

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт–

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТТИ НИЯУ МИФИ)

**КАФЕДРА
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ
_____ Т.И. Улитина
«26» _____ июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ»**

Направление подготовки: 12.03.01 Приборостроение

Профиль подготовки: Информационно-измерительная техника и технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2024

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Цели дисциплины «Цифровое проектирование приборов и систем» – формирование у студентов специальных знаний, умений и навыков по схемотехнике цифровых узлов и устройств, используемых при конструировании электронных средств.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Цифровое проектирование приборов и систем» является формирование у студентов теоретических и практических компонент детального характера в области схемотехники цифровых узлов, используемых при проектировании и оптимизации электронных устройств и систем.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Цифровое проектирование приборов и систем» относится к вариативным дисциплинам учебного плана. Дисциплина непосредственно связана с дисциплинами «Схемотехника измерительных устройств».

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Профессиональные компетенции

Изучение дисциплины «Цифровое проектирование приборов и систем» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

профессиональных (ПК):

– способен определять условия и режимы эксплуатации, конструктивные особенности разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (ПК-1);

– способен разрабатывать технические требования и задания на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей (ПК-2);

– способен проектировать и конструировать блоки, узлы и детали приборов, определять номенклатуру и типы комплектующих изделий (ПК-3);

– способен разрабатывать структурные и функциональные схемы приборных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования (ПК-5.1);

– способен разрабатывать программы и их отдельные блоки, выполнять их отладку и настройку для решения задач приборостроения (ПК-5.3);

– способен обеспечивать эксплуатацию средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты на атомных станциях (ПК-5.6);

– способен организовывать и проводить диагностику технического состояния, проверки работоспособности оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (ПК-5.7).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– основы схемотехники и конструктивные особенности разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (З-ПК-1);

– электронные компоненты оптических и оптико-электронных приборов, комплексов согласно техническим условиям эксплуатации; знать принципы конструирования деталей, соединений, сборочных единиц и функциональных устройств оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей (З-ПК-2);

– принципы проектирования и конструирования блоков, узлов и деталей приборов; знать этапы и порядок разработки приборов (З-ПК-3);

– принципы разработки структурных и функциональных схем, принципиальных схем устройств, распределение функций между аппаратным и программным обеспечением (З-ПК-5.1);

- принципы разработки тестовых программ, использующих набор тестовых векторов, программ для автоматизированного измерительного оборудования (З-ПК-5.3);

- назначение, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и оборудования систем управления, регламенты, должностные инструкции, программы, инструкции выполнения работ по диагностике и проверке работоспособности средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (З-ПК-5.6);

- регламенты и технологии технического обслуживания и ремонта технических средств контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (З-ПК-5.7);

уметь:

- выбирать оптимальные с точки зрения решения поставленной задачи типовые схемотехнические решения для разработки оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; уметь оптимизировать структуру построения и характеристики (показатели) оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (У-ПК-1);

- разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов для изготовления оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей (У-ПК-2);

- анализировать техническое задание и другую информацию, необходимую для выбора конструктивных решений, выбирать оптимальные конструктивные решения и обосновывать свой выбор; уметь использовать при проектировании и конструировании метод унификации блоков, узлов и деталей (У-ПК-3);

- разрабатывать структурную схему аппаратного обеспечения, выбирать элементную базу при проектировании электронных измерительных приборов и систем, выбирать элементную базу при проектировании цифровых измерительных приборов и систем (У-ПК-5.1);

- выполнять комплексирование системы и совместную отладку аппаратного и программного обеспечения, программировать в современных операционных средах, использовать основные алгоритмы и реализовывать их в современных библиотеках программ (У-ПК-5.3);

- анализировать, составлять и корректировать функциональные, структурные и принципиальные электрические схемы измерительной аппаратуры, средств измерений, систем автоматики, выполнять пусконаладочные работы, измерения параметров при регулировках и испытаниях оборудования (У-ПК-5.6);

- выполнять штатные процедуры технического обслуживания и ремонта технических средств контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (У-ПК-5.7);

владеть:

- навыками определения условий и режимов эксплуатации, разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; владеть навыками схемотехнического моделирования и конструирования разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (В-ПК-1);

- навыками разработки технических требований и заданий на проектируемые оптические и оптико-электронные приборы, комплексы и их составные части в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования (В-ПК-2);

- навыками проектирования и конструирования блоков, узлов и деталей приборов с помощью современных методов проектирования и конструирования (В-ПК-3);

- навыками расчета параметров элементов и использования средств компьютерного проектирования для разработки принципиальных схем (В-ПК-5.1);

- навыками настройки современных операционных систем и процессорных архитектур для выполнения программного обеспечения (В-ПК-5.3);

- навыками метрологической поверки и паспортизации средств измерений и систем автоматики, проведения испытаний и настройки вводимого в эксплуатацию оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (В-ПК-5.6);

- навыками организации и контроля проведения профилактических осмотров, текущего и планово-предупредительного ремонта средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты, работ по устранению дефектов (В-ПК-5.7).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-

		исследовательской работы)" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	УГНС 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»:	1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Схемотехника измерительных устройств", "Технология приборостроения", "Конструирование измерительных приборов" для формирования навыков коммуникации в профессиональной сфере проектирования и

Трудоемкость дисциплины в 8 семестре составляет 2 зачетные ед., 72 часа

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Лабор. работы	Практ. занятия	Самост. работа			
8 семестр									
1	Раздел 3	1-4	8	2	6	20	Т3 – 2 ЛР3-3	КР3 –4	25
2	Раздел 4	5-8	6	2	8	20	Т4 – 6 ЛР4-7	КР4 –8	10
Итого			14	4	14	40			50
Зачет с оценкой			-						50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

Раздел 1. Введение и основные понятия

1.1 Введение. Элементы математических основ цифровых устройств.

1.2 Цель, задачи и содержание дисциплины. Основные термины и определения. Источники для самостоятельной работы.

1.3 Представление чисел. Прямой, обратный и дополнительный коды чисел.

1.4 Алгебра логики. События, представление событий бинарными состояниями.

1.5 Понятия о логических константах, переменных. Базовые функции алгебры логики, Постулаты и законы алгебры логики. Методы описания и упрощения логических функций.

1.6 Диаграммы и коды. Представление констант и переменных электрическими цифровыми сигналами.

1.7 Ключевые каскады на биполярных транзисторах. Схемы и принципы действия. Ключевые каскады на биполярных транзисторах с диодами Шоттки.

1.8 Методики расчетов. Преимущества использования их в ключевых каскадах Ключевые каскады на МОП-транзисторах.

1.9 Схемы и принципы действия. Методики расчетов.

Раздел 2. Классификация и основные требования к логическим элементам

2.1 Классификация и основные требования к логическим элементам: совместимость входных и выходных сигналов, нагрузочная способность, свойства квантования сигнала, помехоустойчивость. Характеристики логических элементов; передаточная и переходная характеристики; статические, динамические и интегральные параметры логических элементов.

2.2 Классификация и основные области применения различных БЛЭ. БЛЭ транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ и ТТЛШ); состав базовых элементов, схемотехника, принципы работы, способы повышения быстродействия, разновидности и основные параметры. БЛЭ эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ): состав базовых элементов, схемотехника, принципы работы, способы повышения быстродействия, разновидности и основные характеристики.

2.3 БЛЭ на МОП-транзисторах (п-МОП, р-МОП, КМОП): состав базовых элементов, схемотехника, принципы работы, разновидности и основные характеристики. БЛЭ интегральной инжекционной логики (И2Л): схемотехника, разновидности, основные характеристики, принципы работы и построения структуры.

2.4 Элементы с открытым выходом. Элементы с трехстабильным выходом.

2.5 Шинные формирователи, двунаправленные приемопередатчики. Передача сигналов в цифровых устройствах.

2.6 Средства автоматизации функционально-логического проектирования цифровых узлов и устройств. Языки описания аппаратуры (HDL).

2.7 Функционально полные системы логических элементов. Подходы к построению комбинационных устройств Синтез комбинационных устройств в заданном базисе логических элементов.

2.8 Особенности построения логических устройств на реальной элементной базе (использование элементов с заданным числом входов).

2.9 Функциональное назначение, внешний интерфейс, внутренняя структура, особенности технической реализации, практические рекомендации по применению:

шифраторов, приоритетных двоичных шифраторов, дешифраторов, мультиплексоры-селекторов, демультимплексоры-селекторов, цифровых компараторов, преобразователей кодов, многоразрядных сумматоров, матричных умножителей, схем контроля, HDL-макрофункции типовых комбинационных узлов.

2.10 Элементы теории цифровых автоматов (ЦА)- модели и их реализация. Обобщенные структурные схемы ЦА. Назначение триггеров, их классификация и методы описания. Типы триггеров: одноступенчатые триггеры (асинхронный и синхронный RS-триггер, D-триггер, Т-триггер), двухступенчатые триггеры (RS-триггер, JK-триггер), триггеры с динамическими входами (RS-триггер, JK-триггер) назначение и принципы построения. Триггеры с комбинированными входами.

Раздел 3. Полупроводниковые запоминающие устройства

3.1 Методы синтеза ЦА, переход от таблицы состояния к логической схеме и обратно. Понятие о состояниях цифрового автомата (ЦА), определение объема памяти ЦА.

3.2 Счетчики - назначение, классификация, способы переноса сигнала, основные типы (двоичные, двоично-кодированные, реверсивные). Асинхронный счетчик на JK-триггерах. Синхронный последовательный счетчик на JK-триггерах. Синхронный параллельный счетчик на JK-триггерах.

3.3 Реверсивные счетчики на JK-триггерах. Программируемые счетчики на JK-триггерах. Методика синтеза счетчика с произвольным модулем счета.

3.4 Регистры - назначение, классификация, основные типы (параллельные, последовательные); организация межрегистровых связей. Регистры с параллельной записью (интерфейсные регистры). Регистры с последовательной записью.

3.5 Универсальные регистры и основы их синтеза. Структура арифметико-логического устройства. Реализация арифметических и логических операций.

3.6 Риски сбоя в цифровых устройствах. Синхронизация в цифровых устройствах. Микропрограммное управление. HDL-макрофункции автоматов.

Раздел 4. Генераторы, оперативные запоминающие устройства, постоянные запоминающие устройства

4.1 Назначение и основные характеристики, принципы построения и типы генераторов. Автогенераторы и одновибраторы на элементах ТТЛ логики,

автогенераторы на элементах КМОП логики (условия генерации, расчет длительности и периода импульсов).

4.2 Интегральные таймеры: область применения и структурная схема, принцип действия, основные схемы включения (автоколебательный и заторможенный генераторы).

4.3 Основные определения и классификация. Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ); структура при одномерной и двумерной организации, способы наращивания объема памяти на заданной элементной базе.

4.4 Типы элементарных запоминающих элементов на биполярных и полевых транзисторах (запоминающие элементы статических ЗУ на биполярных транзисторах с диодами Шоттки, на ЭСЛ-элементах, на структурах И2Л, на МОП и КМОП транзисторах, элементы ЗУ динамического типа).

4.5 Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ): классификация, принципы построения, основные характеристики и области применения. Масочные, прожигаемые и репрограммируемые ПЗУ: схемотехника базовых запоминающих ячеек, принципы работы и изготовления, методы программирования и репрограммирования. HDL-мегафункции запоминающих устройств.

4.6 Назначение, основные свойства и классификация. Основные параметры и характеристики. ЦАП с суммированием токов. ЦАП с цепочками R-2R. АЦП параллельного кодирования. АЦП поразрядного взвешивания. АЦП последовательного счета. АЦП с двойным интегрированием. Области использования ЦАП и АЦП различных типов.

4.2. Тематический план лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Изучение принципов построения и схемотехники элементов ТТЛ.

Лабораторная работа №2. Изучение основных и базовых логических элементов.

Лабораторная работа №3. Исследование параметров и характеристик усилителя без обратной связи.

Лабораторная работа №4. Исследование параметров и характеристик усилителя с обратной связью.

4.2.1 Тематический план практических работ

1. Элементы математических основ цифровых устройств.
2. Методика расчета ключевых каскадов на биполярных и МОП-транзисторах.
3. Основные схемы включения и сравнительный анализ параметров логических элементов типа ТЛШ, ЭСЛ, И² Л, МОП, КМОП.
4. Основные схемы и алгоритмы работы комбинационных схем на основе логических элементов.
5. Элементы теории цифровых автоматов.
6. Основные схемы, алгоритмы работы и сравнительный анализ параметров триггеров на основе различных логических элементах.
7. Основные схемы включения, алгоритмы работы и сравнительный анализ параметров последовательностных схем на основе логических элементов типа.
8. Основные схемы и алгоритмы функционирования генераторных устройств.
9. Основные схемы и алгоритмы функционирования таймеров.
10. Основные схемы и алгоритмы работы полупроводниковых запоминающих устройства.
11. Основные схемы и алгоритмы работы аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей.

4.3 Самостоятельная работа студентов

1. Изучение лекционного материала по теме: «Программируемые логические интегральные схемы».
2. Изучение лекционного материала по теме: «Введение в основы микропроцессорной техники».
3. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Изучение правил техники безопасности. Изучение структурной схемы лабораторных стендов и правил работы с ними. Изучение технических описаний и инструкций по эксплуатации радиоизмерительных приборов».
4. Изучение лекционного материала по теме: «Принципы функциональной организации микропроцессора».
5. Подготовка к лабораторной работе по теме: Экспериментальное тестирование параметров ключевых каскадов».

6. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Экспериментальное тестирование параметров и характеристик базовых логических элементов».
7. Изучение лекционного материала по теме: «Архитектурные особенности организации микропроцессорной системы».
8. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Программируемые логические интегральные схемы. Изучение языка и проектирование устройств».
9. Изучение лекционного материала по теме: «Микроконтроллеры: классификация, функциональная организация».

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 12.03.01 – «Приборостроение», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях с применением мультимедийного проектора в виде мультимедиа-лекций. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся в компьютерных лабораториях, с разделением группы на подгруппы из 10 человек (для соблюдения принципа каждому студенту свое рабочее место). За 2 дня до проведения лабораторных работ студентам выдается их описание для изучения, для отсутствующих студентов задания выкладываются на файловый сервер в методический раздел (Metodica). Перед началом работ проводится тестирование студентов для проверки их готовности к выполнению лабораторных работ.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного тестирования.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- 6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.
- 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Огородников, И. Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3 : учебное пособие для вузов / И. Н. Огородников. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 116 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08420-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/538954>

2. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебник для вузов / А. М. Сажнев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 148 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18602-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562949>

7.2 Дополнительная литература

1. Миленина, С. А. Электроника и схемотехника : учебник и практикум для вузов / С. А. Миленина ; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 277 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19817-1. — URL : <https://urait.ru/bcode/562789>

2. Щепетов, А. Г. Основы проектирования приборов и систем : учебник и практикум для вузов / А. Г. Щепетов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 458 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01039-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/560660>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ:

<http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>