

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 специалитета
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических
системах**

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: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах» является:

- сформировать у студентов необходимые знания в области электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах;
- освоить современные методы расчета электромагнитных переходных процессов.

Задачами освоения учебной дисциплины «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах» является:

- освоение студентами математических моделей различных элементов электроэнергетических систем;
- получение знаний в области методов исследования переходных процессов;
- формирование у обучающихся навыков по расчету переходных процессов в электроэнергетических системах.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-1 - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования;

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?.

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

Знать:

- причины возникновения и понимание физической сущности явлений;
- характер протекания электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем;
- математические методы исследования электромагнитных переходных процессов.

Уметь:

- проводить расчеты электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем различными методами;
- использовать методы анализа и моделирования электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем.

Владеть:

- методологией расчетов электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем;
- методами математического моделирования электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем.

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	32	32
Занятия семинарского типа	64	64

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.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Системы электроснабжения. Классический метод анализа переходных процессов в электрических цепях. Рассматриваемые вопросы: - характер переходного процесса в зависимости от корней характеристического уравнения; - составление характеристического уравнения при гармоническом токе; - определение степени характеристического уравнения.
2	Применение преобразования Лапласа к исследованию переходных процессов в электрических цепях. Рассматриваемые вопросы: - определение преобразованной функции и некоторые ее свойства; - нахождение исходной функции по ее преобразованной; - теоремы и правила операционного исчисления; - одностороннее преобразование Фурье и его связь с преобразованием Лапласа.
3	Переходные процессы в сосредоточенных линейных цепях. Рассматриваемые вопросы: - переходные процессы в контурах из последовательно соединенных сопротивления и индуктивности или емкости; - переходные процессы в контурах из последовательно соединенных сопротивления, емкости и индуктивности; - переходные процессы в индуктивно связанных контурах; - переходные процессы в схемах со смешанным соединением.
4	Переходные процессы при импульсных напряжениях. Рассматриваемые вопросы: - методика решения задач при импульсных напряжениях; - прямоугольные импульсы; - запись импульсов при помощи единичной функции и их операционные выражения; - включение контуров на импульсные напряжения различной формы.
5	Переходные процессы в системах с распределенными параметрами. Рассматриваемые вопросы: - основные дифференциальные уравнения и их решения в операторной форме; - импульсные системы и основы дискретного преобразования Лапласа; - применение теории разомкнутых и замкнутых импульсных систем к исследованию систем с распределенными параметрами; - численные методы расчета переходных процессов в электрических цепях с распределенными параметрами.
6	Расчет переходных процессов методом интеграла Фурье. Рассматриваемые вопросы: - интеграл Фурье и его свойства; - представление функций времени интегралом Фурье; - представление токов и напряжений интегралом Фурье; - приближенный метод определения временной функции по вещественной частотной характеристике системы.
7	Переходные процессы в цепных схемах. Рассматриваемые вопросы: - уравнения четырехполюсника

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- уравнения цепной схемы; - включение цепной схемы низкочастотного фильтра на постоянную э.д.с. при холостом ходе при нулевых начальных условиях; - включение цепной схемы на постоянную э.д.с. при коротком замыкании в конце схемы.
8	Обобщенные функции для анализа и расчета. Рассматриваемые вопросы: - разрывные и импульсные функции; - переходные характеристики; - интегралы Дюамеля; - особые задачи теории переходных процессов; - операторный метод решения особых задач.
9	Метод переменных состояния для расчета переходных процессов. Рассматриваемые вопросы: - методы составления уравнений состояния цепи; - аналитические методы решения уравнения состояния цепи; - численные методы решения уравнений состояния цепи.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Анализ переходных процессов при трехфазном КЗ в электрической сети, питающейся от источника бесконечной мощности. В результате лабораторной работы студент получает навык: - исследования факторов, влияющих на величину токов короткого замыкания в электрических сетях; - определения факторов, влияющих на ударную величину тока КЗ и скорость затухания апериодической составляющей.
2	Анализ переходных процессов при несимметричных КЗ в электрической сети, питающейся от источника бесконечной мощности. В результате лабораторной работы студент получает навык: - исследования зависимости величины тока короткого замыкания от вида повреждения в сетях с изолированной и заземленной нейтралью.
3	Анализ переходных процессов при однофазных коротких замыканиях в сетях с изолированной и глухозаземленной нейтралью. В результате лабораторной работы студент получает навык: - исследования зависимости величины тока короткого замыкания от вида повреждения в сетях с изолированной и заземленной нейтралью.
4	Исследование процесса синхронизации натурального синхронного генератора с сетью и регулирования его активной и реактивной мощностей. В результате лабораторной работы студент получает навык: - точной ручной синхронизации генератора с сетью; - регулирования активной и реактивной мощности синхронного генератора.
5	Определение угловой характеристики синхронного генератора. В результате лабораторной работы студент получает навык: - снятия угловой характеристики синхронного генератора в номинальном режиме; - определения предела статической устойчивости синхронного генератора в номинальном режиме.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
6	Исследование влияния параметров элементов, схемы и режима электрической системы на его устойчивость. В результате лабораторной работы студент получает навык: - определения влияния длины линии электропередачи (ее эквивалентного сопротивления) на предел статической устойчивости синхронного генератора в номинальном режиме; - определения влияния напряжения электропередачи на предел статической устойчивости синхронного генератора в номинальном режиме.
7	Исследование влияния на статическую устойчивость натурального синхронного генератора вида короткого замыкания в электроэнергетической системе. В результате лабораторной работы студент получает навык: - исследования влияния на статическую устойчивость натурального синхронного генератора однофазных, двухфазных и трехфазных коротких замыканий. - исследования влияния величины тока возбуждения на статическую устойчивость синхронного генератора при перечисленных видах коротких замыканий.
8	Исследование влияния на динамическую устойчивость натурального синхронного генератора длительности короткого замыкания в электроэнергетической системе. В результате лабораторной работы студент получает навык: - исследования влияния длительности двухфазного короткого замыкания на динамическую устойчивость натурального синхронного генератора; - определения влияния величины тока возбуждения и загрузки синхронного генератора на максимальную длительность аварийного режима, не приводящего к потере устойчивости.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Анализ переходных процессов классическим методом. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - проводить расчеты электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем классическим методом; - создания математической модели исследования электромагнитных переходных процессов в сосредоточенных линейных цепях.
2	Анализ переходных процессов операторным методом. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - проводить расчеты электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем операторным методом; - создания математической модели исследования электромагнитных переходных процессов в сосредоточенных линейных цепях.
3	Анализ переходных процессов в линейных цепях подверженных импульсным воздействиям дискретным преобразованием Лапласа. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - проводить расчеты электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем дискретным преобразованием Лапласа; - создания математической модели исследования электромагнитных переходных процессов в линейных цепях подверженных импульсным воздействиям.
4	Анализ переходных процессов методом интеграла Дюамеля. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - проводить расчеты электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем методом интеграла Дюамеля;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- создания математической модели исследования электромагнитных переходных процессов в сосредоточенных линейных цепях.
5	Анализ переходных процессов методом интеграла Фурье. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - проводить расчеты электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем методом интеграла Фурье; - создания математической модели исследования электромагнитных переходных процессов в четырехполюснике.
6	Анализ переходных процессов методом переменных состояния. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - проводить расчеты электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем методом переменных состояния; - создания математической модели исследования электромагнитных переходных процессов в сосредоточенных линейных цепях.
7	Анализ переходных процессов с применением обобщенных функций. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - проводить расчеты электромагнитных переходных процессов электроэнергетических систем с применением обобщенных функций; - создания математической модели исследования электромагнитных переходных процессов в особых цепях.

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	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Солёная, О. Я. Переходные процессы в электрических системах : учебное пособие / О. Я. Солёная. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2020. — 52 с. — ISBN 978-5-8088-1511-7.	https://e.lanbook.com/book/216506 (дата обращения: 14.02.2024).
2	Аксютин, В. А. Переходные процессы в электрических цепях : учебное пособие / В. А. Аксютин. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 112 с. — ISBN 978-5-7782-3379-9.	https://e.lanbook.com/book/118075 (дата обращения: 14.02.2024).

3	Климова, С. Р. Сборник задач по переходным процессам в электрических цепях : учебное пособие / С. Р. Климова, И. А. Харченко. — Москва : МАИ, 2021. — 38 с. — ISBN 978-5-4316-0883-4.	https://e.lanbook.com/book/256304 (дата обращения: 14.02.2024).
4	Переходные процессы в линейных электрических цепях, нелинейные электрические цепи : учебное пособие / В. Л. Громок, Ю. А. Крюков, О. В. Крюкова, И. И. Шевчук. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2021. — 98 с. — ISBN 978-5-89847-616-8.	https://e.lanbook.com/book/196924 (дата обращения: 14.02.2024)

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

1. Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)
2. Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.mii.ru>)
3. 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).

1. Microsoft Office;
2. Специализированная программа Mathcad;
3. Специализированная программа Matlab.

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

1. Маркерная доска или проектор, компьютерное оборудование.
2. Помещения для проведения лабораторных работ, оснащенные следующим оборудованием: модули однофазных трансформаторов, модули трехфазной сети, модули синхронизации, модули выключателей, модули электромагнитного агрегата, модули возбуждения, частотные преобразователи, модули линий электропередач, модули измерительные, модули ввода-вывода, содержащие датчики тока и напряжения, измерители скорости, модули индуктивной, емкостной и активной нагрузки, измерители мощности, модули питания.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, к.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»

К.С. Субханвердиев

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова