

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике
транспорта**

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

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: 02.10.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью преподавания дисциплины является подготовка специалистов в области разработки информационно – управляющих систем для повышения эффективности функционирования электрифицированного транспорта на базе современной вычислительной техники, микропроцессоров, микроконтроллеров, компьютерных и информационных технологий.

Задачами 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.

Данная дисциплина имеет громадное значение со времен создания первых вычислительных машин. Прошлое, современное и будущее инженерное творчество немыслимо без применения микропроцессорной техники. Немыслимо это и для электроэнергетики вообще и транспортной электроэнергетики в частности. Однако, для данных отраслей изучение основ микропроцессорной техники приобретает особенный смысл, требующий раскрыть специфические стороны эксплуатации вычислительной техники на электроэнергетических объектах. Микропроцессорная техника относится к слаботочным системам, в то время как электроэнергетика это высоковольтные мощные сильноточные объекты. Совместная работа накладывает важные и исключительные требования к пониманию тонкостей функционирования микропроцессорных систем, их аппаратному построению и средствам безотказного низкоуровневого программирования.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-3 - Способен проводить разработку и экспертизу проектов систем электроснабжения железных дорог и метрополитенов, их отдельных элементов и технологических процессов, в том числе, с использованием систем автоматизированного проектирования?;

ПК-5 - Способен решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности с использованием знаний в области электротехники, электроники, электротехнических цепей и машин.

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

Знать:

- современные микропроцессорные системы на железнодорожном транспорте в области электроэнергетики;
- основные технические нормативы по функционированию систем тягового электроснабжения, возможности их измерения и контроля микропроцессорными системами различного уровня;
- передовые технологии информационного обеспечения предприятий, отделов, структур хозяйства электроснабжения.

Владеть:

- понятийным аппаратом в области микропроцессорной и вычислительной техники, методиками расчёта, проектирования и диагностики микропроцессорных систем;
- языками высокого и низкого уровней для программирования и отладки микропроцессорных систем, навыками работы с базами данных и языком запроса к ним;
- измерительными технологиями для анализа работоспособности средств измерительной и вычислительной техники, устранять их отказы или грамотно составлять акты неисправности.

Уметь:

- анализировать и выбирать наиболее эффективные программные продукты, микропроцессорные компоненты, уровни программирования и аппаратные платформы при разработке устройств управления и контроля;
- проектировать и создавать программно – аппаратные комплексы для сбора, передачи информации и управления объектами со стороны вычислительных систем;
- анализировать современный диагностический парк и находить возможные пути модернизации, развития и расширения функциональных возможностей посредством применения современных информационных технологий на базе микропроцессорных систем.

3. Объем дисциплины (модуля).**3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 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	
		№8	№9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	106	42	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	60	28	32
Занятия семинарского типа	46	14	32

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 146 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 микропроцессорной системы управления, взаимодействие всех функциональных блоков между собой. Понятие шинной архитектуры. Циркуляция информации в микропроцессорных системах управления

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
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 программ. 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, проводные и беспроводные интерфейсы. Квитирования. Контрольные суммы. Пакеты
16	Программно-аппаратный принцип построения информационно-управляющих систем Способы разработки алгоритмов и программ для МИУС. Особенности реализации непрерывного и дискретного управления. Программирование встраиваемых систем. Программирование систем реального времени

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
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. Первичные и производные параметры работы. Требования к быстродействию сбора и обработки измеренной информации
21	Методы обработки измерительной информации Методы математической статистики и теории вероятностей для обработки и анализа измерительной информации. Расчёт вероятностных и статистических характеристик токов и напряжений тяговых подстанций, питающих и отсасывающих линий
22	Микропроцессорные информационно-управляющие системы контроля трансформаторов тяговых подстанций
23	Микропроцессорные информационно-управляющие системы контроля преобразовательных агрегатов тяговых подстанций
24	Микропроцессорные информационно-управляющие системы контроля проводов контактной сети и питающих линий
25	Базы данных измерительной информации Понятие БД. Классификация БД. Принципы построения и хранения БД. СУБД.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Программа перевода вещественных чисел со знаком между системами счисления с основанием от 2 до 32 на языке высокого уровня. Написание программы на языке высокого уровня в соответствии с выданным вариантом, которая производит перевод чисел классическим способом между системами счисления не входящими в общее множество М. Перевод между числами входящими в общее множество М осуществляется методом группировки, что должно быть реализовано в коде программы.
2	Изучение формата представления вещественных чисел в памяти ПК на основе вариантного типа запись. Машинный ноль. Машинный эпсилон. Представление одной и той же области памяти различными типами для понимания как хранятся различные данные в микропроцессорных системах. Нахождение машинного нуля в математическом и программном понимании, а также машинного эпсилон, для полученного вещественного числа путём написания программы на языке высокого уровня.
3	Изучение правил написания программ на языке ассемблер и работы с компиляторами и кросс-отладчиками. Использование команд пересылки данных между памятью и внутренними регистрами

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<p>микропроцессора.</p> <p>Использование арифметических команд для расчёта выражения по заданной формуле при условии, что исходные числа (целые со знаком) в процессе любой из арифметических операций не образуют остатка и не переполняют 32-х разрядный регистр.</p> <p>Использование команд сравнения, перехода и вызова подпрограмм для реализации сортировки псевдослучайных чисел в равные по объёму области памяти.</p>
4	<p>Определение возможности коммутации заданного аппарата в ячейки фидера контактной сети в зависимости от байта-состояния всех коммутационных аппаратов в ячейке.</p> <p>Необходимо написать программу на языке низкого уровня, которая позволяет проанализировать любой байт-состояния и либо позволить произвести коммутационные действия в соответствии с ним, либо запретить это делать, исходя из правил безаварийной коммутации электрооборудования в электроэнергетике.</p>
5	<p>Разработка программы расчёта остаточного ресурса ПА ТП по совокупности измерительной информации</p> <p>Написание программы, на вход которой подаются данные с виртуальных датчиков о температуре, напряжении, токах основных узлов ПА, их анализ в реальном времени, и написание соответствующего алгоритма прогнозирования проведения планово предупредительных работ узлов ПА.</p>
6	<p>Разработка программы расчёта температуры нагрева проводов контактной подвески по совокупности замеров</p> <p>Написание программы псевдотепловой защиты контактной, на вход которой подаются данные с виртуальных датчиков, имитирующих замеры погодных условий, в которых эксплуатируется контактная сеть. Ток контактной сети берётся из электрического расчёта, выданного в качестве исходных данных.</p>

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Перевод чисел между позиционными системами счисления.</p> <p>В результате студент получает навык осуществления перевода чисел между позиционными системами счисления.</p>
2	<p>Арифметические операции с числами в системах счисления основание которых отлично от 10.</p> <p>В результате студент получает навык осуществления арифметических операций с числами в системах счисления</p>
3	<p>Кодирование целых чисел со знаком в микропроцессорных системах.</p> <p>В результате студент получает навык кодирования чисел в микропроцессорных системах.</p>
4	<p>Представление вещественных чисел в разрядной сетке машины. Перевод вещественного числа в машинный код. Поиск для него же машинного нуля и машинного эпсилон</p> <p>В результате студент получает навык представления вещественных чисел в разрядной сетке машины и перевода вещественного числа в машинный код.</p>
5	<p>Особенности микропроцессора</p> <p>Изучение видов адресации микропроцессора.</p> <p>Команды микропроцессора:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пересылка данных; - арифметические; - логические;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- перехода и вызова подпрограмм. Работа с процессором вещественных чисел.
6	Разработка программы расчёта остаточного ресурса трансформатора ТП по совокупности измерительной информации В результате студент получает навык разработка программ расчёта основного оборудования подстанции.
7	Разработка программы расчёта температуры нагрева проводов контактной подвески по совокупности замеров В результате студент получает навык разработка программ расчёта устройств контактной сети.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	подготовка к лабораторным работам
2	подготовка к практическим занятиям
3	работа с лекционным материалом и литературой
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Определение возможности коммутации аппарата ОР ячейки ТП при бите состояния: 11101010 ОР 11101010
2. Определение возможности коммутации аппарата ЛР ячейки ТП при бите состояния: 00011000 ЛР 00011000
3. Определение возможности коммутации аппарата ГР ячейки ТП при бите состояния: 01001100 ГР 01001100
4. Определение возможности коммутации аппарата ЗР ячейки ТП при бите состояния: 01001010 ЗР 01001010
5. Определение возможности коммутации аппаратов БВ1гл, БВ2гл ячейки ТП при бите состояния: 11101010 БВ1гл, БВ2гл 11101010
6. Определение возможности коммутации аппаратов БВ1зап, БВ2зап ячейки ТП при бите состояния: 11111011 БВ1зап, БВ2зап 11111011
7. Определение возможности коммутации аппарата ОР ячейки ТП при бите состояния: 00010111 ОР 00010111
8. Определение возможности коммутации аппарата ЛР ячейки ТП при бите состояния: 01001100 ЛР 01001100
9. Определение возможности коммутации аппарата ГР ячейки ТП при бите состояния: 11001110 ГР 11001110

10. Определение возможности коммутации аппарата ЗР ячейки ТП при бите состояния: 11110001 ЗР 11110001

11. Определение возможности коммутации аппаратов БВ1гл, БВ2гл ячейки ТП при бите состояния: 11001011 БВ1гл, БВ2гл 11001011

12. Определение возможности коммутации аппаратов БВ1зап, БВ2зап ячейки ТП при бите состояния: 10101111 БВ1зап, БВ2зап 10101111

13. Определение возможности коммутации аппарата ОР ячейки ТП при бите состояния: 01101000 ОР 01101000

14. Определение возможности коммутации аппарата ЛР ячейки ТП при бите состояния: 11110111 ЛР 11110111

15. Определение возможности коммутации аппарата ГР ячейки ТП при бите состояния: 00111011 ГР 00111011

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Баховцев, И. А. Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники: структуры и алгоритмы : учебное пособие / И. А. Баховцев. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 219 с. — ISBN 978-5-7782-3546-5.	https://e.lanbook.com/book/118272 (дата обращения: 28.02.2024).
2	Осокина, Е. Б. Микропроцессорные системы управления : учебное пособие / Е. Б. Осокина. — Владивосток : МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2020. — 129 с.	https://e.lanbook.com/book/171805 (дата обращения: 21.02.2024).
3	Червенчук, В. Д. Электронные и микропроцессорные системы управления : учебно-методическое пособие / В. Д. Червенчук, А. А. Руппель. — Омск : Омский ГАУ, 2018. — 102 с. — ISBN 978-5-00113-079-6.	https://e.lanbook.com/book/221762 (дата обращения: 21.02.2024).
4	Пигарев, Л. А. Микропроцессорные системы автоматического управления : учебное пособие / Л. А. Пигарев. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2017. — 178 с.	https://e.lanbook.com/book/162813 (дата обращения: 21.02.2024).

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

1. Ресурс микропроцессорного обеспечения, в том числе электроподвижного состава:

www.autex.ru

2. Сайт о микроконтроллерах семейства AVR:

www.avr.ru

3. Приборы для разработки, наладки, программирования, тестирования микропроцессорных систем:

www.dessy.ru

4. Статьи о программировании, микроконтроллерах, микропроцессорах, периферии:

www.habr.com

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).

Маркерная доска или проектор

Компьютеры дисплейного класса кафедры «Электроэнергетика транспорта»

Лабораторный стенд «Элементы систем автоматики и вычислительной техники».

Лабораторный стенд «Микроконтроллеры и автоматизация».

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 8 семестре.

Курсовая работа в 9 семестре.

Экзамен в 9 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
Председатель учебно-методической
комиссии

М.В. Шевлюгин

Н.А. Андриянова