

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электрические станции и подстанции

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	3 семестр - 16 часов;
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 73,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Проверочная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	АНТОНОВ А.А.
	Идентификатор	R3781d247-AntonovAA-408b93cc

А.А. Антонов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Поляков А.М.
	Идентификатор	R4a9cc249-PoliakovAM-44585360

А.М. Поляков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Монаков Ю.В.
	Идентификатор	R4bfa2851-MonakovYV-407f6fea

Ю.В. Монаков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение компьютерных методов расчета и анализа переходных процессов в электроэнергетических системах.

Задачи дисциплины

- □ научиться применению современных компьютерных комплексов для расчета электромагнитных переходных процессов;
- □ научиться создавать математические модели элементов электроэнергетических систем для расчета переходных процессов;
- □ научиться рассчитывать и анализировать переходные процессы в электроэнергетических системах.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
РПК-1 Способен участвовать в проведении научно-исследовательских работ в области (сфере) профессиональной деятельности	ИД-2рпк-1 Применяет фундаментальные и прикладные знания для решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)	знать: - компьютерные инструменты для математического моделирования переходных процессов; - методы расчета переходных процессов в электроэнергетических системах; - способы оценки достоверности результатов расчета переходных процессов. уметь: - определять параметры схем замещения основных элементов электрических сетей; - выбирать и применять готовые математические модели элементов электрических сетей; - рассчитывать и анализировать осциллограммы переходных процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрические станции и подстанции (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы математического моделирования на уровне бакалавра
- знать основы электромагнитных и электромеханических переходных процессов на уровне бакалавра
- знать основы электрических машин на уровне бакалавра
- уметь рассчитывать установившиеся электрические режимы
- уметь рассчитывать токи короткого замыкания
- уметь работать в компьютерных программах по расчету токов короткого замыкания и установившихся электроэнергетических режимов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Раздел 1 Схемы замещения элементов электрических сетей	4	3	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение видов схем замещения элементов электрических сетей и область их использования <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 24-38 [2], 24-57	
1.1	Схемы замещения элементов электрических сетей	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
2	Раздел 2 Параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем	8		2	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 1) Изучение выражений для определения параметров схем замещения. 2) Восполнение недостатка исходных данных. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 24-38 [2], 67-77
2.1	Параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем	8		2	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
3	Раздел 3 Математические модели элементов электроэнергетических систем	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Математические модели синхронной машины, трансформатора, линии электропередачи, устройств компенсации реактивной мощности, места аварии <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 19-42
3.1	Математические модели элементов электроэнергетических систем	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	

	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0		16	16	-	-	2	-	-	0.5	40	33.5	
	Итого за семестр	108.0		16	16	-	2	-	-	0.5	73.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Раздел 1 Схемы замещения элементов электрических сетей

1.1. Схемы замещения элементов электрических сетей

Схемы замещения элементов электроэнергетических систем: турбогенератора, линии электропередачи, трансформатора, поперечных элементов (шунтирующий реактор, батарея статических конденсаторов), нагрузки.. Выбор схемы замещения в зависимости от вида и характера переходного процесса..

2. Раздел 2 Параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем

2.1. Параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем

Расчет параметров схем замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей: турбогенератора, линии электропередачи, трансформатора, поперечных элементов (шунтирующий реактор, батарея статических конденсаторов), нагрузки.. Параметры блоков регулирования: постоянная времени, коэффициент усиления, коэффициент чувствительности. Параметры пропорциональных, интегральных и пропорционально-интегральных регуляторов..

3. Раздел 3 Математические модели элементов электроэнергетических систем

3.1. Математические модели элементов электроэнергетических систем

Модель синхронной машины: каталожные параметры, параметры схемы замещения, параметры автоматического регулирования возбуждения, параметры турбины.. Модель линии электропередачи: сопротивления прямой и нулевой последовательности, сопротивления собственные и взаимные, зависимость параметров от частоты, сопротивления П-образной схемы замещения, распределенные параметры, блок расчета параметров линии.. Модель трансформатора: двухобмоточный и трехобмоточный трансформаторы, идеальный трансформатор и трансформатор с потерями, характеристика намагничивания.. Модель синхронного двигателя: каталожные параметры, параметры схемы замещения, параметры автоматического регулирования возбуждения, характеристика нагрузки на валу двигателя.. Модель асинхронного двигателя: каталожные параметры, параметры схемы замещения, параметры обмотки ротора, характеристика нагрузки на валу двигателя.. Модель блока автоматического регулирования возбуждения синхронной машины: каналы пропорционального и сильного действия, постоянная времени возбудителя, постоянная времени канала регулирования, кратность и длительность форсировки возбуждения..

4. Раздел 4 Переходный процесс при включении трансформатора на холостой ход

4.1. Переходный процесс при включении трансформатора на холостой ход

Определение и ввод в модель трансформатора характеристики намагничивания трансформатора.. Расчет осциллограммы параметров переходного процесса и её анализ.. Анализ наличия и степени влияния на кратность броска тока намагничивания: фазы напряжения источника питания, характеристики намагничивания магнитопровода трансформатора, нагрузки трансформатора и остаточной намагниченности магнитопровода..

5. Раздел 5 Переходный процесс в синхронных машинах при коротких замыканиях

5.1. Переходный процесс в синхронных машинах при коротких замыканиях

Определение и ввод в модель синхронной машины сопротивлений переходной и сверхпереходной схемы замещения, параметров турбины и автоматического регулятора

возбуждения.. Расчет осциллограммы параметров переходного процесса и её анализ.. Анализ наличия и степени влияния на характер переходного процесса: системы возбуждения, демпферных контуров, скорости регулирования турбины, удаленности короткого замыкания..

6. Раздел 6 Влияние способов прокладки кабелей на параметры кабельных линий

6.1. Влияние способов прокладки кабелей на параметры кабельных линий

Расчет собственных и взаимных сопротивлений кабельной линии в блоке «Cable Data».. Расчет сопротивлений прямой и нулевой последовательности кабельной линии в зависимости от способа соединения и заземления экранов кабелей.. Анализ влияния просвета между кабелями на сопротивления прямой и нулевой последовательности..

7. Раздел 7 Анализ апериодической составляющей тока короткого замыкания

7.1. Анализ апериодической составляющей тока короткого замыкания

Влияние продольных сопротивлений и поперечных проводимостей на ударный ток и постоянную времени затухания апериодической составляющей.. Определение отключаемого апериодического тока.. Расчет и анализ условий возникновения явления «отрыва нуля» для тока короткого замыкания..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Переходный процесс в синхронных машинах при коротких замыканиях;
2. Анализ апериодической составляющей тока короткого замыкания;
3. Влияние способов прокладки кабелей на параметры кабельных линий;
4. Переходный процесс при включении трансформатора на холостой ход.

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7		
Знать:										
способы оценки достоверности результатов расчета переходных процессов	ИД-2РПК-1		+		+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №4
методы расчета переходных процессов в электроэнергетических системах	ИД-2РПК-1		+		+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №4
компьютерные инструменты для математического моделирования переходных процессов	ИД-2РПК-1			+						Проверочная работа/Контрольная работа №2
Уметь:										
рассчитывать и анализировать осциллограммы переходных процессов	ИД-2РПК-1				+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2 Лабораторная работа/Защита

									лабораторной работы №3 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №4
выбирать и применять готовые математические модели элементов электрических сетей	ИД-2РПК-1	+	+						Проверочная работа/Контрольная работа №1
определять параметры схем замещения основных элементов электрических сетей	ИД-2РПК-1	+		+					Проверочная работа/Тест №1

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 (Проверочная работа)
2. Контрольная работа №2 (Проверочная работа)
3. Тест №1 (Проверочная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы №4 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Переходные процессы в электроэнергетических системах : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, М. В. Пираторов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – М. : Изд-во МЭИ, 2018. – 396 с. – Победитель Всероссийского конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике 2017 г. – ISBN 978-5-7046-1948-2.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10738>;
2. Крючков И.П. , Старшинов В.А. , Гусев Ю.П. - "Короткие замыкания и выбор электрооборудования", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (568 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72231;
3. Кузнецов, Ю. П. Методы расчетов, моделирование и исследование режимов работы электрооборудования тепловых электрических станций и подстанций : монография / Ю. П. Кузнецов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Изд-во МЭИ, 2013. – 165 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. SimInTech;
3. GuPlanAC;
4. Neplan;

5. RastrWin.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
21. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
24. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. Журналы Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>
26. Журналы издательства SAGE Publication (Sage) - <https://journals.sagepub.com/>
27. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
28. Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. Коллекция журналов Taylor & Francis Group - <https://www.tandfonline.com/>
30. Журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
31. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
34. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>

35. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
36. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
37. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
38. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
39. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;
<http://docs.cntd.ru/>
40. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	ЭС-41, Учебная аудитория каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	ЭС-42, Компьютерный класс каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	ЭС-42, Компьютерный класс каф. ЭС	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	ЭС-53, Преподавательская каф. ЭС	рабочее место сотрудника, стол для оргтехники, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, ноутбук, компьютер персональный, документы, журналы
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ЭС-21а, Помещение для учебного инвентаря	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерные методы анализа переходных процессов в электроэнергетических системах

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа №1 (Проверочная работа)
- КМ-2 Контрольная работа №2 (Проверочная работа)
- КМ-3 Тест №1 (Проверочная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
- КМ-6 Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)
- КМ-7 Защита лабораторной работы №4 (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12	14	16
1	Раздел 1 Схемы замещения элементов электрических сетей								
1.1	Схемы замещения элементов электрических сетей		+		+				
2	Раздел 2 Параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем								
2.1	Параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем		+			+	+	+	+
3	Раздел 3 Математические модели элементов электроэнергетических систем								
3.1	Математические модели элементов электроэнергетических систем			+	+				
4	Раздел 4 Переходный процесс при включении трансформатора на холостой ход								
4.1	Переходный процесс при включении трансформатора на холостой ход					+	+	+	+
5	Раздел 5 Переходный процесс в синхронных машинах при коротких замыканиях								
5.1	Переходный процесс в синхронных машинах при коротких замыканиях					+	+	+	+

6	Раздел 6 Влияние способов прокладки кабелей на параметры кабельных линий							
6.1	Влияние способов прокладки кабелей на параметры кабельных линий				+	+	+	+
7	Раздел 7 Анализ апериодической составляющей тока короткого замыкания							
7.1	Анализ апериодической составляющей тока короткого замыкания				+	+	+	+
Вес КМ, %:		10	15	5	15	20	20	15