

**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)**

**Моделирование систем и процессов в устройствах электроснабжения**

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 освоения дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и умений для компьютерного моделирования различных режимов работы систем тягового электроснабжения, определения соответствия параметров системы реализуемым нагрузкам, с непрерывным использованием универсальных средств разработки приложений и профессиональных систем компьютерной математики.

Основной целью изучения учебной дисциплины является формирование у обучающегося компетенций в области теории электрификации железных дорог для следующих видов деятельности:

проектной;  
эксплуатационной;  
научно-исследовательской.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

проектной:

- проектирование систем тягового электроснабжения постоянного тока 3,3кВ;
- проектирование систем тягового электроснабжения переменного тока 25кВ и 2х25кВ.

эксплуатационной:

проектирование систем усиления тягового электроснабжения:

- при росте грузопотока;
- при организации движения тяжеловесных поездов;
- при повышении скоростей движения грузовых и пассажирских поездов.

научно-исследовательской:

- исследование новых систем тягового электроснабжения повышенного напряжения;
- расчёт параметров системы тягового электроснабжения при внедрении новых видов электроподвижного состава с асинхронными тяговыми двигателями;
- оценка эффективности рекуперации электрической энергии;
- оценка влияния тяговой сети на линии сигнализации и связи.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

**ПК-2** - Способен проводить экспертизу и разрабатывать проекты элементов, узлов и блоков средств автоматизации управления системами электроснабжения .

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

**Знать:**

сущность и основные принципы имитационного моделирования систем тягового электроснабжения;

**Уметь:**

моделировать процесс движения поезда;

**Владеть:**

способами и методами постановки и проведения экспериментов в виртуальной лаборатории.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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 №6 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 96               | 96         |
| В том числе:                                              |                  |            |
| Занятия лекционного типа                                  | 48               | 48         |
| Занятия семинарского типа                                 | 48               | 48         |

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 84 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.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                       |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Моделирование как этап в исследовании явлений и процессов.<br>Рассматриваемые вопросы: Принципы построения структурно-функциональной схемы математической модели.                                                                      |
| 2        | Нагрузки, действующие на провода контактных сетей и линий.<br>Рассматриваемые вопросы: Моделирование тяговой подстанции постоянного тока. Проведение гармонического анализа выпрямленного напряжения тяговой подстанции.               |
| 3        | Сглаживающие устройства.<br>Рассматриваемые вопросы: Исследование влияния сглаживающего устройства (СУ) на гармонический состав выпрямленного напряжения тяговой подстанции.                                                           |
| 4        | Моделирование быстродействующих фидерных выключателей тяговой подстанции.<br>Рассматриваемые вопросы: Исследование процесса отключения тока короткого замыкания в тяговой сети.                                                        |
| 5        | Моделирование диодного разрядного устройства (ДРУ) тяговой подстанции.<br>Рассматриваемые вопросы: Исследование влияния ДРУ на процесс отключения тока короткого замыкания в тяговой сети.                                             |
| 6        | Моделирование диодного разрядного устройства (УР-2) тяговой подстанции.<br>Рассматриваемые вопросы: Исследование влияния УР-2 на процесс отключения тока короткого замыкания в тяговой сети.                                           |
| 7        | Моделирование грузового электровоза ВЛ10у.<br>Рассматриваемые вопросы: Исследование процесса кратковременной генерации тока электровоза при коротком замыкании в тяговой сети вблизи ЭПС.                                              |
| 8        | Моделирование системы электрической тяги 3,3кВ.<br>Рассматриваемые вопросы Исследование работы электрифицированной железной дороги в нормальном и аварийном режимах.                                                                   |
| 9        | Моделирование тяговой подстанции переменного тока.<br>Рассматриваемые вопросы: Исследование распределения токов нагрузки по фазам тягового трансформатора.                                                                             |
| 10       | Моделирование тягового трансформатора, выпрямительной установки и сглаживающего устройства грузового электровоза ВЛ80с.<br>Рассматриваемые вопросы: Выпрямительная установка возбуждения электровоза от коммутационных перенапряжений. |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11       | <p>Моделирование тягового двигателя пульсирующего тока НБ-418К6 электровоза ВЛ80с.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Исследование генераторного тока тяговых двигателей электровоза при коротком замыкании на выпрямительной установке.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12       | <p>Моделирование системы электрической тяги переменного тока 25кВ.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Исследование работы электрифицированной железной дороги переменного тока в нормальном и аварийном режимах.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 13       | <p>Имитационное моделирование системы электрической тяги постоянного тока 3,3кВ.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Расчеты режимов и нагрузочной способности систем тягового электроснабжения в фазных координатах. Исследование распределения токов нагрузки по фазам тягового трансформатора. Моделирование быстродействующих фидерных выключателей тяговой подстанции. Исследование процесса отключения тока короткого замыкания в тяговой сети.</p>                                                                                                    |
| 14       | <p>Имитационное моделирование системы электрической тяги переменного тока 25кВ.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Выполните сравнительный анализ двух систем электрической тяги при электрификации расчетного участка. Исследования режимов и показателей работы систем электроснабжения. Структурная схема имитационной модели. Законы распределения интервалов между поездами.</p>                                                                                                                                                                       |
| 15       | <p>Применение методов линейного программирования для решения задач.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Выбор оптимальной конфигурации (трасс и сечений ЛЭП) системы электроснабжения с помощью Excel и MathCAD.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 16       | <p>Методы решения задачи оптимизации установившихся режимов электроэнергетических системах.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Обзор методов решения задачи оптимизации. Необходимые условия оптимальности. Анализ прямых и двойственных переменных, новая классификация узлов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 17       | <p>Классического метод оптимизации и метод Лагранжа.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Выбор оптимальной мощности компенсирующих устройств с целью минимизации потерь мощности и обеспечения нормируемого уровня напряжения в системе электроснабжения.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 18       | <p>Применение методов нелинейного программирования.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Решение задач нелинейного программирования методом неопределённых множителей Лагранжа.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 19       | <p>Электрическая нагрузка: статические характеристики электрической нагрузки и моделирование электрических нагрузок.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Теоретические положения по компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий, рассматривается методика выбора устройств компенсации реактивной мощности. Потребления активной и реактивной мощности от напряжения и частоты, при медленных изменениях параметров электрического режима. Статические характеристики определенного состава смешанной нагрузки.</p> |
| 20       | <p>Случайные величины в энергетике.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Непрерывные и дискретные случайные величины. Статистический ряд. Законы распределения случайных величин, числовые характеристики случайных величин и их свойства. Законы распределения вероятностей случайных величин, применяемые в энергетике.</p>                                                                                                                                                                                                                                 |
| 21       | <p>Линейные модели регрессий</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Оценка параметров регрессии. Прогнозирование электрических нагрузок на основе регрессионных моделей.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                     |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22       | Проведение научных исследований.<br>Рассматриваемые вопросы: Классификация, типы и задачи эксперимента.<br>Методика и программа эксперимента. Содержание и разработка методики эксперимента.<br>Планирование эксперимента и основные элементы плана. |
| 23       | Обработка и анализ экспериментальных результатов.<br>Рассматриваемые вопросы: Способы представления результатов эксперимента. Понятие погрешности эксперимента.                                                                                      |
| 24       | Моделирование объектов электроэнергетики.<br>Рассматриваемые вопросы: Математическое моделирование технических объектов и физических процессов при решении инженерных задач в области электроэнергетики.                                             |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Тяговый трансформатор.<br>Исследование распределения токов нагрузки по фазам тягового трансформатора                                                                                                                              |
| 2        | Короткое замыкание в тяговой сети.<br>Исследование влияния ДРУ на процесс отключения тока короткого замыкания в тяговой сети.                                                                                                     |
| 3        | Генерация тока электровоза.<br>Исследование процесса кратковременной генерации тока электровоза при коротком замыкании в тяговой сети вблизи ЭПС                                                                                  |
| 4        | Режимы работы электрифицированной железной дороги.<br>Исследование работы электрифицированной железной дороги в нормальном и аварийном режимах.                                                                                   |
| 5        | Выпрямительные установки.<br>Исследование генераторного тока тяговых двигателей электровоза при коротком замыкании на выпрямительной установке                                                                                    |
| 6        | Моделирование процессов в заземляющих устройствах.<br>Анализ работы заземляющих устройств электроустановок в динамических и импульсных режимах.                                                                                   |
| 7        | Моделирование тепловых процессов при прокладке кабеля.<br>Оценка нагрева кабелей в зависимости от места расположения в группе и влияния этого фактора на допустимую нагрузку кабеля.                                              |
| 8        | Моделирование поверхностного эффекта в проводах и на шинах.<br>Оценка использования полезного сечения токоведущего проводника в зависимости от его расположения относительно проводников других фаз.                              |
| 9        | Модели линий электропередач переменного тока.<br>Виды физических моделей. Возможности моделей. Используемое оборудование и приборы.                                                                                               |
| 10       | Учет влияния погодных условий на коронирование длинных электропередач переменного тока.<br>Аппроксимация кривых потерь на корону в зависимости от погодных условий. Вероятностный учет различия погодных условий по трассе линии. |
| 11       | Оптимизация систем электроснабжения.<br>Меры для обеспечения успешного внедрения комплекса мер по оптимизации систем энергоснабжения. Методика оптимизации эксплуатационных режимов систем электроснабжения.                      |
| 12       | Моделирование как метод научного исследования.<br>Модели используются для изучения любых объектов (явлений, процессов), решения самых                                                                                             |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                              |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | разнообразных научных задач. Построение математических моделей, планирование и проведение экспериментов, анализа экспериментальных данных и оптимизации исследуемого объекта. |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы                                |
|----------|-----------------------------------------------------------|
| 1        | выполнение курсового проекта                              |
| 2        | подготовка к лабораторным работам                         |
| 3        | подготовка к практическим занятиям                        |
| 4        | работа с лекционным материалом и литературой              |
| 5        | подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации |
| 6        | Выполнение курсовой работы.                               |
| 7        | Подготовка к промежуточной аттестации.                    |
| 8        | Подготовка к текущему контролю.                           |

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

- 1 Моделирование тяговой подстанции постоянного тока.
- 2 Моделирование быстродействующих фидерных выключателей тяговой подстанции.
- 3 Моделирование диодного разрядного устройства (ДРУ) тяговой подстанции.  
Определение коэффициентов трансформации величин погрешностей трансформаторов тока.
- 4 Моделирование диодного разрядного устройства (УР-2) тяговой подстанции. Исследование влияния УР-2 на процесс отключения тока короткого замыкания в тяговой сети;
- 5 Моделирование грузового электровоза ВЛ10у.;
- 6 Моделирование системы электрической тяги 3,3кВ.
- 7 Моделирование тяговой подстанции переменного тока.
- 8 Моделирование тягового трансформатора, выпрямительной установки и сглаживающего устройства грузового электровоза ВЛ80с.
- 9 Моделирование тягового двигателя пульсирующего тока НБ-418К6 электровоза ВЛ80с. .
- 10 Имитационное моделирование системы электрической тяги постоянного тока 3,3кВ.

# 11 Имитационное моделирование системы электрической тяги переменного тока 25кВ.

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

| № п/п | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                              | Место доступа                             |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1     | Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystem и Simuink. И.В. Черных 2008                                                                                                                                         | электронное издание                       |
| 2     | Simulink 5/6/7 В.П. Дьяконов 2008                                                                                                                                                                                                       | электронное издание                       |
| 3     | конспект лекций по дисциплине "" Агдреев В.В. Методическое пособие МИИТ , 2014                                                                                                                                                          | электронное издание                       |
| 4     | Введение в математические основы САПР Д. М. Ушаков. Учебное пособие ДМК Пресс , 2011                                                                                                                                                    | Электронный ресурс                        |
| 5     | Вычислительные методы А. А. Амосов, Н. В. Копченова, Ю. А. Дубинский Учебное пособие Лань , 2014                                                                                                                                        | Электронный ресурс                        |
| 6     | Теория вероятностей и математическая статистика А. А. Туганбаев, В. Г. Крупин Учебное пособие Лань , 2011                                                                                                                               | Электронный ресурс                        |
| 7     | Компьютерное моделирование в системе Mathcad В.А. Охорзин М. : Финансы и статистика , 2006                                                                                                                                              | научно-техническая библиотека, 3210, чз.2 |
| 1     | Электроснабжение электрифицированных железных дорог. К.Г. Марквардт. 1982                                                                                                                                                               |                                           |
| 2     | Методы разработки алгоритмов и программ при использовании средств вычислительной техники для решения задач проектирования и эксплуатации систем электроснабжения электрифицированных железных дорог. Учебное пособие. В.В. Андреев 1984 |                                           |
| 3     | Вычислительная и микропроцессорная техника в устройствах электрических железных дорог. Учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта. Под редакцией Г.Г. Марквардта. 1989                                                     |                                           |
| 4     | Математическое моделирование систем и процессов Н. В. Голубева. Учебно-методическое издание Лань , 2013                                                                                                                                 | Электронный ресурс                        |
| 5     | Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB С. В. Поршнева Учебное пособие Лань , 2011                                                                                                                              | Электронный ресурс                        |

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

<http://rgd.ru> - сайт ОАО «РЖД».

Информационный портал Научная электронная библиотека  
eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru))

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.mii.ru>)

Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.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 проектор  
персональные компьютеры

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

Курсовая работа в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Электроэнергетика транспорта»

В.В. Андреев

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова