

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)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ
_____ Т.И. Улитина
«31» августа 2021 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
2021

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» Б1.В.ДВ.8.1 относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

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

3.1 Общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции

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

- способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-5);
- 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:

- основные методы проектирования, исследования и эксплуатации радиотехнических систем;

– языки программирования, принципы разработки тестовых программ, использующих набор тестовых векторов, программ для автоматизированного измерительного оборудования.

уметь:

– применять информационные технологии и информационно-вычислительные системы для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники;

– выполнять совместную отладку аппаратного и программного обеспечения, программировать в современных операционных средах, использовать основные алгоритмы и реализовывать их в современных библиотеках программ.

владеть:

– навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии с действующей нормативной базой;

– навыками настройки современных операционных систем и процессорных архитектур для выполнения программного обеспечения.

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 |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>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.</p> |
| | <p>- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)</p> | <p>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.</p> |
| | <p>- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p> | <p>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.</p> <p>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.</p> |

| | | |
|--|---|---|
| | <p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20);</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21);</p> <p>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p> | <p>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.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. |
| | <p>- формирование культуры информационной безопасности (B23)</p> | <p>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.</p> |
| | <p>УГНС 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»:</p> <p>- формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (B27);</p> | <p>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</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | - формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (B28) | радиоэлектронных средств» для формирования профессиональной коммуникации, а также привития навыков командной работы за счет использования методов коллективных форм познавательной деятельности, командного выполнения учебных заданий по разработке электронных средств, курсовых работ/проектов и защиты их результатов; 2. Использование воспитательного потенциала учебной практики и профильной дисциплины "Технология поверхностного монтажа" для формирования культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории через выполнение студентами практических заданий. |
|--|--|---|

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 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 | Лаб. работы | Прак. работы | Самост. работа | | | | |
| 8 семестр | | | | | | | | | | |
| 1 | Раздел 1 | 1-4 | 4 | 8 | 8 | 8 | ЛР1 | T1 | 10 | |
| 2 | Раздел 2 | 5-8 | 4 | 8 | 8 | 7 | ЛР2 | KP1 | 15 | |
| 3 | Раздел 3 | 9-12 | 4 | 8 | 8 | 6 | ЛР3 | T2 | 10 | |
| 4 | Раздел 4 | 13-18 | 6 | 12 | 12 | 6 | ЛР4 | KP | 15 | |
| Итого | | | 18 | 36 | 36 | 27 | | | 50 | |
| Экзамен | | | 27 | | | | | | 50 | |
| Итого за семестр | | | | | | | | | 100 | |

4.1 Содержание лекций

Раздел 1. Введение в микропроцессорную технику

- 1.1 Введение в микропроцессорную технику.
- 1.2 Устройство микроконтроллеров.
- 1.3 Ознакомление с микроконтроллерами.
- 1.4 Примеры использования микроконтроллеров в бытовых и промышленных цифровых устройствах.
- 1.5 Решаемые задачи и приложения.
- 1.6 Классификация микроконтроллеров. Известные производители современных микропроцессорных устройств.

Раздел 2. Функции микроконтроллеров

- 2.1 Архитектура микроконтроллера .
- 2.2 Устройство процессора микроконтроллера.
- 2.3 Шина данных. Структура (карта) памяти.
- 2.4 Адресация. Периферийные функции.
- 2.5 Набор инструкций. Тактирование процессора и периферийных функций микроконтроллера.
- 2.6 Функция сброса (RESET) микроконтроллера.
- 2.7 Регистры конфигураций.
- 2.8 Основные режимы работы микроконтроллера.
- 2.9 Технические характеристики микроконтроллеров (рабочее напряжение, потребляемый ток, температурный диапазон, производительность в MIPS, объём памяти, набор периферийных функций и т. п.).
- 2.10 Выбор микроконтроллера в соответствии с требованиями приложения.
- 2.11 Основной набор технической документации для работы с микроконтроллерами.

- 2.12 Программные и аппаратные средства для работы с микроконтроллерами.
- 2.13 Назначение программатора.
- 2.14 Среда программирования, используемые языки программирования, компиляторы языков высокого уровня, библиотеки.

Раздел 3. Порты и таймеры микроконтроллеров

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

- 3.17 Схемотехническая реализация цифровых входов\выходов ПЛК на базе портов в\в микроконтроллера.
- 3.18 Способы согласования уровней сигналов внешних электрических цепей (нагрузки) и внутренних (микроконтроллера).
- 3.19 Гальванически развязанные входы\выходы.
- 3.20 Релейные и транзисторные выходы, специфика применения.
- 3.21 Стандартные уровни сигналов (5, 12, 24, 48 В DC, 220 В AC) во внешних электрических цепях при работе с цифровыми входами\выходами ПЛК.
- 3.22 Аппаратные и программные таймеры. Таймеры. Аппаратные и программные таймеры.
- 3.23 Применение таймеров.
- 3.24 Классификация таймеров микроконтроллера dsPIC30F (тип А, В и С).
- 3.25 Структурные схемы таймеров.
- 3.26 Принцип работы таймера.
- 3.27 Схема тактирования и синхронизации таймера.
- 3.28 Тактирования от внутренней шины и внешнего источника тактирования.
- 3.29 Основные регистры. Режимы работы: таймер, синхронный счетчик, асинхронный счетчик, стробирование по управляющему входу, часы реального времени.
- 3.30 Дополнительные функции таймеров: работа в составе АЦП, объединение двух таймеров (режим 32-разрядного таймера).
- 3.31 Флаг прерывания.
- 3.32 Порядок конфигурации.
- 3.33 Пример программы работы с таймером.
- 3.34 Применение таймеров ПЛК.
- 3.35 Типовые настройки таймеров.

Раздел 4. Прерывания

- 4.1 Философия прерываний микропроцессоров.
- 4.2 Событийно-ориентированное программирование.
- 4.3 Прерывания.
- 4.4 Философия аппаратных прерываний микропроцессорных устройств.
- 4.5 Основной и альтернативный вектор прерывания микроконтроллера. 4.6 Прерывания периферийных функций.
- 4.7 Функция внешнего прерывания CN (Change Notification).
- 4.8 Функция внешнего прерывания INT.
- 4.9 Конфигурационные регистры прерываний.
- 4.10 Приоритеты, разрешение, флаги прерываний.
- 4.11 Структура программы на языке C при использовании аппаратных прерываний микроконтроллера.
- 4.12 Процедуры обработки прерываний.
- 4.13 Прерывания, как основополагающий механизм при реализации событийно-ориентированного программирования.
- 4.14 Согласование обработки нескольких единовременных прерываний.
- 4.15 Пример программы работы с прерываниями.
- 4.16 Роль прерываний в ПЛК.
- 4.17 Операционная система ПЛК и прерывания.
- 4.18 Последовательный интерфейс.
- 4.19 Универсальный асинхронный приемо-передатчик.
- 4.20 Последовательный интерфейс передачи данных.
- 4.21 Отличие последовательного и параллельного способов передачи данных.
- 4.22 Существующие стандарты и реализации последовательных интерфейсов (RS232, RS485, CAN и т. п.), особенность применения.
- 4.23 Внутрисхемные последовательные интерфейсы (SPI, I2C),

особенность применения.

4.24 Модуль UART (Универсальный Асинхронный Приемник-Передатчик). Его назначение.

4.25 Структурная схема модуля. Приемник модуля UART. Передатчик модуля UART.

4.26 Генератор скорости обмена. Основные регистры. Режимы работы.

4.27 Настройка модуля UART: скорость обмена данными, количество бит данных, стоповые и стартовые биты, биты проверки четности\нечетности, управление потоком.

4.28 Расчет параметров тактирования модуля UART. Прерывания приемника. Прерывания передатчика. Реализация RS232 интерфейса на основе UART модуля. Пример программы с модулем UART.

4.29 Использование и настройка программы HyperTerminal для отладки последовательного канала передачи данных между ПК и микроконтроллером.

4.30 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.

4.31 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.

4.32 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.

- 4.33 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.
- 4.34 Расчет времени выборки и преобразования сигнала. Выбор формата представления данных. Усреднение значений АЦП. Работа с несколькими аналоговыми каналами. Пример программы работы с АЦП микроконтроллера.
- 4.35 Комплексная разработка цифровых устройств на базе микроконтроллеров. Этапы разработки электронных устройств. Техническое задание. Современные САПР. Производство печатных плат.
- 4.36 Монтаж электронных компонентов. Тестирование образцов. Разработка ПО и микропрограмм, работа в проектной группе. Процесс разработки комплексных прикладных программ микроконтроллера. Правила «хорошего тона».
- 4.37 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 лабораторных работ

Лабораторная работа № 1. Изучение сумматоров, цифрового компаратора и схемы контроля четности

Лабораторная работа № 2. Изучение асинхронного триггера, синхронных, двухтактных триггеров

Лабораторная работа № 3. Изучение ЦАП на основе матрицы R-2R

Лабораторная работа № 4. Изучение параллельного АЦП и схемы выборки-хранения

4.2.1 Тематический план практических работ

1. Знакомство с аппаратно-программным обеспечением — учебными комплектами Atmel STK600. Простейшая программа «бегущие огни», язык С.
2. Прерывания как событийная модель программирования.
3. Использование таймер-счётчиков вместо циклов задержки, режимы работы.
4. Использование таймер-счётчиков для генерации сигналов заданных форм.
5. Использование watch-dog-таймера для контроля работы программы.
6. Работа с портом RS-232.

4.2.2 Самостоятельная работа студентов

В процессе изучения дисциплины студенты должны самостоятельно овладеть следующими 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

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 ВО по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», 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 специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. 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 также с применением мультимедийного проектора с разбором типовых решений.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории. Все лабораторные работы выполняются фронтально. За 2-3 дня до проведения лабораторных работ студентам выдается их описание для изучения, 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 или бумажного тестирования, а также выполнением самостоятельных работ по решению задач.

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

**Перечень оценочных средств, используемых для текущей
аттестации**

| Код | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|------------|---|---|---|
| T1 | Тест №1 | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося | Фонд тестовых заданий |
| T2 | Тест №2 | | |
| КР | Курсовая работа | Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. | Темы типовых групповых и/или индивидуальных проектов и типовое задание на курсовой проект(работу) |
| КР1 | Контрольная работа №1 | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу | Комплект контрольных заданий по вариантам |
| ЛР1 | Лабораторная работа №1 | Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний | Методическое руководство |
| ЛР2 | Лабораторная работа №2 | | |
| ЛР3 | Лабораторная работа №3 | | |
| ЛР4 | Лабораторная работа №4 | | |

**Расшифровка компетенций через планируемые результаты
обучения**

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

| Код | Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций | | | Средства и технологии оценки |
|--------|--|-----------|-------------|---|
| | Знать (З) | Уметь (У) | Владеть (В) | |
| ОПК-5 | 31, 32 | У1, У2 | В1, В2 | 8 семестр: Т1, Т2, КР1, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КР |
| ПК-1.5 | 31, 32 | У1, У2 | В1, В2 | 8 семестр: Т1, Т2, КР1, ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, КР |

Этапы формирования компетенций

| Раздел | Темы занятий | Коды компетенций | Знания, умения и навыки | Виды аттестации | | |
|------------------|---|------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | | | | Текущий контроль – неделя | Аттестация раздела – неделя | Промежуточная аттестация |
| 8 семестр | | | | | | |
| Раздел 1. | <p>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. Архитектура микроконтроллера dsPIC30F. Устройство процессора микроконтроллера. Шина данных. Структура (карта) памяти. Адресация. Периферийные функции. Набор инструкций. Тактирование процессора и</p> | ОПК-5, ПК-1.5 | 31, 32, У1, У2, В1, В2 | ЛР1 | Т1 | экзамен |

| | | | | | | |
|-----------|--|---------------|------------------------|-----|-----|--|
| | <p>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.).</p> | | | | | |
| Раздел 2. | <p>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. Порты ввода\вывода микроконтроллеров. Цифровые входы\выходы ПЛК Порты ввода\вывода (в\в) микроконтроллеров. Применение портов. Структурная схема. Дополнительные функции портов в\в. Мультиплексированные</p> | ОПК-5, ПК-1.5 | 31, 32, У1, У2, В1, В2 | ЛР2 | КР1 | |

| | | | | | | |
|-----------|--|---------------|------------------------|-----|----|--|
| | <p>функции и их развязка с портами в\в. Группировка выводов микроконтроллеров в порты. Принцип и логика обозначения выводов и портов. Основные регистры для работы с портами в\в. Порядок конфигурации. Регистровые и битовые операции для работе с портами в\в. Запись данных в порт в\в. Чтение данных из порта в\в. Форматы представления данных: бинарный, десятичный, шестнадцатеричный. Физические параметры сигналов и ограничения при работе с портами в\в (номинальный ток, напряжение, время нарастания, спада, период). Цифровые (бинарные) входы\выходы промышленных логических контроллеров (ПЛК). Схемотехническая реализация цифровых входов\выходов ПЛК на базе портов в\в микроконтроллера. Способы согласования уровней сигналов внешних электрических цепей (нагрузки) и внутренних (микроконтроллера). Гальванически развязанные входы\выходы.</p> | | | | | |
| Раздел 3. | <p>Релейные и транзисторные выходы, специфика применения. Стандартные уровни сигналов (5, 12, 24, 48 В DC, 220 В AC) во внешних электрических</p> | ОПК-5, ПК-1.5 | 31, 32, У1, У2, В1, В2 | ЛРЗ | Т2 | |

| | | | | | | |
|-----------|---|---------------|------------------------|-----|-----|--|
| | <p>цепях при работе с цифровыми входами\выходами ПЛК. Аппаратные и программные таймеры. Таймеры. 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).</p> | | | | | |
| Раздел 4. | <p>Флаг прерывания. Порядок конфигурации. Пример программы работы с таймером. Применение таймеров ПЛК. Типовые настройки таймеров. Философия прерываний микропроцессоров. Событийно-ориентированное программирование. Прерывания. Философия аппаратных прерываний микропроцессорных устройств. Основной и альтернативный вектор прерывания микроконтроллера.</p> | ОПК-5, ПК-1.5 | 31, 32, У1, У2, В1, В2 | ЛР4 | КР2 | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| <p>Прерывания периферийных функций. Функция внешнего прерывания CN (Change Notification). Функция внешнего прерывания INT. Конфигурационные регистры прерываний. Приоритеты, разрешение, флаги прерываний. Структура программы на языке С при использовании аппаратных прерываний микроконтроллера. Процедуры обработки прерываний. Прерывания, как основополагающий механизм при реализации событийно-ориентированного программирования. Согласование обработки нескольких одновременных прерываний. Пример программы работы с прерываниями. Роль прерываний в ПЛК. Операционная система ПЛК и прерывания. Последовательный интерфейс. Универсальный асинхронный приемопередатчик. 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</p> | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | интерфейсы (SPI, I2C), особенность применения. | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|

1.9 Шкала оценки образовательных достижений

| Код | Вид оценочного средства | Критерии | Балл | Макс. балл– мин. балл |
|-----|-------------------------|--|------|-----------------------|
| Т1 | Тестовое задание №1 | выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно | 5 | 5 – 2 |
| | | выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно | 4 | |
| | | выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно | 3-2 | |
| | | при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе | <2 | |
| Т2 | Тестовое задание №2 | выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно | 5 | 5 – 2 |
| | | выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно | 4 | |
| | | выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно | 3-2 | |
| | | при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе | <2 | |
| Т3 | Тестовое задание №3 | выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно | 5 | 5 – 2 |
| | | выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно | 4 | |
| | | выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно | 3-2 | |
| | | при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе | <2 | |
| КР1 | Контрольная работа №1 | выставляется студенту, если все 8 задач решены верно | 10 | 10 – 6 |
| | | выставляется студенту, если 7 задачи решены верно, а одна задача не решена или решение содержит ошибки | 9 | |
| | | выставляется студенту, если 5 задачи решены верно, а 3 задачи не решены или решения содержат ошибки | 8 | |
| | | выставляется студенту, если 3 задачи решены верно, и хотя бы одна задача из 5 оставшихся решена с незначительными недочетами | 6 | |
| | | выставляется студенту, во всех остальных случаях | <6 | |

| | | | | |
|-----|-----------------------|---|-------|---------|
| КР2 | Контрольная работа №2 | выставляется студенту, если все 10 задач решены верно | 10 | 10 – 6 |
| | | выставляется студенту, если 8 задачи решены верно, а 2 задачи не решены или решения содержат ошибки | 9 | |
| | | выставляется студенту, если 6 задач решены верно, а две задачи не решены или решения содержат ошибки | 8 | |
| | | выставляется студенту, если 4 задачи решены верно, и хотя бы 1 задача из 4 оставшихся решена с незначительными недочетами | 6 | |
| | | выставляется студенту, во всех остальных случаях | <6 | |
| Э | Экзамен | выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной | 40-50 | |
| Э | Экзамен | выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстраций базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной | 35-39 | 50 – 30 |
| | | выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине | 30-34 | |
| | | если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы | <30 | |

Шкала оценки лабораторных работ

5 баллов – все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод, работа оформлена аккуратно;

4 балла - все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, сделан ошибочный вывод, работа оформлена аккуратно;

3 балла – работа оформлена небрежно, рисунки и схемы не отражают сути происходящих явлений, либо вообще отсутствуют, но при этом все расчеты произведены верно, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод;

2 балла – указаны нужные формулы, расчеты произведены верно, но вывод и изображения отсутствуют;

1 балл – нужные формулы указаны, но расчет произведен не правильно, вывод и рисунки либо отсутствуют, либо не верны.

| | | |
|-----------------|---------------------|---|
| 5 баллов | Отлично | Тема освоена полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. |
| 4 балла | Хорошо | Теоретическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно. |
| 3 балла | Удовлетворительно | Теоретическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы. |
| Меньше 3 баллов | Неудовлетворительно | Очень слабые знания, недостаточные для понимания темы, имеется большое количество основных ошибок и недочетов. |

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

| Оценка по 5-балльной шкале | Сумма баллов за разделы | Оценка ECTS |
|----------------------------|-------------------------|-------------|
| 5 – «отлично» | 90-100 | A |
| 4 – «хорошо» | 85-89 | B |
| | 75-84 | C |
| | 70-74 | D |
| 3 – «удовлетворительно» | 65-69 | |
| | 60-64 | E |
| 2 – «неудовлетворительно» | Ниже 60 | F |

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

| Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS | Сумма баллов за разделы | Требования к усвоению сформированности компетенций дисциплины |
|---|-------------------------|--|
| «отлично» – A | 90 ÷ 100 | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно |

| | | |
|--|----------|---|
| | | увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| <i>«хорошо»</i> – <i>D, C, B</i> | 70 ÷ 89 | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. |
| <i>«удовлетворительно»</i> – <i>E, D</i> | 60 ÷ 69 | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. |
| <i>«неудовлетворительно»</i> – <i>F</i> | менее 60 | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

Вопросы к экзамену

1. Устройство микроконтроллеров.
2. Примеры использования микроконтроллеров в бытовых и промышленных цифровых устройствах.
3. Классификация микроконтроллеров.
4. Известные производители современных микропроцессорных устройств.
5. Архитектура микроконтроллера dsPIC30F.
6. Устройство процессора микроконтроллера.
7. Шина данных. Структура (карта) памяти. Адресация.
8. Периферийные функции. Набор инструкций.
9. Тактирование процессора и периферийных функций микроконтроллера.
10. Функция сброса (RESET) микроконтроллера. Регистры конфигураций.
11. Основные режимы работы микроконтроллера.

12. Технические характеристики микроконтроллеров (рабочее напряжение, потребляемый ток, температурный диапазон, производительность в MIPS, объём памяти, набор периферийных функций и т. п.).
13. Назначение программатора.
14. Среда программирования, используемые языки программирования, компиляторы языков высокого уровня, библиотеки.
15. Порты ввода\вывода микроконтроллеров.
16. Цифровые входы\выходы ПЛК Порты ввода\вывода микроконтроллеров.
17. Принцип и логика обозначения выводов и портов.
18. Схемотехническая реализация цифровых входов\выходов ПЛК на базе портов в\в микроконтроллера.
19. Способы согласования уровней сигналов внешних электрических цепей (нагрузки) и внутренних (микроконтроллера).
20. Гальванически развязанные входы\выходы.
21. Релейные и транзисторные выходы, специфика применения.
22. Стандартные уровни сигналов (5, 12, 24, 48 В DC, 220 В AC) во внешних электрических цепях при работе с цифровыми входами\выходами ПЛК.
23. Аппаратные и программные таймеры. Структурные схемы таймеров. Принцип работы таймера.
24. Философия прерываний микропроцессоров.
25. Событийно-ориентированное программирование.
26. Структура программы на языке С при использовании аппаратных прерываний микроконтроллера.
27. Универсальный асинхронный приемо-передатчик. Последовательный интерфейс передачи данных.
28. Отличие последовательного и параллельного способов передачи данных.

29. Модуль UART (Универсальный Асинхронный Приемо-Передатчик). Его назначение. Структурная схема модуля.
30. Интерфейсы передачи данных в промышленной автоматизации. Топологии подключения: точка-точка, шина, звезда, кольцо, свободная топология.
31. Полнодуплексная и полудуплексная схема передачи цифровых сигналов.
32. Дифференциальная схема передачи сигналов.
33. Устройство АЦП. Устройство ЦАП. Классификация АЦП и ЦАП, особенность применения каждого из типов, характеристические параметры.
34. Процесс разработки комплексных прикладных программ микроконтроллера.
35. Операционные системы (ОС) для сложных микропроцессорных систем. Типовые механизмы, используемые для построения ОС.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Макуха В. К. Микропроцессорные системы и персональные компьютеры: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / В. К. Макуха, В. А. Микерин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 156 с. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492153>.
2. Миленина С. А. Электротехника, электроника и схемотехника: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / С. А. Миленина, Н. К. Миленин; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 406 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/489302> .

3. Миловзоров О. В. Электроника: учебник для вузов [Электронный ресурс] / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 344 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/488848>.
4. Огородников И. Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / И. Н. Огородников. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 116 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492216>.
5. Сажнев А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / А. М. Сажнев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 139 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492264>.

7.2 Дополнительная литература

1. Миленина С. А. Электроника и схемотехника: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / С. А. Миленина; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 270 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/453209>.
2. Щука А. А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов [Электронный ресурс] / А. А. Щука, А. С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 326 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/470589>.

7.3 Интернет ресурсы

| № | Наименование ресурса | Интернет-ссылка на ресурс |
|----|---|---|
| 1 | Электронная библиотечная система ЮРАЙТ | https://urait.ru/ |
| 2 | Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань" | e.lanbook.com |
| 3 | Электронная библиотечная система IPR BOOKS | https://www.iprbookshop.ru/ |
| 4 | Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ" | http://elibrary.ru |
| 5 | Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России" | http://link.springer.com/ |
| 6 | Единое окно доступа к образовательным ресурсам | http://window.edu.ru/ |
| 7 | StudFiles (Файловый архив студентов) | https://studfile.net/preview/960265/ |
| 8 | Рынок микроэлектроники. Справочник по электронным компонентам. | http://www.gaw.ru/ |
| 9 | Автор Микушин А. В. All rights reserved. | https://digteh.ru/MCS51/MCS51.php |
| 10 | SCI-ARTICLE Публикация научных статей | https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektr otehnika |
| 11 | Большая Энциклопедия Нефти и Газа | http://www.ngpedia.ru/id155581p1.html |
| 12 | ИСТИНА (Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных) | https://istina.msu.ru/journals/96319/ |

7.4 Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7719 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28889 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
3. ИНСТРУМЕНТ. ТЕХНОЛОГИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9796 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
4. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. НАНОСИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - Режим доступа:

https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32094 – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

5. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28006 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

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>