

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет информатики и информационных технологий

Кафедра инженерной физики

Рабочая программа дисциплины

Электроника и схемотехника

Образовательная программа
по направлению
09.03.02 Информационные системы и технологии

Профиль подготовки
Общий

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Форма обучения:
очная

Статус дисциплины:
входит в обязательную часть ОПОП

**Махачкала
2021**

Рабочая программа дисциплины «Электроника и схемотехника» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии Профиль программы Общий, от «7» ноября 2021г., №1427

Разработчик(и): Шабанов Ш.Ш., – к.т.н., доцент кафедры ИФ

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры Инженерная физика от «29» 06 2021 г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» 06. 2021 г., протокол № 10.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «9» 07 2021 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «**Электроника и схемотехника**» входит в обязательную часть ОПОП бакалавриата по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Дисциплина реализуется на факультете Информатики и информационных технологий кафедрой инженерной физики физического факультета.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением разработки и эксплуатации электронных приборов и функциональных узлов аналоговой техники. Специалист должен в равной степени владеть физическими, технологическими и схемотехническими основами электроники и схемотехники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных - (ОПК-1).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: в форме контрольной работы, тестирования, устного опроса, коллоквиума и пр. и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							СРС, в т. ч. экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					экзамен		
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практич. занятия	КСР			
6	144	82	36	16	16			40+36	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электроника и схемотехника» является формирование комплекса знаний, умений и навыков в области электронных приборов и функциональных узлов аналоговой и цифровой электроники и микроэлектроники, которые являются базой для построения более сложных приборов РЭА и вычислительной техники, средств и систем автоматики.

Задачи изучения дисциплины:

- Изучение физических процессов, происходящих в полупроводниковых материалах и процессов в контактах: полупроводник-полупроводник, полупроводник-диэлектрик, полупроводник-металл, а также физических эффектов;
- изучение принципа работы, свойств и области применения типовых аналоговых электронных схем (усилительных устройств, устройств на основе операционных усилителей, активных фильтров, импульсных электронных устройств, коммутаторов, и т.д.);
- изучение принципа работы, свойств и области применения базовых элементов и типовых схем цифровых устройств (логических элементов, комбинационных и последовательностных логических устройств, запоминающих устройств и т.д.);
- обучение принципам проектирования и расчёта электронных схем;
- формирование необходимых компетенций в сфере профессиональной деятельности.

Изучение дисциплины позволяет овладеть как теоретической базой, так и конкретными практическими навыками моделирования электрических схем электронных устройств защиты информационных процессов.

Знания и практические навыки, полученные из курса «Электроника и схемотехника», используются студентами при разработке курсовых и дипломных работ.

1. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Электроника и схемотехника» входит в обязательную часть ОПОП бакалавриата по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии (уровень: бакалавриата).

Изучение данной дисциплины основано на знании дисциплин высшая математика, физика, информатика, электротехника

Знания по дисциплине «Электроника и схемотехника» необходимо для успешного освоения дисциплин «Математическая логика и теория алгоритмов», «Аппаратные средства вычислительных систем».

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД1.ОПК-1.1.Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	Знает: - Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	Устный опрос, письменный опрос
	ИД2. ОПК-1.2.Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Умеет: Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	
	ИД3.ОПК-1.3.Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Владеет: Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Объем дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа. ЭКЗАМЕН	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные	Практические	Контроль		

	Модуль 1. Физические основы полупроводников.								
1.	Основные свойства полупроводников	6		2				2	Устный опрос
2.	Контактные явления в полупроводниках	6		2	1	1		4	Контрольная работа
	<i>Итого по модулю 1:</i>			4	1	1		6	
	Модуль 2. Полупроводниковые приборы и принципы их работы.								
3.	Полупроводниковые диоды	6		2	1	1		2	Устный опрос
4.	Биполярные транзисторы	6		2	1	1		2	Устный опрос
5.	Полевые транзисторы	6		2	1	1		2	Устный опрос
6.	Тиристоры	6		2	1	1		2	Контрольная работа
	<i>Итого по модулю 2:</i>			8	4	4		8	
	Модуль 3. Полупроводниковые датчики и индикаторные приборы.								
7.	Датчики физических величин.	6		2				2	Устный опрос
8.	Оптоэлектронные приборы	6		2	1	1		2	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 3:</i>			4	1	1		4	
	Модуль 4. Основы аналоговой схемотехники.								
9.	Линейные усилители сигналов на БТ	6		2				2	Устный опрос
10.	Линейные усилители сигналов на ПТ и МОП транзисторах.	6		2	1	1		2	Устный опрос
11.	Операционные усилители	6		1	1	1		2	Устный опрос
12.	Типовые схемы электронных устройств на операционных усилителях.	6		1	1	1		2	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 4:</i>			6	3	3		8	
	Модуль 5 Основы цифровой электроники								
13.	Основные понятия цифровой электроники	6		2	1	1		2	Устный опрос

	ки								
14.	Комбинационные устройства цифровой техники	6		2	1	1		2	Устный опрос
15.	Последовательностные устройства цифровой техники	6		2	1	1		2	Контрольная работа
	<i>Итого по модулю 5:</i>			6	3	3		6	
Модуль 6. Полупроводниковые запоминающие устройства									
16.	Основные параметры ЗУ и их классификация	6		2	1	1		2	Устный опрос
17.	Статические и динамические ОЗУ и ПЗУ	6		2	1	1		2	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 6:</i>			4	2	2		4	
Модуль 7. Микропроцессоры									
18.	Общая структура цифровых устройств управления и обработки информации	6		2	1	1		2	Устный опрос
19.	Классификация и архитектуры микропроцессоров	6		2	1	1		2	Контрольная работа
	<i>Итого по модулю 7</i>			4	2	2		4	
Модуль 8. Подготовка к экзамену									
	<i>Экзамен</i>	6						36	
	ИТОГО			36	16	16		40	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Физические основы полупроводников.

1.1. Основные свойства полупроводников

Классификация материалов по проводимости. Носители заряда в полупроводниках. Зонная модель полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации подвижных носителей зарядов. Вырожденный и невырожденный полупроводники. Уровень Ферми собственного и примесного полупроводников. Зависимость энергии Ферми от температуры и концентрации при-

месей. Концентрация свободных носителей, ее зависимость от температуры и степени легирования. Неравновесные носители: время жизни и его зависимость от концентрации примесей и температуры.

Дрейфовое движение носителей, дрейфовый ток. Подвижность, ее зависимость от температуры и напряженности электрического поля. Проводимость полупроводников, ее зависимость от материала, температуры и концентрации примесей.

Диффузионное движение носителей, диффузионный ток, диффузионная длина. Применение однородных полупроводников (приборы, используемые физические эффекты, характеристики, области применения).

1.2. Контактные явления в полупроводниках

Понятие об электронно-дырочном переходе, типы переходов. Электронно-дырочный переход в равновесном состоянии: распределение зарядов и поля, ширина р-п перехода, контактная разность потенциалов, энергетическая диаграмма, условия равновесия, токи в р-п переходе.

Прямосмещенный р-п переход. Понятие об эмиттере и базе. Инжекция. Обратносмещенный р-п переход. Экстракция. Распределение носителей. Зависимость ширины р-п перехода от напряжения.

Вольт-амперная характеристика р-п перехода и ее зависимость от температуры, степени легирования. Особенности прямой ветви вольт-амперной характеристики реального перехода. Влияние материала и объемного сопротивления базы на ход характеристик и параметры р-п перехода

Обратный ток, его составляющие и их зависимость от материала полупроводника, концентрации примесей и температуры.

Пробой перехода, его виды, механизмы, вольт-амперные характеристики. Барьерная и диффузионная емкости перехода. Специальные виды переходов: гетеропереход, переход металл-полупроводник. Эквивалентные схемы р-п перехода.

Модуль 2. Полупроводниковые приборы и принципы их работы.

2.1. Полупроводниковые диоды

Классификация диодов. Выпрямительные диоды, вольт-амперная характеристика, основные параметры. Особенности выпрямительных диодов на арсениде галлия и с барьером Шоттки.

Работа диода с активной нагрузкой. Нагрузочная прямая и методы ее построения.

Особенности работы диодов в импульсном режиме. Накопление и высвобождение носителей в области базы при переключении. Время установления и время восстановления.

Импульсные диоды. Сокращение времени установления и восстановления, их назначение, конструкция. Диоды с барьером Шоттки. Основные электрические параметры и характеристики.

Стабилитроны, их назначение, вольт-амперная характеристика, параметры, температурная компенсация, особенности конструкции и технологии

Приборы СВЧ диапазона . Диоды для детектирования и преобразования частоты. Диоды с барьером Шоттки, обращенные диоды.

Варикапы, их назначение, основные параметры.

Лавиннопролетные диоды , диоды Ганна, диоды с накоплением заряда.

Эквивалентные схемы различных типов полупроводниковых диодов.

2.2. Биполярные транзисторы.

Структура биполярного транзистора (БТ) и назначение основных областей. Принцип действия. Физические процессы в базе транзистора, взаимодействие переходов. Коэффициент передачи по току в схеме с ОБ. Принцип усиления мощности.

Зависимость коэффициент передачи по току от технологии изготовления и режима работы. Эффект модуляции толщины базы. Семейство входных и выходных характеристик в схеме с ОБ, их зависимость от температуры. Режимы работы: активный, насыщения, отсечки, инверсный.

Коэффициент передачи тока базы в схеме с ОЭ, сквозной ток транзистора. Семейство входных и выходных характеристик в схеме с ОЭ и их зависимость от температуры.

Работа транзистора в схеме усилителя. Входная и выходная динамические характеристики. Выбор рабочего режима. Графический анализ усилителя. Определение динамических параметров усилительного каскада по семейству статических характеристик и нагрузочной прямой.

Физическая эквивалентная схема БТ (Т-образная) и ее преобразование в П-образную для включения с ОБ и ОЭ, полные и упрощенные схемы. Дифференциальные сопротивления эмиттерного и коллекторного переходов, емкости переходов, сопротивление базы, коэффициент передачи по току, крутизна. Зависимость величины элементов эквивалентных схем от режима работы транзистора.

Транзистор как линейный четырехполюсник. Системы Н, У, Z параметров транзисторов.

Эквивалентные схемы усилителя в режиме малого сигнала. Коэффициент усиления по напряжению и сквозной коэффициент усиления. Входное и выходное сопротивление.

Работа транзистора в диапазоне высоких частот. Физические процессы, определяющие частотные зависимости свойств транзисторов. Предельные и граничные частоты усиления транзистора по току в схемах с ОБ и ОЭ. Постоянные времени транзистора - собственная и в цепи обратной связи. Максимальная частота усиления мощности.

Дрейфовые транзисторы: особенности структуры и технологии изготовления, энергетическая диаграмма, механизм переноса носителей через базу.

Работ транзистора в импульсном режиме. Физические процессы накопления и рассасывания носителей заряда в базе. Ненасыщенный, насыщенный, переключательный, режимы работы. Импульсные параметры транзисторов.

Особенности БТ СВЧ диапазона. Достигнутые частоты мощности, шумы.

2.3. Полевые транзисторы.

Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Структура, назначение основных областей. Принцип действия. Статические стоковые и сток-затворные характеристики, их зависимость от температуры.

Полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом. Эффекты поля: режим обогащения, обеднения и инверсии приповерхностного слоя. Стоковые и сток-затворные характеристики. Пороговое напряжение.

Полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом. Особенности технологии, статические характеристики.

Эквивалентные схемы полевых транзисторов.

Работа транзистора в схеме усилителя. Входная и выходная динамические характеристики. Выбор рабочего режима. Графический анализ усилителя. Определение динамических параметров усилительного каскада по семейству статических характеристик и нагрузочной прямой.

2.4. Тиристоры.

Тиристоры. Структура, назначение основных областей. Принцип действия. ВАХ тиристоров и их особенности.

Разновидности тиристоров. Области применения.

Модуль 3. Полупроводниковые датчики и индикаторные приборы.

3.1. Датчики физических величин.

Полупроводниковые датчики Принцип работы. Датчики температуры. Датчики давления. Магнитополупроводниковые приборы.

3.2. Оптоэлектронные приборы.

Фотоэлектрические приборы. Оптоэлектронные приборы. Индикаторные устройства и панели.

Модуль 4. Основы аналоговой схемотехники.

4.1. Линейные усилители сигналов на БТ.

Виды аналоговых интегральных микросхем. Схемотехника усилительных каскадов. Входные и оконечные каскады. Дифференциальные усилители постоянного тока. Схемотехника усилителей с непосредственными связями. Усилители низкой частоты, коэффициент усиления, АЧХ, основные схемы построения. Взаимосогласованность и избыточность аналоговых интегральных структур. Схемы сдвига уровня потенциала. Источники опорного напряжения и тока.

4.2. Линейные усилители сигналов на ПТ и МОП транзисторах.

Схемотехника усилительных каскадов на ПТ и МОП. Входные и оконечные каскады. Дифференциальные усилители постоянного тока на ПТ и МОП. Резонансные усилители. Мощные усилительные каскады. Особенности схемотехники многокаскадных усилителей в интегральном исполнении.

4.3. Операционные усилители.

Обратная связь и её влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств. Положительная и отрицательная обратная связь в усилителях сигналов. Петлевое усиление и глубина обратной связи. Устойчивость усилителей с ОС. Частотнозависимая ОС и АЧХ усилителей с ОС. Статический режим работы усилительных каскадов на транзисторах. Термостабилизация рабочей точки. Схемы подачи напряжения смещения на транзисторы.

Структурные и принципиальные схемы ОУ. Основные характеристики и параметры ОУ. Способы улучшения рабочих характеристик и параметров. Источники погрешности ОУ. Особенности схемотехники прецизионных, микромощных, быстродействующих и высоковольтных ОУ. Способы включения ОУ. Многофункциональность ОУ.

4.4. Типовые схемы электронных устройств на операционных усилителях.

Схемы с однопетлевой обратной связью. Инвертирующее и неинвертирующее включения ОУ. Схемы, назначение элементов, коэффициент передачи, основные характеристики.

Масштабный усилитель. Устройства, осуществляющие суммирование и вычитание аналоговых сигналов. Инструментальные усилители. Влияние конечных коэффициента усиления и полосы пропускания ОУ. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. Смещение нуля выходного сигнала. Влияние входных токов на смещение нуля. Выбор ОУ и элементов схемы. Обеспечение устойчивости масштабных усилителей.

Интегрирующие и дифференцирующие звенья. Амплитудно-частотная и переходная характеристики. Влияние конечных коэффициента передачи и полосы пропускания ОУ. Влияние смещения нуля и входных токов. Выбор ОУ и элементов схемы. Устойчивость интегрирующих и дифференцирующих усилителей.

Применение интегрирующих и дифференцирующих усилителей.

Модуль 5 Основы цифровой электроники

5.1. Основные понятия цифровой электроники.

Основные понятия и законы алгебры логики. Формы и способы представления логических функций. Функционально полная система элементарных функций. Логические элементы, их основные параметры. Интегральные логические элементы ТТЛ, ТТЛШ, ЭСЛ, И2Л, МОП — и КМОП — технологий.

5.2. Комбинационные устройства цифровой техники.

Канонические формы представления логических функций: СДНФ и СКНФ. Преобразование и способы минимизации логических функций метод карт Карно. Анализ и синтез комбинационных схем. Синтез не полностью заданных логических функций и логических устройств с несколькими выходами. Построение логических устройств в различных элементных базисах, особенности цифровой схемотехники.

Основные виды комбинационных схем и их функциональное назначение. Преобразователи кодов. Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры и демультимплексоры. Цифровые компараторы, сумматоры. Арифметико-логические устройства. Реализация логических функций.

5.3. Последовательностные устройства цифровой техники.

Основные виды последовательностных схем: триггеры, регистры, счетчики и генераторы чисел. Структура и способы описания состояния. Проектирование структурной схемы на основе бистабильных ячеек и триггеров. Реализация последовательностных схем с помощью программируемых логических матриц.

Модуль 6. Полупроводниковые запоминающие устройства.

6.1. Основные параметры ЗУ и их классификация.

Назначение ЗУ. Основные параметры и классификация. ЗУ с одномерной адресацией. ЗУ с двумерной адресацией. Увеличение объема памяти ЗУ.

6.2. Статические и динамические ОЗУ и ПЗУ.

Статические ОЗУ на биполярных транзисторах. Статические ОЗУ на полевых транзисторах и МОП, КМОП транзисторах. Динамические и статические виды ПЗУ

Модуль 7. Микропроцессоры

7.1. Общая структура цифровых устройств управления и обработки информации.

Общая структура цифровых устройств управления и обработки информации. Современные принципы их реализации. Микропроцессоры, микроконтроллеры и однокристальные микроЭВМ.

Арифметико-логическое устройство, регистры общего назначения, устройство управления. Программный счетчик и регистр команд. Типовая структура обрабатываемой части микропроцессора.

7.2. Классификация и архитектуры микропроцессоров

Понятие архитектуры микропроцессора. Обобщенная схема и архитектурные особенности основных классов микропроцессоров (однокристальные, микропрограммируемые, многокристальные и многокристальные с разрядно-модульной организацией).

Принципы организации и управления процессом обработки информации. Микропрограммный и аппаратный принципы управления выполнением операций. Микрокомандный и командный уровни управления.

Фон-неймановская и гарвардская архитектуры микропроцессоров.

4.4. Практические и семинарские занятия.

№ п/п	Разделы программы	Часы ПЗ семинар-
-------	-------------------	------------------

		ские
1	<p>Классификация материалов по проводимости. Носители заряда в полупроводниках. Зонная модель полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации подвижных носителей.</p> <p>Дрейфовое движение носителей, дрейфовый ток. Подвижность, ее зависимость от температуры и напряженности электрического поля. Диффузионное движение носителей, диффузионный ток, диффузионная длина.</p>	4
2	<p>Понятие об электронно-дырочном переходе, типы переходов. Электронно-дырочный переход в равновесном состоянии: распределение зарядов и поля, ширина р-п перехода, контактная разность потенциалов, энергетическая диаграмма, условия равновесия, токи в р-п переходе. Прямосмещенный р-п переход. Понятие об эмиттере и базе. Инжекция. Обратносмещенный р-п переход. Экстракция.</p>	2
3	<p>Полупроводниковые диоды. Классификация диодов. Выпрямительные диоды, вольтамперная характеристика, основные параметры. Особенности выпрямительных диодов на арсениде галлия и с барьером Шоттки</p>	2
4	<p>Биполярные транзисторы. Структура биполярного транзистора (БТ) и назначение основных областей. Принцип действия. Физические процессы в базе транзистора, взаимодействие переходов. Коэффициент передачи по току в схеме с ОБ. Принцип усиления мощности.</p>	2
5	<p>Полевые транзисторы. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Структура, назначение основных областей. Принцип действия. Статические стоковые и стокзатворные характеристики, их зависимость от температуры.</p>	2
6	<p>Тиристоры. Принцип работы, ВАХ, назначение. Фото-полупроводниковые приборы: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры, светодиоды и жидкие кристаллы</p>	4
	ИТОГО	16

4.5. Лабораторные работы (лабораторный практикум)

Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Лабораторная работа № 1: Комбинационные схемы	
<p>Знакомство с основами преобразования логических функций. Приобретение навыков конструирования логических устройств. Построение комбинационного устройства с применением карт</p>	<p>Таблица состояний устройства, предложенного преподавателем. Схема комбинационного устройства и режимы его</p>

Карно.	работы.
Лабораторная работа № 2: Исследование характеристик ключа на биполярном транзисторе.	
Изучение работы переключательных устройств. Характеристики ключей на биполярных транзисторах.	Передаточные характеристики ключей на биполярном транзисторе. Параметры устройства переключения.
Лабораторная работа № 3: Одновибраторы на логических микросхемах.	
Изучение работы формирователей сигналов. Одновибраторы. Параметры одновибраторов.	Характеристики одновибраторов.
Лабораторная работа № 4: Исследование характеристик логических элементов ТТЛ.	
Изучение характеристик и логики работы логических элементов ТТЛ. Исследование рабочих характеристик элементов	Рабочие характеристики элементов ТТЛ логики.
Лабораторная работа № 5: Исследование схем усилителей постоянного тока с использованием программы «Multisim»	
Изучение характеристик и работы усилителей постоянного тока с применением программы «Multisim»	Основные параметры усилителя постоянного тока. Построение АЧХ усилителя.
Лабораторная работа № 6: Триггеры и их моделирование в программе «Multisim».	
Знакомство с основными типами триггеров (RS-, RST-, D-, T-, JK – триггеры) и с принципом их работы. Моделирование работы триггеров с помощью программы «Multisim»	Таблица с рабочими параметрами различных триггеров и анализ их работы
Лабораторная работа №7: 4-х входовой мультиплексор и изучение его работы.	
Ознакомление с логикой работы мультиплексора. Изучение параметров мультиплексора.	Таблица состояний мультиплексора в различных режимах работы
Лабораторная работа № 8: Исследование характеристик ОУ.	
Знакомство с основами работы ОУ. Исследование параметров операционного усилителя.	Основные параметры ОУ.
Лабораторная работа № 9: Изучение принципов работы цифроаналоговых преобразователей с помощью «Multisim».	
Ознакомление с особенностями работы интегрального цифроаналогового преобразователя	Получение сигнала на выходе ЦАП согласно заданному входному коду.

5. Образовательные технологии

В курсе «Электроника и схемотехника» предусматривается применение различных видов образовательных технологий. Основной вид выполнения учебной нагрузки – это лекция. На лекции максимально используются современные мультимедийные средства, видеокурсы. Технология интерактивного

обучения при чтении лекции должна быть основной. Лектор излагает не готовые знания, а ставит проблему, побуждает интерес студентов, постепенно приводит их к принятию правильного решения. Студенты как бы сами разрабатывают методы решения задач электротехники. На семинарах следует широко использовать дискуссии, элементы «мозгового штурма».

На практических занятиях решаются задачи и анализируются различные приемы и методы упрощения расчетов, используя при этом компьютерные технологии. На лабораторных занятиях студенты решают задачи исследовательского характера, подтверждающие основные законы и соотношения электротехники. По каждой теме в начале семинара или практического занятия можно провести компьютерное тестирование.

К чтению отдельных лекций по новым направлениям и проведению семинаров можно привлекать экспертов и специалистов.

Студент должен получить электронную версию учебно-методического обеспечения дисциплины (РП, конспекты лекций, планы и задания к семинарам и практическим занятиям и т.д.).

В процессе обучения используются:

Информационные технологии - обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных методов подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

Контекстное обучение - мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При этом знания, умения и навыки даются не как предмет для запоминания, а в качестве средства решения профессиональных задач.

Обучение на основе опыта - активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации из собственного опыта с предметом изучения.

Междисциплинарное обучение - использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Для усвоения дисциплины используются интерактивные базы данных, справочные материалы.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Виды самостоятельной работы студентов, обеспечивающие реализацию цели и решение задач данной рабочей программы:

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям;
- подготовка и сдача экзамена;
- конспектирование первоисточников.

Текущая СРС включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, учебниками и учебными пособиями в том числе с использованием IT-методов;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовку к лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий;
- подготовку к промежуточному контролю и семестровым испытаниям (к экзамену).

№	Наименование тем самостоятельной работы студентов	кол-во часов очная форма
1	Основные свойства полупроводников	2
2	Контактные явления в полупроводниках	4
3	Полупроводниковые диоды	2
4	Биполярные транзисторы	2
5	Полевые транзисторы	2
6	Тиристоры	2
7	Линейные усилители сигналов	4
8	Операционные усилители	4
9	Типовые схемы электронных устройств на операционных усилителях.	2
10	Основные понятия цифровой электроники	6
11	Комбинационные устройства цифровой техники	2
12	Последовательностные устройства цифровой техники	2
13	Общая структура цифровых устройств управления и обработки информации	2
14	Классификация и архитектуры микропроцессоров	4
	ИТОГО	40

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения отдельных модулей дисциплины осуществляется посредством:

- проведения входного контроля знаний и умений;
- проведения контрольных работ (5 мин.), проводимых вначале каждого лабораторного занятия с целью оценки домашней подготовки студента по контрольным вопросам по тематике занятия;
- защиты лабораторных работ в соответствии с графиком выполнения;
- представления для проверки домашних работ;
- проведения контрольных работ при промежуточном (рубежном) контроле;
- оценки знаний и умений на экзамене.

Оценка текущей успеваемости студентов определяется в баллах в соответствии с рейтингом – планом, предусматривающем все виды учебной деятельности.

Итоговый контроль.

Экзамен в конце 5 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной дисциплины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы, так как при записи материал значительно лучше усваивается и запоминается.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, зачета; тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) ООП (тематики докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ООП (в форме зачетов, экзаменов, курсовых работ / проектов и т.п.) и практикам представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки "отлично" заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки "хорошо" заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

7.1. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы для промежуточного контроля по предмету «Электроника и схемотехника»:

1. Примесные и собственные полупроводники
2. Электронно-дырочный переход
3. ВАХ р-п перехода
4. Выпрямительный диод
5. Варикап
6. Стабилитрон
7. Туннельный диод
8. Фотодиод
9. Светодиод
10. Биполярный транзистор
11. Режимы работы биполярного транзистора
12. Характеристики и параметры биполярного транзистора
13. Полевой транзистор
14. Динистор и тиристор
15. Классификация и основные параметры усилителей
16. Характеристики усилителей
17. Обратная связь в усилителях
18. Операционные усилители
19. Двухкаскадные усилители
20. Активные фильтры
21. Вторичные источники питания
22. Выпрямители
23. Сглаживающие фильтры
24. Основы алгебры логики
25. Преобразователи кодов: семисегментный индикатор, матричный и шкальный индикаторы
26. Шифратор и дешифратор
27. Цифровые компараторы
28. Мультиплексор
29. Демультимплексор

30. Сумматоры
31. Триггеры. Основные положения
32. Виды триггеров
33. Принципы построения триггеров
34. Счетчики импульсов. Основные положения
35. Асинхронные счетчики
36. Синхронные счетчики
37. Регистры сдвига

Примерные экзаменационные вопросы по дисциплине «Электроника и схемотехника»

1. Предмет дисциплины «Электроника и схемотехника», её цель и решаемые задачи
2. Примесные полупроводники. Полупроводники п-типа, р-типа
3. Р-п переход. ВАХ р-п перехода.
4. Виды пробоев и емкость перехода.
5. Фотоэффект и эффект электрического поля
6. Выпрямительные диоды, кремниевый стабилитрон, туннельный диод, импульсные диоды, диоды Шоттки, варикапы.
7. Биполярные транзистры.
8. Полевой транзистор с управляемым р-п переходом.
9. Фотополупроводниковые приборы
10. Усилитель напряжения низкой частоты
11. Схемотехника простейших усилительных каскадов на биполярных транзисторах.
12. Аналоговые сигналы и аналоговые функции. Виды аналоговых интегральных микросхем.
13. Составные транзисторы для усилительных каскадов.
14. Схемотехника простейших усилительных каскадов на МОП-транзисторах.
15. Дифференциальные усилители постоянного тока.
16. Мощные усилительные выходные каскады.
17. Обратная связь в усилителях сигналов.
18. Операционные усилители
19. Структурные и принципиальные схемы ОУ.
20. Различные схемы включения ОУ.
21. Основные понятия и законы алгебры логики.
22. Формы и способы представления логических функций.
23. Преобразование и способы минимизации логических функций. СДНФ и СКНФ.
24. Карта Карно.
25. Цифровые схемы комбинационного типа.
26. Цифровые схемы последовательностного типа.

27. Реализация логических функций в схемотехнике. Логические элементы.
28. Элементы памяти. Микросхемы памяти и их устройство.
29. Триггеры. Работа триггеров и их характеристики.
30. Основные виды комбинационных схем и их функциональное назначение.
31. Преобразователи кодов. Шифраторы и дешифраторы.
32. Мультиплексоры и демультимплексоры.
33. Цифровые компараторы, сумматоры.
34. Арифметико-логические устройства на 4 и 8 операций.
35. Основные виды последовательностных схем. Регистры.
36. Основные виды последовательностных схем. Счетчики.
37. Микропроцессоры и микроконтроллеры.
38. Архитектура и устройство микропроцессоров.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 25 баллов,
- выполнение лабораторных заданий –,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 20 баллов.

Критерии оценок на курсовых экзаменах

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум 100 баллами.

Критерии оценок следующие:

- 100 баллов – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- 90 баллов - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает,

отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- 80 баллов - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- 70 баллов - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- 60 баллов – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- 50 баллов – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- 40 баллов – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- 20-30 баллов - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- 10 баллов - студент имеет лишь частичное представление о теме.

- 0 баллов – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-балльную систему:

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

«51 – 65» баллов – удовлетворительно

«66 - 85» баллов – хорошо

«86 - 100» баллов – отлично

«51 и выше» баллов – зачет

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

№ п.п.	Библиографическое описание (авторы/составители, заглавие, вид издания, издательство, год издания, кол-во страниц)	Количество экземпляров и наличие в библиотеке/ в каталоге ЭБС
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
1	Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника: Учебное пособие для вузов / - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 782 с.	20 (в научной библиотеке ДГУ)
2	Суханова, Н.В. Основы электроники и цифровой схемотехники : учебное пособие / - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. - 97 с. : табл., граф., схем., ил. - Библиогр. в кн.	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482032 (дата обращения 17.06.2018).

3	Миленина, С. А. Электроника и схемотехника : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Миленина ; под ред. Н. К. Миленина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 208 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс).	https://biblio-online.ru/viewer/elektronika-i-shemotekhnika-438023 (дата обращения 18.06.2018).
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
4	Палий А.В., Саенко А.В., Замков Е.Т. <u>Схемотехника электронных средств: учебное пособие</u> Издательство Южного федерального университета, 2016: 95с.	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=493263 (дата обращения 07.06.2018)
5	Новиков, Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику : учебное пособие / - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. - 344 с. : табл., схем. - (Основы информационных технологий).	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233202 (дата обращения 17.06.2018).
6	Топильский, В.Б. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей : учебное издание / - Москва : Техносфера, 2014. - 290 с. : ил., схем., табл. - (Мир электроники). - Библиогр. в кн.	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273796 (дата обращения 17.06.2018).

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online» - www.biblioclub.ru
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
4. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
5. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
6. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
7. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.

8. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

10.1. Методические указания студентам

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студенту предоставляется возможность работать во время учебы более самостоятельно, чем учащимся в средней школе. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которыми каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины..

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин, учебный план и расписание занятий вывешивается на 2-м этаже учебного корпуса. Рекомендуется не только ознакомиться с этими документами, но и изучить их.

Ежедневной учебной работе студенту следует уделять 9-10 часов своего времени, т.е. при 6 часах аудиторных занятий самостоятельной работе необходимо отводить 3-4 часа.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Работа на лекции

На лекциях студенты получают самые необходимые данные, во многом дополняющие учебники (иногда даже их заменяющие с последними дости-

жениями науки. Умение сосредоточенно слушать лекции, активно, творчески воспринимать излагаемые сведения является непременным условием их глубокого и прочного усвоения, а также развития умственных способностей.

Слушание и запись лекций - сложные виды вузовской работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Слушая лекции, надо отвлекаться при этом от посторонних мыслей и думать только о том, что излагает преподаватель. Краткие записи лекций, конспектирование их помогает усвоить материал.

Внимание человека неустойчиво. Требуется волевые усилия, чтобы оно было сосредоточенным. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное. Это должно быть сделано самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое "конспектирование" приносит больше вреда, чем пользы. Некоторые студенты просят иногда лектора "читать помедленнее". Но лекция не может превратиться в лекцию-диктовку. Это очень вредная тенденция, ибо в этом случае студент механически записывает большое количество услышанных сведений, не размышляя над ними.

Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: "важно", "особо важно", "хорошо запомнить" и т.п. Целесообразно разработать собственную "маркографию" (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда используйте не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал

лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Подготовка к сессии

Каждый учебный семестр заканчивается аттестационными испытаниями: зачетно - экзаменационной сессией. Подготовка к экзаменационной сессии и сдача зачетов и экзаменов является ответственным периодом в работе студента. Seriously подготовиться к сессии и успешно сдать все экзамены - долг каждого студента. Рекомендуется так организовать свою учебу, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все лабораторные работы, сданы все зачеты, выполнены другие работы, предусмотренные графиком учебного процесса.

Основное в подготовке к сессии - это повторение всего материала, курса или предмета, по которому необходимо сдавать экзамен. Только тот успевает, кто хорошо усвоил учебный материал.

Если студент плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое,

а заново в короткий срок изучать весь материал. А это зачастую оказывается невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка к экзаменам будет трудным, а иногда и непосильным делом, а финиш - отчисление из учебного заведения.

В дни подготовки к экзаменам избегай чрезмерной перегрузки умственной работой, чередуй труд и отдых.

При подготовке к сдаче экзаменов старайся весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.

10.2. Методические рекомендации для преподавателя

Одной из задач преподавателя, ведущего занятия по дисциплине, является выработка у бакалавров осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины для дальнейшей работы их инженерами-исследователями, при организации современного производства высококачественной, конкурентоспособной продукции.

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- объединение нескольких методов в единый преподавательский модуль в целях повышения эффективности процесса обучения;
- активное участие слушателей в учебном процессе;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием наглядных пособий и раздаточных материалов; метод «мозгового штурма», индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями СТП. С целью более эффективного усвоения бакалаврами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных занятий использовать наглядные пособия и раздаточные материалы. Для более глубокого изучения предмета бакалаврам представляется информация о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины.

Для контроля знаний бакалавров по данной дисциплине необходимо проводить рубежный и итоговый контроль.

Рубежный контроль. Бакалаврами по изучаемой дисциплине выполняются реферативные работы, доклады.

Контрольное тестирование. Этот метод включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

Перечень наглядных пособий

1. Слайды:

- 1.1 Элементы электрических схем и их модели.
- 1.2 Двухполюсники. Метод эквивалентного генератора.
- 1.3 Резонансные цепи.
- 1.5 Методы анализа нелинейных цепей.
- 1.6 Характеристики биполярного транзистора.
- 1.7 Усилители на биполярных транзисторах.
- 1.8 Операционные усилители.
- 1.9 Принципы модуляции и детектирования.

2. Программы для ЭВМ:

- 2.1 Интегрированный пакет MATCAD.
- 2.2 Интегрированный пакет Electronics Workbench.

5. Презентации:

1. Линейные цепи постоянного тока
2. Линейные цепи гармонического тока
3. Основы работы в среде MATCAD
4. Основы компьютерного моделирования в среде Electronics Workbench.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

1. мультимедийная аудитория для чтения лекций;
2. компьютерный класс с локальной сетью для проведения практических занятий;
3. класс с лабораторными стендами для проведения лабораторных занятий.