигналов.

Лабораторное занятие №13. Влияние ОС на выходные параметры усилителей.

Лабораторное занятие №14. Исследование и измерение выходных параметров ОУ.

Лабораторное занятие №15. Моделирование частотных и переходных характеристик ОУ в среде САПР Electronics Workbench.

Лабораторное занятие №16. Применение ОУ в линейных устройствах.

Лабораторное занятие №17. Применение ОУ в нелинейных устройствах.

Лабораторное занятие №18. Моделирование аналоговых структур сравнение сигналов в среде EWB.

Лабораторное занятие №19. Моделирование характеристик АПН с помощью САПР Electronics Workbench.

Лабораторное занятие №20. Анализ статические параметров и частотных характеристик перемножителей.

Лабораторное занятие №21. Моделирование характеристик радиочастотных ИС на основе АПН.

Лабораторное занятие №22. Определение параметров НЧ- прототипов по заданным требованиям к форме АЧХ.

Лабораторное занятие №23. Исследование и настройка выходных параметров АРС- звеньев 2 го порядка.

Лабораторное занятие №24. Структуры несимметрических гираторов на одном активном элементе.

Лабораторное занятие №25. Исследование имитационных свойств обобщённых конверторов. Лабораторное занятие №26. Исследование структур ЦАП с переключаемыми конденсаторами.

Лабораторное занятие №27. Конвейерные структуры АЦП с сигма-дельта модулятором.

Лабораторное занятие №28. Исследование колебательных свойств LC- и RC- автогенераторов.

Лабораторное занятие №29. Анализ устойчивости колебаний релаксационного генератора на туннельном диоде.

Лабораторное занятие №30. Стабилизаторы тока заземлённой и незаземлённой нагрузки. Лабораторное занятие №31. Импульсные ИП на биполярных транзисторах.

## 20.1 Промежуточная аттестация

### Перечень вопросов к зачету:

1. Что такое: а) электростатическая эмиссия? б) вторичная эмиссия?
2. Как читается и что выражает уравнение Ричардсона- Дешмена?
3. Для описания чего используется уравнение Чайльда- Ленгмюра?
4. Как выглядят семейства ВАХ ЭВТ: а) анодные? б) анодно- сеточные?
5. Из чего состоят и что означают условные обозначения ЭВТ?
6. Что такое динатронный эффект и как он возникает?
7. Опишите (вкратце) принцип работы ЭВП со скоростным управлением- клистронов, ЛБВ, магнетронов и т.п.
8. Что такое, где и как возникает: а) тлеющий разряд? б) дуговой разряд?
9. Запишите основное уравнение для р-п- перехода (т.е. уравнение Эберса–Мола).
10. Как определить положение РТ выпрямительного диода?

11. Какие специальные типы диодов Вы знаете?
12. Какие основные режимы работы БТ Вы знаете?
13. Нарисуйте эквивалентную схему (Т–образную) БТ.
14. Охарактеризуйте основные типы управляемых источников.
15. Как выглядит и что отражает маркировка БТ?
16. Каково основное отличие ПТИЗов от ПТУПов?
17. Назовите основные типы силовых п/п приборов и приведите ВАХ: а) динисторов; б) тиристоров.
18. Приведите классификацию электронных усилителей.
19. Какие характеристики усилителей вы знаете?
20. Чем вызываются искажения электронных усилителей: нелинейные? частотные? фазовые?
21. Что такое повторитель напряжения и какова его схема?
22. Как выглядит АЧХ типичного усилителя на транзисторе? ОУ?
23. Каковы основные преимущества усилительного ДК ?
24. Каковы характеристики идеального ОУ?
25. Как определить скорость нарастания  $U_{вых}$  ОУ?
26. Приведите схему усилителя на ОУ: инвертирующего; неинвертирующего.
27. Как выглядит на ОУ схема интегратора? Дифференциатора? Логарифматора?
28. Что такое компаратор напряжения и какова его основная схема?
29. Чем отличается обычный компаратор от триггера Шмитта?
30. От чего зависит  $U_{вых}$  аналогового перемножителя напряжения?
31. Опишите принцип построения АПН.
32. Где применяются АПН?
33. Какие типы модуляторов вы знаете?
34. Приведите схему удвоителя частоты на АПН.
35. Какие основные элементы содержат схемы аналоговых детекторов?
36. Каково назначение ОС в усилителях? Положительной? Отрицательной?
37. Какие типы частотных фильтров вы знаете? Чем отличаются их характеристики?
38. Какие основные параметры характеризуют качество фильтрующих АЧХ?
39. Что такое "аппроксимация" заданных требований к форме ЧХ фильтров?
40. Какие аппроксимирующие функции чаще всего используют при построении частотных фильтров?
41. Опишите принципы каскадного способа реализации АРС- фильтров?
42. Что такое " имитационный метод" реализации АРС- фильтров?
43. Каковы функции активных преобразователей сопротивлений?
44. Что такое гиратор, каков принцип его реализации?
45. Как выглядит схема ОК? Каковы его функциональные возможности?
46. Какие способы реализации ЦАП вы знаете?
47. Назовите основные операции, необходимые для реализации АЦП.
48. Приведите способы построения АЦП мгновенных значений.
49. В чём достоинства и недостатки интегрирующих АЦП?
50. Перечислите основные параметры СБИС АЦП, выпускаемых промышленностью.
51. Приведите классификацию генераторов электрических сигналов.
52. Каковы принцип построения и этапы функционирования генераторов?
53. Что такое "баланс фаз" и "баланс амплитуд"?
54. Расскажите о гармонических LC- генераторах.
55. Какие фазосдвигающие цепи используют для построения гармонических RC- генераторов.
56. Как работают генераторы релаксационных колебаний? Кварцевые генераторы?

57. Что относится к источникам питания электронных устройств?
58. Что такое выпрямители и как они устроены?
59. Расскажите о параметрических стабилизаторах напряжения.
60. Приведите схему стабилизатора тока заземлённой нагрузки.
61. Как работает стабилизатор тока незаземлённой нагрузки?
62. Приведите структурную схему и основные параметры импульсных источников питания.

### **Описание технологии проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет с оценкой. В приложение к диплому вносится оценка зачтено/не зачтено.

Оценка уровня освоения дисциплины «Интегральная схемотехника» осуществляется по следующим показателям:

- качество и своевременность выполнения лабораторных работ;
- полнота ответов на вопросы контрольно-измерительного материала;
- полнота ответов на дополнительные вопросы.

Критерии оценки освоения дисциплины «Интегральная схемотехника»:

– оценка «зачтено» выставляется при уровне освоенности компетенций «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно»

– оценка «не зачтено» выставляется при уровне освоенности компетенций «неудовлетворительно»

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.