

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
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

УТВЕРЖДАЮ


Зам. директора
Т.В.Труфанова
« 25 » июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«МИКРОПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ,
ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ»**

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Проектирование и технология радиоэлектронных систем и
комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Трехгорный
2025

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Формирование знаний о конструкции, архитектуре, элементной базе и принципах построения промышленных цифровых устройств: от электронных датчиков, до программируемых логических контроллеров; познакомить с устройством основных узлов промышленных контроллеров: цифровыми входами\выходами, аналоговыми входами\выходами, коммуникационными интерфейсами, схемой питания и т. п.; роль микроконтроллеров и микропроцессоров в системах управления, аппаратные и программные аспекты при работе с микроконтроллерами, решение типовых прикладных задач.

1.2 Задачи дисциплины

Познакомить обучающихся с внутренним устройством промышленных систем управления и микропроцессорами, как основным ядром таких систем. Научить понимать и читать принципиальные электрические схемы электронных устройств. Научить пользоваться пакетом технической документации по микроконтроллерам при разработке различных приложений. Научить разрабатывать исполнительные программы для микроконтроллеров, конфигурировать их периферийные функции (порты ввода\вывода, таймеры, АЦП и т. п.) в соответствии с аппаратными особенностями приложения. Научить отлаживать программно-аппаратные части приложения с микроконтроллером.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Микропроцессоры и микроконтроллеры, программирование микроконтроллеров» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений (элективная дисциплина), читается в 7 и 8 семестрах. Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, формируемые в

дисциплинах «Языки программирования», «Распределенные автоматизированные информационные системы». Знания, умения и навыки, полученные по программе дисциплины, закрепляются, расширяются и углубляются при изучении дисциплин «Схемотехника ядерного приборостроения», «Интеллектуальные конструкторско-технологические системы».

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

3.1 Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Изучение дисциплины «Микропроцессоры и микроконтроллеры, программирование микроконтроллеров» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

– способен разрабатывать программы и их отдельные блоки, выполнять их отладку и настройку для решения задач в области радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения (ПК-1.5).

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

– языки программирования, принципы разработки тестовых программ, использующих набор тестовых векторов, программ для автоматизированного измерительного оборудования (З-ПК-1.5);

уметь:

– выполнять совместную отладку аппаратного и программного обеспечения, программировать в современных операционных средах, использовать основные алгоритмы и реализовывать их в современных библиотеках программ (У-ПК-1.5);

владеть:

– навыками настройки современных операционных систем и процессорных архитектур для выполнения программного обеспечения (В-ПК-1.5).

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 (В17)	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	Использование воспитательного потенциала дисциплин

	профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	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 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»: - формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (B27);	1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Основы конструирования электронных средств", "Схемо- и системотехника электронных средств", "Технология производства электронных средств", "Конструирование механизмов и несущих конструкций радиоэлектронных средств", "Конструирование деталей и узлов

8 семестр									
1	Раздел 1	1-4	4	-	4	2	T1-3	T2-4	10
2	Раздел 2	5-9	6	-	4	2	T3-7	KP1-9	15
3	Раздел 3	10-13	4	-	4	2	T4-11	T5-13	10
4	Раздел 4	14-18	4	-	6	3	T6-16	KP2-18	15
Итого			18	-	18	9			50
Экзамен									50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

7 семестр

Раздел 1. Введение в микропроцессорную технику.

Введение в микропроцессорную технику. Устройство микроконтроллеров. Ознакомление с микроконтроллерами. Примеры использования микроконтроллеров в бытовых и промышленных цифровых устройствах. Решаемые задачи и приложения. Классификация микроконтроллеров. Известные производители современных микропроцессорных устройств.

Раздел 2. Функции микроконтроллеров.

Архитектура микроконтроллера. Устройство процессора микроконтроллера. Шина данных. Структура (карта) памяти. Адресация. Периферийные функции. Набор инструкций. Тактирование процессора и периферийных функций микроконтроллера. Функция сброса (RESET) микроконтроллера. Регистры конфигураций. Основные режимы работы микроконтроллера. Технические характеристики микроконтроллеров (рабочее напряжение, потребляемый ток, температурный диапазон, производительность в MIPS, объём памяти, набор периферийных функций и т. п.). Выбор микроконтроллера в соответствии с требованиями приложения. Основной

набор технической документации для работы с микроконтроллерами. Программные и аппаратные средства для работы с микроконтроллерами. Назначение программатора. Среда программирования, используемые языки программирования, компиляторы языков высокого уровня, библиотеки.

Раздел 3. Порты микроконтроллеров.

Порты вводы\вывода микроконтроллеров. Цифровые входы\выходы ПЛК. Порты ввода\вывода микроконтроллеров. Применение портов. Структурная схема. Дополнительные функции портов ввода\вывода. Мультиплексированные функции и их развязка с портами ввода\вывода. Группировка выводов микроконтроллеров в порты. Принцип и логика обозначения выводов и портов. Основные регистры для работы с портами ввода\вывода. Порядок конфигурации. Регистровые и битовые операции для работе с портами ввода\вывода. Запись данных в порт ввода\вывода. Чтение данных из порта ввода\вывода. Форматы представления данных: бинарный, десятичный, шестнадцатеричный. Физические параметры сигналов и ограничения при работе с портами ввода\вывода (номинальный ток, напряжение, время нарастания, спада, период). Цифровые (бинарные) входы\выходы промышленных логических контроллеров (ПЛК).

Схемотехническая реализация цифровых входов\выходов ПЛК на базе портов ввода\вывода микроконтроллера. Способы согласования уровней сигналов внешних электрических цепей (нагрузки) и внутренних (микроконтроллера). Гальванически развязанные входы\выходы. Релейные и транзисторные выходы, специфика применения. Стандартные уровни сигналов (5, 12, 24, 48 В DC, 220 В AC) во внешних электрических цепях при работе с цифровыми входами\выходами ПЛК.

Раздел 4. Таймеры микроконтроллеров.

Аппаратные и программные таймеры. Применение таймеров. Классификация таймеров микроконтроллера dsPIC30F (тип А, В и С). Структурные схемы

таймеров. Принцип работы таймера. Схема тактирования и синхронизации таймера. Тактирования от внутренней шины и внешнего источника тактирования. Основные регистры. Режимы работы: таймер, синхронный счетчик, асинхронный счетчик, стробирование по управляющему входу, часы реального времени. Дополнительные функции таймеров: работа в составе АЦП, объединение двух таймеров (режим 32-разрядного таймера). Флаг прерывания. Порядок конфигурации. Пример программы работы с таймером. Применение таймеров ПЛК. Типовые настройки таймеров.

8 семестр

Раздел 1. Событийно-ориентированное программирование.

Философия прерываний микропроцессоров. Событийно-ориентированное программирование. Прерывания. Философия аппаратных прерываний микропроцессорных устройств. Основной и альтернативный вектор прерывания микроконтроллера. Прерывания периферийных функций. Функция внешнего прерывания CN (Change Notification). Функция внешнего прерывания INT. Конфигурационные регистры прерываний. Приоритеты, разрешение, флаги прерываний. Структура программы на языке C при использовании аппаратных прерываний микроконтроллера. Процедуры обработки прерываний. Прерывания, как основополагающий механизм при реализации событийно-ориентированного программирования. Согласование обработки нескольких единовременных прерываний. Пример программы работы с прерываниями.

Раздел 2. Роль прерываний в ПЛК. Модуль UART.

Операционная система ПЛК и прерывания. Последовательный интерфейс. Универсальный асинхронный приемо-передатчик. Последовательный интерфейс передачи данных. Отличие последовательного и параллельного способов передачи данных. Существующие стандарты и реализации последовательных интерфейсов (RS232, RS485, CAN и т. п.), особенность

применения. Внутрисхемные последовательные интерфейсы (SPI, I2C), особенность применения. Модуль UART (Универсальный Асинхронный Приемо-Передатчик). Его назначение. Структурная схема модуля. Приемник модуля UART. Передатчик модуля UART. Генератор скорости обмена. Основные регистры. Режимы работы. Настройка модуля UART: скорость обмена данными, количество бит данных, стоповые и стартовые биты, биты проверки четности\нечетности, управление потоком. Расчет параметров тактирования модуля UART. Прерывания приемника. Прерывания передатчика. Реализация RS232 интерфейса на основе UART модуля. Пример программы с модулем UART.

Раздел 3. Интерфейсы передачи данных.

Использование и настройка программы HyperTerminal для отладки последовательного канала передачи данных между ПК и микроконтроллером. Интерфейсы передачи данных в промышленной автоматизации. Топологии подключения: точка-точка, шина, звезда, кольцо, свободная топология. Полнодуплексная и полудуплексная схема передачи цифровых сигналов. Аппаратные и программные механизмы контроля целостности передаваемых данных. Дифференциальная схема передачи сигналов. Протокол обмена данными между устройствами. Отличие протокола и интерфейса. Современные промышленные протоколы. Аналоговые сигналы. АЦП и ЦАП микроконтроллера. Применение аналоговых сигналов в промышленности. Аналоговые выходы\входы ПЛК. Стандартные типы аналоговых сигналов (0..5В, 0..10В, -10..+10В, 0..20мА и др.), специфика их применения и ограничения. АЦП и ЦАП. Применение АЦП и ЦАП. Современные методы и принципы преобразования аналоговых сигналов в цифровой вид и наоборот.

Раздел 4. АЦП и ЦАП.

Устройство АЦП. Устройство ЦАП. Классификация АЦП и ЦАП, особенность применения каждого из типов, характеристические параметры. АЦП микроконтроллера. Основные регистры. Режимы работы АЦП. Порядок конфигурации АЦП. Расчет времени выборки и преобразования сигнала. Выбор формата представления данных. Усреднение значений АЦП. Работа с несколькими аналоговыми каналами. Пример программы работы с АЦП микроконтроллера. Комплексная разработка цифровых устройств на базе микроконтроллеров. Этапы разработки электронных устройств. Техническое задание. Современные САПР. Производство печатных плат. Монтаж электронных компонентов. Тестирование образцов. Разработка ПО и микропрограмм, работа в проектной группе. Процесс разработки комплексных прикладных программ микроконтроллера. Правила «хорошего тона». Работа с библиотеками. Создание собственных библиотек, структурирование проектов, ведение учета версий программ. Операционные системы (ОС) для сложных микропроцессорных систем. Типовые механизмы, используемые для построения ОС.

4.2 Тематический план практических работ

7 семестр

1. Знакомство с архитектурой микроконтроллеров: основные блоки, шины данных, адреса и управления. Сравнительный анализ CISC и RISC архитектур.
2. Работа с интегрированными средами разработки (IDE): Code Composer Studio, IAR Embedded Workbench, MPLAB X. Создание первого проекта, компиляция и отладка кода.
3. Основы программирования микроконтроллеров на языке C. Структура программы, работа с портами ввода-вывода. Мигание светодиодом как базовый пример управления периферией.

4. Программирование таймеров и счётчиков. Генерация импульсов заданной длительности, измерение временных интервалов.
5. Работа с аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Оцифровка аналоговых сигналов, калибровка и фильтрация данных. Практический пример: измерение напряжения и температуры.
6. Программирование цифровых интерфейсов: UART/USART. Настройка параметров связи, приём и передача данных. Реализация протокола обмена с ПК.
7. Работа с последовательными интерфейсами I²C и SPI. Подключение внешних датчиков и периферийных устройств (например, EEPROM, акселерометров).
8. Прерывания в микроконтроллерах. Настройка векторов прерываний, обработка внешних и внутренних событий. Оптимизация времени реакции системы.
9. Работа с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Управление яркостью светодиода и скоростью вращения двигателя постоянного тока.
10. Основы работы с жидкокристаллическими индикаторами (ЖКИ). Подключение ЖКИ по 4- и 8-битной шине, вывод текстовой информации.
11. Разработка системы сбора данных на базе микроконтроллера. Интеграция датчиков (температура, влажность, давление), накопление и передача данных по UART.
12. Работа с энергонезависимой памятью (EEPROM, Flash). Сохранение и чтение пользовательских настроек, калибровочных коэффициентов.
13. Основы работы с операционными системами реального времени (OSPB). Создание задач, управление приоритетами, синхронизация через семафоры и мьютексы.
14. Разработка системы управления шаговым двигателем. Формирование управляющих сигналов, реализация режимов пуска, остановки и позиционирования.

15. Работа с матричной клавиатурой. Обработка нажатий, подавлениедребезга контактов, реализация меню управления.
16. Проектирование распределённой системы управления на базе нескольких микроконтроллеров.
17. Организация обмена данными через RS-485, синхронизация работы узлов.
18. Отладка и оптимизация кода. Использование аппаратных точек останова, профилирование производительности, снижение энергопотребления.

8 семестр

1. Конфигурирование выводов микроконтроллера как входов и выходов.
2. Генерация импульсов заданной частоты и скважности. Измерение временных интервалов с помощью таймера. Практическое применение: регулировка яркости светодиода через ШИМ.
3. Считывание данных с аналоговых датчиков (потенциометр, фоторезистор, терморезистор);
4. Фильтрация и обработка аналоговых сигналов в программе. Вывод результатов измерений на последовательный порт.
5. Настройка UART для обмена данными с ПК (скорость, биты данных, чётность). Передача и приём данных через терминал.
6. Подключение внешних устройств по SPI (например, SD-карты, АЦП). Работа с датчиками по интерфейсу I²C (например, акселерометр, гироскоп).
7. Настройка векторов прерываний и обработчиков. Подсчёт импульсов от энкодера, реакция на нажатие кнопки без опроса состояния. Оптимизация времени реакции системы с помощью прерываний.
8. Сохранение калибровочных коэффициентов и пользовательских настроек. Использование Flash-памяти для хранения больших объёмов данных. Обработка ошибок записи и защита от перезаписи критических областей памяти.

9. Управление исполнительными устройствами. Управление двигателями постоянного тока через драйвер (H-мост). Программирование шагового двигателя (режимы полного шага, полушага, микрошага). Работа с сервоприводами (формирование управляющих импульсов). Подключение реле и силовых ключей для управления мощной нагрузкой.

4.3 Самостоятельная работа студентов

В процессе изучения дисциплины студенты должны самостоятельно овладеть дополнительными материалами по следующим темам:

1. Микропроцессорное семейство МК51.
2. Таймер-счетчики.
3. Составление программ для микропроцессора МК51.
4. Примеры использования микропроцессора МК51.
5. Микропроцессорное семейство МП 8080.
6. Архитектура микроконтроллеров AVRМ.
7. Средства разработки ПО для микроконтроллеров и микропроцессоров.
8. Архитектура блока памяти EEPROM и работа с ним.
9. Жидкокристаллические индикаторы.
10. Прерывания как событийная модель программирования.
11. Использование watch-dog-таймера для контроля работы программы.
12. Последовательные интерфейсы.

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учитывая требования ОС ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», реализация компетентного 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 специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются.

Практические занятия проводятся также с применением мультимедийного проектора с разбором типовых решений.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного или бумажного тестирования, а также выполнением контрольных работ.

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. Макуха, В. К. Микропроцессорные системы и персональные компьютеры : учебник для вузов / В. К. Макуха, В. А. Микерин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 156 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09117-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/585296>
2. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебник для вузов / А. М. Сажнев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство

Юрайт, 2025. — 148 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18602-4.
— URL : <https://urait.ru/bcode/585346>

7.2 Дополнительная литература

1. Технические средства автоматизации и управления : учебник для вузов / под общей редакцией О. С. Колосова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 331 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19350-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/583451>
2. 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. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538954>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Кабинет электрических машин и аппаратов для проведения лекций и практических занятий:

Доступ к сети Интернет;

Комплект мультимедийного оборудования:

Проектор Epson;

Экран настенный;

Ноутбук Lenovo IdeaPad 570 15.6"

с возможностью подключения к сети «Интернет» (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства);

Комплект учебного оборудования «Основы электрических машин и электропривода» - 3 шт.;

Комплект учебного оборудования «Электрические аппараты» - 3 шт.;

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Столы ученические – 12 шт.;

Стулья ученические – 24 шт.

Стулья ученические – 24 шт.

Помещение для самостоятельной работы.

Библиотека ТТИ НИЯУ МИФИ, читальный зал с выходом в сеть Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде

Персональный компьютер (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства) – 10 шт.;

Проектор;

Экран;

Принтер;

Выставочные шкафы- 4 шт.,

Столы ученические - 12 шт.,

Стулья ученические - 24 шт.