

**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 - программы специалитета  
по специальности  
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,  
утвержденной первым проректором 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 РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 3221  
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим  
Валерьевич  
Дата: 03.06.2023

## 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.

Данная дисциплина имеет громадное значение со времен создания первых вычислительных машин. Прошлое, современное и будущее инженерное творчество немислимо без применения микропроцессорной техники. Немислимо 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):

**ОПК-2** - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

**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 применять знания в области электротехники, электроники и цифровых технологий при решении профессиональных задач .

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

### **Знать:**

"- современные микропроцессорные системы на железнодорожном

транспорте в области электроэнергетики

**Уметь:**

анализировать и выбирать наиболее эффективные программные продукты, микропроцессорные компоненты, уровни программирования и аппаратные платформы при разработке устройств управления и контроля.

**Владеть:**

понятийным аппаратом в области микропроцессорной и вычислительной техники, методиками расчёта, проектирования и диагностики 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):	152	80	72
В том числе:			
Занятия лекционного типа	68	32	36
Занятия семинарского типа	84	48	36

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 100 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
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.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	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
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 16 на языке высокого уровня
2	Изучение формата представления вещественных чисел в памяти ПК на основе вариантного типа запись
3	Изучение правил написания программ на языке ассемблер и работы с компиляторами и кросс-отладчиками.
4	Определение возможности коммутации заданного аппарата в ячейки фидера контактной сети в зависимости от байта-состояния всех коммутационных аппаратов в ячейке Определение коэффициентов трансформации величин погрешностей трансформаторов тока.
5	Разработка программы расчёта остаточного ресурса ПА ТП по совокупности измерительной информации
6	Разработка программы расчёта температуры нагрева проводов контактной подвески по совокупности замеров

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Разработка программы расчёта остаточного ресурса трансформатора ТП по совокупности измерительной информации
2	Разработка программы расчёта остаточного ресурса ПА ТП по совокупности измерительной информации
3	Разработка программы расчёта температуры нагрева проводов контактной подвески по совокупности замеров

## 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

### Вариант 1

Создать запрос к базе данных с результатами замеров на тяговых

подстанциях Московского метрополитена в различных условиях эксплуатации, обеспечивающий возвращение данных о варианте расчёта, названии тяговой подстанции, проценте загрузки тяговой подстанции за 60 минут, проценте загрузки тяговой подстанции за 18 минут, проценте загрузки тяговой подстанции за 5 минут, эффективном токе тяговой подстанции, максимальном токе тяговой подстанции, среднем токе тяговой подстанции.

Необходимые таблицы и поля в них:

Таблица: WTr

Поля: Название\_ТП, Расход\_энергии, Процент\_загрузки\_ТП\_60, Процент\_загрузки\_ТП\_18, Процент\_загрузки\_ТП\_5.

Таблица: RMgCxI

Поля: ItrX, где X – порядковый номер от 1 до последней подстанции.

## Вариант 2

Создать запрос к базе данных с результатами замеров на тяговых подстанциях Московского метрополитена в различных условиях эксплуатации, обеспечивающий возвращение данных о варианте расчёта, названии тяговой подстанции, типе преобразовательного трансформатора, количестве включённых преобразовательных трансформаторов, номинальном и расчётном токе преобразовательного трансформатора за 60 минут, номинальном и расчётном токе преобразовательного трансформатора за 18 минут, номинальном и расчётном токе преобразовательного трансформатора за 5 минут.

Необходимые таблицы и поля в них:

Таблица: NagrPT

Поля: Nтп, Тип\_пт, Ток\_60, ТокP\_60, Ток\_18\_20, ТокP\_18\_20, Ток\_5\_10, ТокP\_5\_10.

Таблица: TjagPst

Поля: Primary\_Ind, Включено, Название, Тип.

## Вариант 3

Создать запрос к базе данных с результатами замеров на тяговых подстанциях Московского метрополитена в различных условиях эксплуатации, обеспечивающий возвращение данных о варианте расчёта, названии тяговой подстанции, типе полупроводникового преобразователя, количестве включённых полупроводниковых преобразователей, номинальном

и расчётном токе полупроводникового преобразователя за 60 минут, номинальном и расчётном токе полупроводникового преобразователя за 10 минут, номинальном и расчётном токе полупроводникового преобразователя за 5 минут.

Необходимые таблицы и поля в них:

Таблица: NagrPP

Поля: Nтп, Тип\_пп, Ток\_3600, ТокР\_3600, Ток\_10, ТокР\_10, Ток\_5, ТокР\_5.

Таблица: TjagPst

Поля: Primerу\_Ind, Включено, Название, Тип.

#### Вариант 4

Создать запрос к базе данных с результатами замеров на тяговых подстанциях Московского метрополитена в различных условиях эксплуатации, обеспечивающий возвращение данных о варианте расчёта, названии тяговой подстанции, расходе энергии на тяговой подстанции в МВт•ч, максимальном пиковом расходе энергии на тяговой подстанции в МВт•ч, среднем расходе энергии на тяговой подстанции в МВт•ч.

Необходимые таблицы и поля в них:

Таблица: WTr

Поля: Номер\_ТП, Название\_ТП, Расход\_энергии.

Таблица: RMgCхI

Поля: NMgCх, IтpX, где X – порядковый номер от 1 до последней подстанции.

Таблица: RMgCхU

Поля: NMgCх, UтpX, где X – порядковый номер от 1 до последней подстанции.

#### Вариант 5

Создать запрос к базе данных с результатами замеров на тяговых подстанциях Московского метрополитена в различных условиях эксплуатации, обеспечивающий проверку кабелей фидеров тяговой сети и возвращение данных о варианте расчёта, названии тяговой подстанции, названии фидера, типе кабеля, сечении кабеля, количестве линий, допустимом токе, расчётном токе, загрузке кабеля в процентах.



Необходимые таблицы и поля в них:

Таблица: Nagrf

Поля: Название\_тп, Название\_фидера, Тип\_кабеля, Ток\_допустимый, Ток\_расчётный, Количество\_линий.

Таблица: TjagPst

Поля: Primary\_Ind, Название, Ступень.

Таблица: Devices

Поля: S, N\_устройства, Примечание.

### Вариант 6

Создать запрос к базе данных с результатами замеров на тяговых подстанциях Московского метрополитена в различных условиях эксплуатации, обеспечивающий проверку кабелей отсасывающих линий тяговой сети и возвращение данных о варианте расчёта, названии тяговой подстанции, названии отсоса, типе кабеля, сечении кабеля, количестве линий, допустимом токе, расчётном токе, загрузке кабеля в процентах.

Необходимые таблицы и поля в них:

Таблица: NagrOts

Поля: Название\_тп, Название\_отсоса, Тип\_кабеля, а.Количество\_линий, Ток\_допустимый, Ток\_расчётный.

Таблица: TjagPst

Поля: Primary\_Ind, Название, Ступень.

Таблица: Devices

Поля: S, N\_устройства, Примечание.

### Вариант 7

Создать запрос к базе данных с результатами замеров на тяговых подстанциях Московского метрополитена в различных условиях эксплуатации, обеспечивающий возвращение данных для самых тяжёлых вариантов расчёта по наибольшему среднему и наибольшему максимальному токам фидеров тяговой сети. Возвращаемые данные должны содержать информацию о варианте расчёта, эффективному току фидера 1, максимальному току фидера 1, среднему току фидера 1, эффективному току фидера 2, максимальному току фидера 2, среднему току фидера 2, эффективному току фидера 3, максимальному току фидера 3, среднему току

фидера 3, эффективному току фидера 4, максимальному току фидера 4, среднему току фидера 4.

Необходимые таблицы и поля в них:

Таблица: TokFider

Поля: TokFidX, где X – номер фидера (1-4 принадлежат к ТП 1, 5-8 принадлежат к ТП 2, и т.д.).

#### Вариант 8

Создать запрос к базе данных с результатами замеров на тяговых подстанциях Московского метрополитена в различных условиях эксплуатации, обеспечивающий возвращение данных для самых тяжёлых вариантов расчёта по наибольшему среднему и наибольшему максимальному токам кабелей отсасывающих линий тяговой сети. Возвращаемые данные должны содержать информацию о варианте расчёта, эффективному току отсоса 1, максимальному току отсоса 1, среднему току отсоса 1, эффективному току отсоса 2, максимальному току отсоса 2, среднему току отсоса 2.

Необходимые таблицы и поля в них:

Таблица: TokOtsos

Поля: TokOtsosX, где X – номер отсоса (1-2 принадлежат к ТП 1, 3-4 принадлежат к ТП 2, и т.д.).

#### Вариант 9

Создать запрос к базе данных, содержащей информацию об исходных данных по линии Московского метрополитена, обеспечивающий проверку соответствия и наличия типов кабелей и их сечений, указанных в таблице Devices, типам и сечениям кабелей, указанных в справочнике Cab.

Необходимые таблицы и поля в них:

Таблица: Devices

Поля: Cab\_type, S.

Таблица: Cab

Поля: Marka, S.

#### Вариант 10

Создать запрос к базе данных с результатами замеров на токоприёмниках

электроподвижного состава Московского метрополитена, двигающимся в прямом и обратном направлениях, обеспечивающий формирование информации о распределении минимального напряжения на токоприёмниках ЭПС в зависимости от координаты пути для обоих направлений.

Необходимые таблицы и поля в них:

Таблица: ULoc1

Поля: Координата, Напряжение.

Таблица: ULoc2

Поля: Координата, Напряжение.

?

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Intel 64 and IA-32 Architectures Software Developers Manual Интел Однотомное издание Интел , 2015	<a href="https://www.intel.com › articles › technical › intel-sdm">https://www.intel.com › articles › technical › intel-sdm</a>
2	Архитектура ЭВМ и систем - 527 с. ISBN 978-5-9916-1658-4 Новожилов О.П. Однотомное издание М.: Юрайт , 2012	<a href="https://urait.ru/book/arhitektura-evm-i-sistem-v-2-ch-chast-2-516641">https://urait.ru/book/arhitektura-evm-i-sistem-v-2-ch-chast-2-516641</a>
3	Измерительные информационные системы - 124 с. Рубичев Н.А. М.: Дрофа , 2010	Электронный ресурс - ЭБС "Лань" <a href="https://e.lanbook.com/book/319964">https://e.lanbook.com/book/319964</a>
4	Основы организации системы цифровых связей в сложных информационно-измерительных комплексах - 154 с.; ISBN 978-5-93037-307-3 Ацюковский В.А. М.: Энергоатомиздат, , 2001	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
1	Персональные IBM PC и XT. Программирование на языке ассемблера - 335 с. ISBN 5-256-00300-3 Перевод с английского И.В.Емелин Однотомное издание «Радио и связь» , 1989	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
2	Введение в микропроцессорную технику - 216 с. ; ISBN 5-511-00295-X Ч.Гилмор Однотомное издание «Мир» , 1984	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
3	Программирование арифметических операций в микропроцессорах: Учебное пособие для технических ВУЗов 302 с. ISBN 5-06-002052-5 В.К.Злобин, В.Л.Григорьев Учебное пособие М.:Высш. шк. , 1991	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)

4	Микропроцессоры: Курс и упражнения - 335 с. Р. Токхайм Однотомное издание М.:Энергоатомиздат , 1988	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519
5	Алгоритмы и структуры данных - 351 с. ISBN 5-7940-0065-1 Н. Вирт Однотомное издание М.: Высшая школа , 1989	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519
6	Искусство программирования на Ассемблере - 642 с. ISBN 5-93772-021-0 Н.Г.Голубь Однотомное издание 2002	Электронный ресурс - ЭБС "Лань" <a href="https://e.lanbook.com/book/11624">https://e.lanbook.com/book/11624</a>
7	Assembler. Учебник для вузов, 2-е издание В.И. Юров Однотомное издание 2003	Электронный ресурс - ЭБС "Лань" <a href="https://e.lanbook.com/book/1243">https://e.lanbook.com/book/1243</a>

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

www.intel.ru

2. www.autex.ru

3. www.avr.ru

4. <http://www.dessy.ru/>

5. <http://www.freescale.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).

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

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»

В.А. Гречишников

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин