

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

11/27/3

**Одобрено кафедрой
«Энергоснабжение
электрических
железных дорог»**

**Утверждено
деканом факультета
«Транспортные
средства»**

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

**Рабочая программа
для студентов VI курса
специальности**

190401 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ЭНС)



Москва — 2006

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки инженера путей сообщения по специальности 190401 Электроснабжение железных дорог (ЭНС).

Составитель — канд. техн. наук, проф. Р.В. Шиловская

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Рабочая программа

Редактор *Г.В. Тимченко*
Компьютерная верстка *О.А. Денисова*

Тип. зак. 326	Изд. зак. 255	Тираж 300 экз.
Подписано в печать 5.07.06	Гарнитура Times	Офсет
Усл. печ. л. 0, 5		Формат 60×90 _{1/16}

Издательский центр РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

© Российский государственный открытый технический университет
путей сообщения, 2006

1. ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина посвящена изучению наиболее эффективного и современного метода расчета систем электроснабжения магистральных железных дорог и метрополитена.

Цель изучения дисциплины — состоит в достижении глубокого понимания процессов моделирования нагрузок системы электроснабжения и расчетов.

Дисциплина «Имитационное моделирование электроснабжения» связана с дисциплинами «Электроснабжение электрических железных дорог», «Электрические железные дороги», «Теоретические основы электротехники», «Математические модели в расчетах на ЭВМ», «Тяговые подстанции», «Релейная защита», «Контактная сеть», «Надежность и диагностика технических систем».

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучив дисциплину, студент должен:

1.2.1. *Знать и уметь исследовать:* метод имитационного моделирования нагрузок системы электроснабжения. Основные этапы расчета, алгоритм. Достоинства метода.

1.2.2. *Владеть:* математическими методами, которые используются в расчетной модели. Работать с готовыми программами для компьютера по имитационному моделированию, готовить данные для расчетов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс – VI
Общая трудоемкость дисциплины	125	
Аудиторные занятия	20	
Лекции	16	
Практические занятия	4	
Самостоятельная работа	90	
Контрольная работа	15	1
Всего итогового контроля		Зачет с оценкой

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Разделы дисциплины	Лекции, ч	Практические занятия, ч
1	Введение	1	
2	Имитационные модели	3	
3	Тяговой расчет в имитационной модели	3	
4	Утонченный расчет мгновенных схем	3	
5	Расчет аварийных и вынужденных режимов работы системы электроснабжения	3	
6	Методика выбора оборудования системы электроснабжения	3	4

4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1

Введение

Методы расчета системы электроснабжения, основанные на детерминированном и вероятностных методах. Их достоинства и недостатки. Метод имитационного моделирования, его возможности [1; 3; 4].

РАЗДЕЛ 2

Имитационные модели

Исходные данные для моделирования, расчетные величины. График движения поездов и случайные отклонения от него. Алгоритмы расчета тягового электроснабжения на ЭВМ при проектировании. Использование ЭВМ для расчетов систем электроснабжения в условиях эксплуатации. Автоматизированная система расчетов тягового электроснабжения метрополитена [2; 3; 4].

РАЗДЕЛ 3

Тяговый расчет в имитационной модели

Многовариантный тяговый расчет для перегонов линии метрополитена. Критерии выбора расчетного режима ведения поезда по каждому перегону и линии в целом. Связь с расчетными параметрами тяговой нагрузки, используемыми при решении задач электроснабжения [2; 3; 4].

РАЗДЕЛ 4

Уточненный расчет мгновенных схем

Расчет участка постоянного тока, например, линии метрополитена с учетом внутренних эквивалентных сопротивлений тяговых подстанций, колебаний напряжений питания, нелинейных характеристиках подстанций при рекуперации.

Моделирование и расчет утечки тока из рельсов в тоннельную обделку и землю.

Представление результатов расчетов в табличном виде в файлах и в графическом виде на экране дисплея [2; 3; 4; 5].

РАЗДЕЛ 5

Расчет аварийных и вынужденных режимов работы системы электроснабжения

Представление установившегося значения тока короткого замыкания как случайной величины, расчет функции распределения вероятностей тока к.з. Выбор расчетного значения с заданной вероятностью.

Вынужденные режимы работы системы, связанные с отключением фидера, подстанции и т.д. Организация движения поездов в таких ситуациях [2; 3; 4].

РАЗДЕЛ 6

Методика выбора оборудования системы электроснабжения

Представление тяговой нагрузки как случайного процесса. Корреляционные функции моделируемых процессов. Матема-

тическое ожидание и дисперсия процесса. Использование характеристик случайных процессов при выборе оборудования.

Статистика экстремальных значений, ее применение для расчета максимального значения тока заданной длительности при выборе числа выпрямителей на тяговой подстанции постоянного тока.

Расчет температур нагрева полупроводникового диода в имитационной модели. Оценка показателей надежности выпрямительного агрегата при разных режимах работы тяговых подстанций [1–4].

Автоматизация процесса выбора оборудования.

4.3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий
1	6	Методика выбора оборудования системы электроснабжения

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Контрольная работа

Цель контрольной работы:

1. Смоделировать график движения поездов;
2. Разработать алгоритм расчета заданного параметра тяговой нагрузки.

Объем учебной части — 2 рис.

Темы для самостоятельного изучения

1. Тяговый расчет в имитационной модели.
2. Уточненный расчет мгновенных схем.
3. Расчет аварийных и вынужденных режимов работы систем электроснабжения.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 2002.
2. Шиловская Р.В. Расчет системы электроснабжения электрических железных дорог. — М.: 1996.

Дополнительная

3. Марквардт Г.Г. Применение теорем вероятностей в системах электроснабжения и вычислительной техники. — М.: Транспорт, 1972.
4. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. — М.: Транспорт, 1982. — 528с.
5. Быков Е.И., Панин Б.В., Пупынин В.И. Тяговые сети метрополитена. — М.: Транспорт, 1987.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

(по желанию преподавателя)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 7.1. Объясните назначение методов расчета системы электроснабжения.
- 7.2. Назовите преимущества метода имитационного моделирования по сравнению с другими методами.
- 7.3. Какие критерии лежат в основе выбора мощности подстанции, сечения проводов контактной сети?
- 7.4. Что такое расчет мгновенной схемы? Приведите пример расчета для схем одностороннего питания, двухстороннего питания, узловых схем при электрификации железной дороги на постоянном и переменном токе. Как это делается в методе имитационного моделирования?

7.5. Как рассчитываются параметры тяговой нагрузки (например, средние и эффективные токи фидеров) по результатам расчета, полученным в рассматриваемом методе?

7.6. Чем объясняется случайный характер нагрузок элементов системы электроснабжения, например тока фидера или тока подстанции постоянного тока?

7.7. Как выбрать условный перегон, используемый для корректировки пропускной способности?

7.8. Назовите режимы графика движения поездов, используемые для выбора мощности подстанции.

7.9. Как рассчитывается максимальный ток подстанции постоянного тока заданной длительности?

7.10. Объясните, как выбирается уставка быстродействующего выключателя?

8. КРАТКИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Первоначально нужно изучить детерминированные методы расчета системы электроснабжения, основанные на исследовании графика движения поездов, потом вероятностные методы, а затем начать изучение метода имитационного моделирования.

Разобраться с моделированием случайного графика движения поездов, случайных интервалов между поездами и отклонений от графика движения.

Далее подробно изучить методику электрического расчета мгновенных схем с линейными и нелинейными характеристиками подстанций.

В заключении нужно изучить методику выбора оборудования, основанную на расчетах характеристик случайных процессов.