МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программа бакалавриата
по направлению подготовки
27.03.04 Управление в технических системах,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Автоматизация управления системами электроснабжения. Для студентов КНР

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим Валерьевич
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов базовых знаний и умений в области функционирования, построения и применения микропроцессорной техники для создания цифровых программных систем управления объектами энергоснабжения электрических железных дорог.

Задачи дисциплины:

-Изучить виды и классификацию микропроцессоров.

-Изучить режимы работы и программное управление.

-Освоить систему команд и цикл разработки программ.

-Изучить типовые конфигурации управляющих систем.

-Освоить методы обработки сигналов. Изучить способы аналоговой и цифровой обработки сигналов, поступающих в систему.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-5 - Способен решать задачи развития науки, техники и технологии в области управления в технических системах с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности;

ОПК-7 - Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления;

ОПК-8 - Способен выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов, осуществлять их регламентное обслуживание;

ОПК-11 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ПК-1 - Способен осуществлять оперативное, производственно-технологическое и организационно-экономическое управление энергоснабжением предприятия, оптимизацию работы энергетического оборудования и режимов производства и потребления электроэнергии с использованием автоматизированных систем.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

-современные микропроцессорные системы на железнодорожном транспорте в области электроэнергетики;

-виды и классификацию современных отечественных и зарубежных микропроцессоров и микроконтроллеров;

-структурные, функциональные и архитектурные схемы микропроцессоров и их блоков;

-систему команд микропроцессоров и основы языков программирования, используемых в автоматике;

-типовые конфигурации управляющих микропроцессорных систем.

Уметь:

-анализировать и выбирать наиболее эффективные программные продукты, микропроцессорнные компоненты, уровни программирования и аппаратные платформы при разработке устройств управления и контроля;

-выбрать микропроцессор или микроконтроллер, оптимально подходящий для решения конкретной инженерной задачи;

-синтезировать (проектировать) схему микропроцессорной системы управления под заданные требования;

-составить алгоритм работы системы управления;

-читать и анализировать электрические принципиальные схемы проектов микропроцессорных систем.

Владеть:

-понятийным аппаратом в области микропроцессорной и вычислительной техники, методиками расчёта, проектирования и диагностики микропроцессорных систем;

-умением анализировать и устранять синтаксические и логические ошибки, которые возникают при отладке;

-навыком моделирования работы микропроцессорной системы в программном симуляторе;

-методиками расчёта и проектирования микропроцессорных систем, а также навыками их диагностики;

-навыками работы с базами данных.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 10 з.е. (360 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№7	№8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	154	64	90
В том числе:			
Занятия лекционного типа	72	32	40
Занятия семинарского типа	82	32	50

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 206 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Общие сведения. Цели и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Краткий исторический очерк развития микропроцессоров и микроконтроллеров, закон Мура
2	Элементы теории управления Управление, виды управления, процесс управления. Система электроснабжения как сложный объект управления. Место, роль и функциональные обязанности микропроцессоров и микроконтроллеров в управлении различными объектами электроснабжения электрических железных дорог
3	Построение микропроцессорных систем управления Принцип действия систем управления на основе микропроцессоров. Функциональная схема

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	микропроцессорной системы управления, взаимодействие всех функциональных блоков между собой. Понятие шинной архитектуры. Циркуляция информации в микропроцессорных системах управления
4	Представление информации в микропроцессорных системах Арифметические основы работы микропроцессорных систем управления. Позиционные системы счисления. Перевод чисел из одной системы счисления в другие. Форматы представления целочисленной числовой информации в микропроцессоре и правила выполнения арифметических операций над ними. Форматы представления целочисленной числовой информации в микропроцессоре и правила выполнения арифметических операций над ними
5	Функционирование микропроцессоров Классификация микропроцессоров. Типовая структура современного микропроцессора и микроконтроллера. Рабочий цикл процессора. Регистры общего и специального назначения. Гарвардская и фон-Неймановская архитектуры организации памяти. Архитектура графических процессоров и их применение для неграфических вычислений. Сегментирование памяти. Дамп памяти. Стеки. Прерывания. Режимы адресации
6	Основы языка ассемблера для процессоров семейства Intel P6 и семейства AVR Структура программы на языке ассемблера. Лексемы. Директивы определения данных. Типы операторов ассемблерных программах. Структура команды на языке ассемблера. Группы команд микропроцессора. Структура команд в CISC и RISC процессорах. MMX, SSE, SIMD расширения команд
7	Команды пересылки данных . Работа со стеком. Адресация стека. Команды загрузки/извлечения в/из стека. Передача параметров в подпрограммы через стек
8	Арифметические команды Арифметические команды. 8-, 16-, 32-х и 64-битовое сложение, вычитание, умножение и деление. Арифметические команды со знаком
9	Команды управления порядком выполнения программы Команды сравнения. Команды безусловного и условного перехода. Команды организации циклов. Команды вызова подпрограмм и возврата из них
10	Логические команды и команды манипулирования битами Логические команды. Виды сдвига. Команды циклического сдвига. Команды побитовой обработки
11	Команды для работы с массивами и строками Команды сравнения, сканирования, пересылки, сохранения и загрузки строк. Префиксы повторения. Флаги направления при работе со строками. Табличные команды
12	Современные средства разработки микропроцессорных систем управления Возможности MatLab, Simulink с наборами инструментов Control Design, Fixed Point, Real-Time Workshop Embedded Coder. Система CoDeSys
13	Структура сложных микропроцессорных систем Принципы построения сложных микропроцессорных систем, ведущие (основные) и ведомые микропроцессоры
14	Представление информации в микропроцессорных системах
15	Интерфейсы современных микропроцессорных систем Классификация интерфейсов. Последовательные и параллельные, проводдные и беспроводные интерфейсы. Квитирования. Контрольные суммы. Пакеты
16	Программно-аппаратный принцип построения иформационно-управляющих систем

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Способы разработки алгоритмов и программ для МИУС. Особенности реализации непрерывного и дискретного управления. Программирование встраиваемых систем. Программирование систем реального времени
17	Понятие об информационных технологиях Элементы информационных технологий, теории информации и теории управления
18	Принципы построения АЦП в микропроцессорных системах Параллельный АЦП, интегрирующий АЦП, АЦП последовательного приближения, каскадные АЦП, сигма-дельта АЦП
19	Характеристики интегрированных АЦП в микропроцессорных системах Характеристики преобразования, квант преобразования, дифференциальная и интегральная нелинейности, разрядность, шум, быстродействие. Особенности многоканальной работы
20	Иерархическая структура хозяйства энергоснабжения ОАО "РЖД" и информационные потоки в ней Элементарный объект электроснабжения. Распределение информации по уровням иерархической структуры управления хозяйством электроснабжения. Первичныи и производные параметры работы. Требования к быстродействию сбора и обработки измеренной информации
21	Методы обработки измерительной информации Методы математичекской статистики и теории вероятностей для обработки и анализа ис\змерительной информации. Расчёт вероятностных и статистических характеристик токов и напряжений тяговых подстанций, питающих и отсасывающих линий
22	Микропроцессоные информационно-управляющие системы контроля трансформаторов тяговых подстанций Оперативный контроль и управление режимами, оборудованием тяговых подстанций, обеспечения энергодиспетчерского пункта необходимой информацией и выполнения его команд.
23	Микропроцессоные информационно-управляющие системы контроля преобразовательных агрегатов тяговых подстанций Знергетические, динамические, точностные и надежностные характеристики преобразователей, а также реализованы более совершенные системы контроля, защиты и диагностики.
24	Микропроцессоные информационно-управляющие системы контроля проводов контактной сети и питающих линий Контроль геометрических параметров контактной сети.Измерение температурных параметров контактной сети.
25	Базы данных измерительной информации Понятие БД. Классификация БД. Принципы построения и хранения БД. СУБД.
26	Измерительные преобразователи. Статические реле защиты. Входные преобразователи аналоговых и дискретных сигналов. Фильтры. Средства отображения информации. Выходные релейные преобразователи. Каналы связи.
27	Обработка информации и реализация принимаемых решений. Особенности обработки и хранение информации в цифровых устройствах. Прогнозирующие гибкие устройства релейной защиты.
28	Помехоустойчивость. Проникновение помех в реле и линии связи. Эффективность экранирования кабелей связи. Оптиковолоконные средства передачи информации.
29	Интегрированная микропроцессорная защита и автоматика станций и подстанций, трансформаторов, генераторов, электродвигателей. Микропроцессорная интегрированная релейная защита и противоаварийная автоматика и

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	электрических станций и подстанций. Особенности выполнения защиты трансформаторов и генераторов. Особенности защиты электродвигателей. Элементы реализации цифровой тепловой защиты. Токовая защита и контроль числа включений электродвигателя.
30	Интегрированная микропроцессорная защита и автоматика линий электропередач. Интегрированная микропроцессорная защита и автоматика линий электропередачи. Дистанционный принцип в защите линий электропередачи. Обеспечение правильного функционирования дистанционных защит в условиях качаний и асинхронного хода в ЭС. Выбор поврежденных фаз в дистанционных защитах.
31	Цифровые защиты и устройства автоматики Структура цифровой дифференциальной защиты сборных шин. Требования к измерительным трансформаторам тока.
32	Противоаварийная автоматика электроснабэения на микропроцессорной базе. Возмущающие воздействия на электроэнергетические системы и управляющие противоаварийные воздействия. Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Автоматическое дозирование противоаварийных управляющих воздействи.й
33	Определения места повреждения в линиях электропередач. Принципы определения места КЗ по двухстороннему измерению параметров аварийного режима. Двухстороннее измерение на ЛЭП сложной конфигурации. Упрощенные способы одностороннего измерения. Методы и средства регистрации аварийного режима. Некоторые особенности цифровой регистрации. Мониторинг и диагностика состояния оборудования и режима работы сети в нормальных и аварийных режимах.
34	Микропроцессорные модули в системах управления энергохозяйством. Установка устройств связи с объектом и микропроцессорных измерительных преобразователей для обеспечения сбора и передачи данных о состоянии оборудования ПС и выдачи команд. управлени
35	икропроцессорные средства управления в энергетике. Цифровые датчики тока, напряжения, качества электроэнергии.
36	Оборудование для цифровой электрической подстанции. Автоматизированная подстанция, оснащенная взаимодействующими в режиме единого времени цифровыми информационными и управляющими системами и функционирующая без присутствия постоянного дежурного персонала.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Разработка программы расчёта остаточного ресурса трансформатора ТП по совокупности измерительной информации Сбор данных.Предварительная обработка. Анализ отдельных параметров.Интеграция и агрегация
2	Изучение формата представления вещественных чисел в памяти ПК на основе вариантного типа запись Погрешность.Специальные значения.Субнормальные числа.Одинарная точность.Двойная точность.
3	Разработка программы расчёта остаточного ресурса ПА ТП по совокупности измерительной информации Номенклатура контролируемых параметров.Объём и качество измерительной информации. Методы статистического оценивания.Модели накопления повреждений.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
4	Разработка программы расчёта температуры нагрева проводов контактной подвески по совокупности замеров Сбор и предварительная обработка данных с измерительных устройств.Расчёт температуры для каждого замера с учётом уравнения теплового баланса.Усреднение результатов за заданный промежуток времени (время усреднения — важный параметр, влияющий на точность оценки).Сравнение расчётных температур с допустимыми пределами, установленными для конкретного типа провода. Формирование отчётов и сигналов при выявлении критических ситуаций.
5	Изучение правил написания программ на языке ассемблер и работы с компиляторами и кросс-отладчиками. Написание исходного кода в текстовом редакторе.Трансляция кода ассемблером с генерацией объектного модуля и листинга (файла с сопоставлением исходного кода и машинного).Компоновка (если есть несколько модулей) — объединение объектных модулей и библиотек в единый исполнимый файл.Отладка с использованием кросс-отладчика.
6	Определение возможности коммутации заданного аппарата в ячейки фидера контактной сети в зависимости от байта-состояния всех коммутационных аппаратов в ячейке Детализация правил. Синхронизация. Диагностика.
7	Разработка программы расчёта остаточного ресурса ПА ТП по совокупности измерительной информации Принимать на вход набор измерительных данных.Проводить предварительную обработку (фильтрацию, нормализацию, если нужно).Применять выбранную модель для расчёта текущего состояния и скорости деградации.Оценивать риск достижения предельного состояния с учётом заданной вероятности.
8	Микропроцессорные системы управления. Выборку команды из памяти.Дешифрацию (расшифровку) команды. Исполнение команды — выполнение требуемых операций. Формирование управляющих сигналов для остальных блоков системы.
9	Организация связи МСУ с объектом управления. Устройства связи с объектом управления. Датчики и исполнительные механизмы.Устройства сбора и передачи данных (УСПД).Системы телемеханики и IoT (Интернет вещей).Программное обеспечение.
10	Математическое описание аналоговых сигналов во временной и частотной области. Спектры периодических и непериодических сигналов. Применение теоремы отсчетов (Котельникова). Дискретизация по времени и уровню. Математическое описание аналоговых сигналов.Спектры периодических и непериодических сигналов.Теорема отсчётов (Котельникова).Дискретизация по времени и уровню.Связь областей и теоремы
11	Измерительные каналы средств автоматизации технологических процессов. Структура измерительного канала.Ключевые функции измерительного канала.Классификация измерительных каналов.Критерии выбора и проектирования.
12	Распределенные микропроцессорные системы сбора и обработки данных. Основные компоненты РМПС.Ключевые принципы построения.Преимущества и недостатки.
13	Сосредоточенные и распределенные системы обработки данных. Распределённые системы обработки данных.Распределённость.Сложность координации.
14	Средства коммуникации в распределительных системах управления. бор измерительной информации с датчиков и устройств учёта.Передача команд управления (в том числе телеуправление).Обмен данными между центрами управления для координации работы

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	распределённых объектов.Интеграция с геоинформационными системами (ГИС) для анализа состояния сети и планирования режимов работы.
15	Операционные системы реального времени, коммуникационное программное обеспечение. Многоканальность.Гибкая организация диалога .Совместная работа (одновременное редактирование, обмен материалами в реальном времени).Контекстное взаимодействие.
16	Особенности функционирования программного обеспечения в режиме раельного времени. Жёсткая привязка к внешним событиям.Предсказуемость.Механизмы планирования и приоритетов.Синхронизация и взаимодействие задач.Обработка прерываний.
17	Основные типы периферийных устройств микропроцессорных систем управления. Устройства ввода информации.Устройства вывода информации.Устройства сопряжения с аналоговыми сигналами.Таймерные и счётные устройства.
18	Устройства ввода/вывода дискретных сигналов. Назначение, основные виды входных/выходных сигналов, организация данных. Основные виды входных сигналов.Основные виды выходных сигналов.Организация данных.
19	Программная модель периферийного устройства. Понятие о внешней и внутренней функциях портов ввода/вывода. Ключевые компоненты модели.
20	Обрабатывающие и управляющие команды. Структура обрабатывающей команды.Особенности управляющих команд.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям.
2	Работа с лекционным материалом и литературой.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Микропроцессорные системы управления : учебное пособие / составитель Е. Е. Тен. — Хабаровск : ДВГУПС, 2025. — 81 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. 2025	URL: https://e.lanbook.com/book/519323 (дата обращения: 25.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Микропроцессорные системы управления: практикум : учебное пособие / А. Н. Сычугов, А. М. Евстафьев, И. П. Викулов, В. А. Васильев. —	URL: https://e.lanbook.com/book/394013 (дата обращения: 25.10.2026). —

	Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022 — Часть 1 — 2022. — 100 с. — ISBN 978-7641-5-1857-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. 2022	Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

1.Официальный сайт РУТ (МИИТ) (https://www.miit.ru/).

2.Официальный сайт ОАО «РЖД» (https://www.rzd.ru/).

3.Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (http:/library.miit.ru/).

4.Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru/).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Windows, Microsoft Office, Microsoft Security Essentials, Embarcadero RAD Studio XE2 Professional Concurrent AppWave

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Меловая (маркерная) доска или проекторКомпьютеры дисплейного класса кафедры «Электроэнергетика транспорта»

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7 семестре.

Экзамен в 8 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

профессор, доцент, д.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»
Института железнодорожного
транспорта В.А. Гречишников

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова