

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

« 2 » марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине
ПК.10 Прикладная электроника

Специальность 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы

Квалификация выпускника – Специалист по компьютерным системам

Год набора – 2024

Курс 2 Семестр 3,4

Экзамен 4 сем

Дифференцированный зачет 3 сем

Общая трудоемкость дисциплины 152.0 (академ. час)

Составитель М.В. Кангина, преподаватель ,

Факультет среднего профессионального образования

ЦМК инженерно-технических и информационных дисциплин

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы, утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 25.05.2022 № 362

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры инженерно-технических и информационных дисциплин

09.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Казакова Т.А. Казакова

СОГЛАСОВАНО

Зам. декана по учебной работе

Кирилюк Н.В. Кирилюк

« 2 » марта 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Казакова Т.А. Казакова

« 2 » марта 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 2 » марта 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 2 » марта 2024 г.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО, входящей в состав укрупненной группы специальностей 09.02.00 Информатика и вычислительная техника, по направлению 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

общефессиональные дисциплины профессионального цикла

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1. Общие компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общих компетенций	Код и наименование общих компетенций	Минимальные требования
ОК-1	ОК-1 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.	Умения: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составить план действия; определить необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). Знания: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте. алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.

3.2. Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа)	Код и наименование	Минимальные требования
--------------------	--------------------	------------------------

профессиональных компетенций	профессиональных компетенции	
техническое обслуживание и ремонт компьютерных систем и комплексов	ПК 3.1. Проводить контроль параметров, диагностику и восстановление работоспособности цифровых устройств компьютерных систем и комплексов.	<p>Умения различать полупроводниковые диоды, биполярные и полевые транзисторы, тиристоры на схемах и в изделиях; определять назначение и свойства основных функциональных узлов аналоговой электроники: усилителей, генераторов в схемах; использовать операционные усилители для построения различных схем; применять логические элементы, для построения логических схем, грамотно выбирать их параметры и схемы включения;</p> <p>Знания принципы функционирования интегрирующих и дифференцирующих RC- цепей; технологию изготовления и принципы функционирования полупроводниковых диодов и транзисторов, тиристора, аналоговых электронных устройств; свойства идеального операционного усилителя; принципы действия генераторов прямоугольных импульсов, мультивибраторов; особенности построения диодно-резистивных, диодно-транзисторных и транзисторно - транзисторных схем реализации булевых функций; цифровые интегральные схемы: режимы работы, параметры и характеристики, особенности применения при разработке цифровых устройств; этапы эволюционного развития интегральных схем: большие интегральные схемы, сверхбольшие интегральные схемы, микропроцессоры в виде одной или нескольких сверхбольших интегральных схем, переход к нанотехнологиям производства интегральных схем, тенденции развития</p>

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.22 зачетных единицы, 152.0 академических часов.

- 1 – № п/п
 2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация
 3 – Семестр
 4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)
 4.1 – Л (Лекции)
 4.2 – Лекции в виде практической подготовки
 4.3 – ПЗ (Практические занятия)
 4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки
 4.5 – ЛР (Лабораторные работы)
 4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки
 4.7 – ИКР (Иная контактная работа)
 4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)
 4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)
 5 – Контроль (в академических часах)
 6 – Самостоятельная работа (в академических часах)
 7 – Формы текущего контроля успеваемости
 4.10 – У (Уроки)
 4.11 – С (Семинарские занятия)

1	2	3	4											5	6	7	
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.10	4.11	4.7	4.8	4.9				
1	Физические основы науки «электроника».	3	8		10		10										опрос, практические работы
2	Технология изготовления и принципы функционирования полупроводниковых диодов и транзисторов, тиристор.	3	14		12		12								6		опрос, практические работы
3	Элементы алгебры логики.	4	8		4												опрос, практические работы
4	Цифровая элементная база	4	12		4												опрос, практические работы
5	Цифровые интегральные схемы: режимы работы, параметры и характеристики, особенности применения	4	6		4												опрос, практические работы

	при разработке цифровых устройств.														
6	Основные показатели и характеристик и аналоговых усилителей. Технология изготовления и принципы функционирования аналоговых электронных устройств	4	8		4									4	опрос, практические работы
7	Импульсные устройства	4	8		2									4	опрос, практические работы
8	Операционные усилители. Свойства идеальных операционных усилителей.	4	2		4										опрос, практические работы
9	Экзамен	4								2		2	2	2	Подготовка к экзамену
	Итого		66.0		44.0		22.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0	16.0	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Физические основы науки «электроника».	1. Краткий очерк по истории электроники. Классификация электронных приборов и устройств, их общий принцип работы. 2. Электрическое и магнитное поля. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. 3. Постоянный и переменный электрический ток и его характеристики. 4. Полупроводники. Электронно-дырочный переход. Механизм электропроводности. Вольт-амперная характеристика р - п перехода.
2	Технология изготовления и принципы функционирования полупроводниковых диодов и транзисторов, тиристоров.	1. Понятие о стабилизации напряжения. Вольт - амперная характеристика и параметры стабилитрона. 2. Устройство, принцип действия диодов, параметры. 3. Виды диодов. Система обозначений диодов. Изображение диодов на схемах. 4. Устройство транзисторов. Эмиттерный и

		<p>коллекторный переходы. Строение базы. Рекомбинация носителей заряда в базе. Токи в транзисторе.</p> <p>5. Способы включения транзисторов с общей базой (ОБ), общим коллектором (ОК), общим эмиттером (ОЭ). Входные и выходные токи. Коэффициенты передачи тока. Входные и выходные характеристики в схемах.</p> <p>6. Классификация транзисторов, маркировка. Составление схем.</p> <p style="text-align: right;">7.</p> <p>Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п переходом. Параметры. Схематическое изображение.</p>
3	Элементы алгебры логики.	<p>1. Основные понятия алгебры логики: логические ноль и единица, кодовое слово, логический элемент, логическая функция, таблица истинности.</p> <p>2. Простейшие логические операции: инверсия, конъюнкция, дизъюнкция.</p> <p>3. Основные законы алгебры логики.</p> <p>4. Элементарные логические функции.</p>
4	Цифровая элементная база	<p>1. Классификация цифровой элементной базы. Интегральные логические элементы.</p> <p>2. Принципы действия мультивибраторов и триггеров.</p> <p>3. Шифратор и дешифратор.</p> <p>4. Счётчик и регистр.</p> <p>5. Аналогово-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи.</p> <p>6. Цифровой фильтр. Мультиплексор. Запоминающие устройства. Принципы действия генераторов прямоугольных импульсов.</p>
5	Цифровые интегральные схемы: режимы работы, параметры и характеристики, особенности применения при разработке цифровых устройств.	<p>1. Классификация и основные параметры интегральных схем. Принцип работы схем комплементарной (взаимодополняющей) МОП логики. Цифровые интегральные схемы: режимы работы, параметры и характеристики, особенности применения при разработке цифровых устройств.</p> <p>2. Особенности построения диодно-резистивных, диодно-транзисторных и транзисторно-транзисторных схем реализации булевых функций.</p> <p>3. Этапы эволюционного развития интегральных схем: большие интегральные схемы, сверхбольшие интегральные схемы, микропроцессоры в виде одной или нескольких сверхбольших интегральных схем, переход к нанотехнологиям производства интегральных схем, тенденции развития.</p>
6	Основные показатели и характеристики аналоговых усилителей. Технология изготовления	<p>1. Виды источников сигнала и нагрузки. Входные и выходные показатели усилителя.</p> <p>2. Чувствительность усилителя. Диапазон рабочих частот.</p>

	и принципы функционирования аналоговых электронных устройств	3. Коэффициент усиления тока, напряжения, мощности. КПД усилителя. 4. Классификация аналоговых усилителей. Технология изготовления и принципы функционирования аналоговых электронных устройств
7	Импульсные устройства	1. Электрические сигналы в импульсных устройствах. 2. Принципы функционирования интегрирующих и дифференцирующих RC-цепей 3. Принципиальная работа импульсных генераторов. Методы формирования прямоугольных импульсов. 4. Ждущие мультивибраторы. Синтез импульсных устройств.
8	Операционные усилители. Свойства идеальных операционных усилителей.	Определение ОУ. Назначение ОУ. Основные параметры ОУ. Свойства идеального операционного усилителя.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Практическая работа №1-3	Расчёт параметров электрических цепей.
Практическая работа №4-5	Построение вольтамперной характеристики $p - p$ перехода.
Практическая работа №6	Исследование полупроводникового диода, составление схем, распознавание полупроводниковые диодов на схемах и в изделиях.
Практическая работа №7	Устройство транзисторов, составление схем, распознавание биполярных и полевых транзисторов на схемах и в изделиях.
Практическая работа №8-9	Расчёт усилительного каскада на биполярном транзисторе
Практическая работа №10	Устройство тиристоров.
Практическая работа №11	Составление и чтение электрических схем, содержащих полупроводниковые приборы.
Практическая работа №12	Составление таблиц истинности для логических операций
Практическая работа №13	Применение логических элементов для построения логических схем, обоснование выбора их параметров и схем включения.
Практическая работа №14	Изучение комбинационных цифровых устройств.
Практическая работа №15	Изучение ЦАП и АЦП.
Практическая работа №16-17	Исследование интегральных логических микросхем.
Практическая работа №18-19	Определение назначений и свойств основных функциональных узлов аналоговой электроники: усилителей в схемах.
Практическая работа №20	Определение назначений и свойств основных функциональных узлов аналоговой

	электроники: генераторов в схемах.
Практическая работа №21-22	Использование операционных усилителя для построения различных схем.

5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Лабораторная работа №1-2	Расчёт параметров электрических цепей.
Лабораторная работа №3-5	Построение вольтамперной характеристики р - п перехода.
Лабораторная работа №6-8	Расчёт усилительного каскада на биполярном транзисторе
Лабораторная работа №9-11	Устройство транзисторов

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Технология изготовления и принципы функционирования полупроводниковых диодов и транзисторов, тиристор.	Устройство полевых транзисторов с изолированным затвором и встроенным каналом. Режимы обогащения и обеднения. Устройство полевых транзисторов с индуцированным каналом.	6
2	Основные показатели и характеристики аналоговых усилителей. Технология изготовления и принципы функционирования аналоговых электронных устройств	Аналоговые нелинейные электронные устройства.	4
3	Импульсные устройства	Аналоговый компаратор. Триггер Шмитта. Симметричный мультивибратор в режиме автоколебаний. Несимметричный мультивибратор времени автоколебаний.	4
4	Экзамен	Подготовка к экзамену	2

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Примерные вопросы к зачету с оценкой 3 семестр

- 1.1 Физические основы явлений в полупроводниках. Свойства и применение полупроводников чистых и примесных.
- 1.2 Свойства электронно-дырочного перехода. ВАХ перехода.
- 1.3 Виды пробоя электронно-дырочного перехода.

- 1.4 Выпрямительные диоды. Конструктивное исполнение, свойства, ВАХ.
- 1.5 Стабилитроны. Конструктивное исполнение, свойства. ВАХ. Стабисторы.
- 1.6 Варикапы. Назначение, свойства, УГО, зависимость $C = f(U)$.
- 1.7 Маркировка полупроводниковых диодов.
- 1.8 Устройство биполярных транзисторов, особенности изготовления, свойства. УГО.
- 1.9 Принцип работы биполярного транзистора.
- 2.1 вид характеристики и поясните, каким образом по ней можно определить параметры диода.
- 2.2 Нарисуйте условное графическое изображение и буквенное обозначение в схеме выпрямительного диода, стабилитрона, варикапа, стабистора. Укажите полярность их рабочего включения.
- 2.3 Расшифруйте обозначение полупроводникового устройства ГД412А.
- 2.4 Расшифруйте обозначение полупроводникового устройства ГД507А.
- 2.5 Расшифруйте обозначение полупроводникового устройства КС196А.
- 3.1 Нарисуйте амплитудно- частотную характеристику усилителя низкой частоты, укажите на ней коэффициент усиления, полосу пропускания и ее диапазон.
- 3.2 Нарисуйте амплитудно- частотную характеристику усилителя постоянного тока, укажите на ней коэффициент усиления, полосу пропускания и ее диапазон.
- 3.3 Нарисуйте амплитудно- частотную характеристику широкополосного усилителя, укажите на ней коэффициент усиления, полосу пропускания и ее диапазон.
- 3.4 Нарисуйте амплитудно- частотную характеристику резонансного усилителя, укажите на ней коэффициент усиления, полосу пропускания и ее диапазон.
- 3.5 Нарисуйте амплитудно- частотную характеристику усилителя низкой частоты, укажите на ней коэффициент усиления, полосу пропускания и ее диапазон.
- 3.6 Нарисуйте амплитудную характеристику усилителя низкой частоты, укажите на ней рабочий участок усиления и характеризующие его параметры.
- 3.7 Нарисуйте фазочастотную характеристику усилителя низкой частоты, укажите на ней полосу пропускания.

Примерные вопросы к экзамену 4 семестр

- 1.1 Включение транзистора с общей базой. Схема смещения переходов. Основные показатели.
- 1.2 Включение транзистора с общим эмиттером. Схема смещения переходов. Основные показатели.
- 1.3 Включение транзистора с общим коллектором. Схема смещения переходов. Основные показатели
- 1.4 Усилительные свойства транзистора.
- 1.5 Статические характеристики биполярных транзисторов
- 1.6 Канальные полевые транзисторы (с р-п переходом). Конструкция, принцип действия, УГО.
- 1.7 Полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом. Принцип действия.
- 1.8 Динисторы. Назначение, структура, принцип работы, УГО, вольтамперная характеристика.
- 1.9 Тиристоры. Назначение, структура, принцип работы, УГО, вольтамперная характеристика (ВАХ). Достоинства по сравнению с динисторами.
- 1.10 Классификация аналоговых усилителей.
- 1.11 Основные параметры аналоговых усилителей.
- 1.12 Основные характеристики аналоговых усилителей.
- 1.13 Операционные усилители. Свойства идеального и реального усилителей. Понятия о синфазном сигнале и дифференциальном напряжении.
- 1.14 Передаточная характеристика операционного усилителя. Напряжение смещения, меры по устранению дрейфа нуля.

- 1.15 Влияние отрицательной обратной связи на основные характеристики усилителей.
- 1.16 Усилители постоянного тока. Виды усилителей, АЧХ, назначение и применение.
- 1.17 Дифференциальные усилители. Принципиальная схема. Основные свойства.
- 1.18 Характеристики и параметры операционного усилителя (на примере Lm 741).
- 1.19 Электронные генераторы типа RC. Баланс фаз и амплитуд.
- 1.20 Электронные генераторы типа LC. Баланс фаз и амплитуд.
- 1.21 Элементы конструкции полупроводниковых микросхем.
- 2.1 Разработайте электрическую схему для снятия ВАХ маломощного стабилитрона. Нарисуйте вид характеристики и поясните, каким образом по ней можно определить основные параметры.
- 2.2 Разработайте электрическую схему для снятия статических характеристик транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. Нарисуйте семейство входных и выходных характеристик и поясните способ определения RBX и RBYX .
- 2.3 Нарисуйте вольтамперную характеристику электронно-дырочного перехода, укажите на ней области электрического и теплового пробоя.
- 2.4 Нарисуйте структурную схему p-n перехода, включенного в прямом смещении. Укажите полярность внешнего источника, направление тока, свойства, название перехода..
- 2.5 Нарисуйте структурную схему p- n перехода, включенного в обратном смещении. Укажите полярность внешнего источника, направление тока, свойства, название перехода.
- 2.6 Нарисуйте вольтамперную характеристику полупроводникового диода. Поясните механизмы возникновения электрического и теплового пробоя. Нарисуйте УГО и вольтамперную характеристику стабилитрона. Укажите на ВАХ рабочую область, перечислите основные параметры
- 3.1 Нарисуйте амплитудную характеристику усилителя низкой частоты, укажите на ней рабочий участок усиления и характеризующие его параметры.
- 3.2 Нарисуйте фазочастотную характеристику усилителя низкой частоты, укажите на ней полосу пропускания.
- 3.3 Начертите структурную схему усилительного устройства. Перечислите основные требования к усилителю.
- 3.4 Назовите преимущества схемы усиления при введении отрицательной обратной связи.
- 3.5 Определите KU усилителя, если через нагрузку 100 Ом проходит ток 0,1 А, а входное напряжение усилителя 0,2 В.
- 3.6 Определите выходную мощность усилителя, если KI =50, RBYX =1кОм Ом, IBX = 0,2 А.
- 3.7 Рассчитайте коэффициент усиления в усилителе по напряжению KU, если известны следующие параметры: UBX = 0,04 В, RBYX =2 Вт, IBYX = 500 мА.
- 3.8 Определите выходную мощность усилителя, если KI =50, RBYX =100 Ом, IBX =0,02мА.
- 3.9 Определите коэффициент усиления по напряжению (KU) усилителя, если через нагрузку 100 Ом проходит ток 0,1 А, а входное напряжение усилителя 0,2 В.

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	Формы и методы контроля и оценки
ОК-1 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.	Проверка теоретического материала, выполнение практических и самостоятельных работ
техническое обслуживание и ремонт компьютерных систем и комплексов Проводить контроль параметров, диагностику и восстановление работоспособности	Проверка теоретического материала, выполнение практических и самостоятельных работ

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

Основная литература

1. Миловзоров, О. В. Основы электроники : учебник для среднего профессионального образования / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 344 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-03249-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536813>

2. Игнатов, А. Н. Электроника : учебное пособие для СПО / А. Н. Игнатов, В. Л. Савиных, Н. Е. Фадеева. — Саратов : Профобразование, 2022. — 161 с. — ISBN 978-5-4488-1507-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125581.html>

Дополнительная литература

1. Червяков, Г. Г. Электронная техника : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 235 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18227-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534567>

2. Электроника: электронные аппараты: учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 195 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10371-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542113>

3. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов ; под редакцией Ю. К. Розанова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 206 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05204-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538662>

4. Миленина, С. А. Электроника и схемотехника : учебник и практикум для среднего профессионального образования / С. А. Миленина ; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 270 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06085-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538843>

5.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	7-Zip	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt .
2	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html на условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html .
3	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Реализация программы дисциплины требует наличия лаборатории электронной

техники.

Оборудование лаборатории:

- посадочные места по количеству обучающихся,
- рабочее место преподавателя.

Технические средства обучения:

- лабораторные стенды;
 - компьютеры с виртуальными лабораторными работами и мультимедиапроектор;
- микрокалькуляторы