

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Электроснабжения и электротехники»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры электроснабжения и электротехники

Протокол №12 от 18 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Оптимизация развивающихся систем электроснабжения

Квалификация: Магистр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Сташкевич Елена
Владимировна
Дата подписания: 02.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Шакиров
Владислав Альбертович
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Сулов
Константин Витальевич
Дата подписания: 04.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Переходные процессы в электроэнергетических системах» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-3 Способен решать инженерные задачи по конструированию, эксплуатации, техническому обслуживанию, реконструкции оборудования. Выявлять технические и технологические недостатки	ПК-3.1
ПК-4 Способен проектировать, производить расчёты и выбирать оборудование систем электроснабжения	ПК-4.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-4.1	Читает и составляет схемы замещения энергетических систем	Знать основы теории электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах и их основных элементах; методы расчета токов короткого замыкания систем электроснабжения; основные мероприятия по ограничению токов короткого замыкания, повышению качества переходных процессов и экономичности мероприятий Уметь производить расчеты токов короткого замыкания в системах электроснабжения; использовать современные программно-вычислительные комплексы для расчета коротких замыканий в системах электроснабжения, выбрать мероприятия и обосновать их применение для ограничения токов короткого замыкания, применять актуальную нормативную документацию по выбору мероприятий и уметь обосновать их применение Владеть методами расчета токов короткого замыкания в системах электроснабжения
ПК-3.1	Читает и составляет схемы замещения энергетических систем	Знать основы теории электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах и их основных элементах;

		<p>методы расчета токов короткого замыкания систем электроснабжения; основные мероприятия по ограничению токов короткого замыкания, повышению качества переходных процессов и экономичности мероприятий</p> <p>Уметь производить расчеты токов короткого замыкания в системах электроснабжения; использовать современные программно-вычислительные комплексы для расчета коротких замыканий в системах электроснабжения, выбрать мероприятия и обосновать их применение для ограничения токов короткого замыкания, применять актуальную нормативную документацию по выбору мероприятий и уметь обосновать их применение</p> <p>Владеть методами расчета токов короткого замыкания в системах электроснабжения</p>
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Переходные процессы в электроэнергетических системах» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Компьютерные, сетевые и информационные технологии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Электроснабжение. Спецкурс», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Учебный год № 1
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	16	16
лекции	6	6
лабораторные работы	6	6
практические/семинарские занятия	4	4
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	88	88
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	4

Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Курсовой проект	Зачет, Курсовой проект
--	------------------------	------------------------------

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 1

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Переходные процессы в электроэнергетических системах	1	2							Устный опрос
2	Переходный процесс в простейших трехфазных цепях.	2	2	1	2	1	2			Устный опрос
3	Симметричные и несимметричные короткие замыкания	3	2	2, 3	4	2	2	1	88	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								4	Зачет, Курсовой проект
	Всего		6		6		4		92	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Переходные процессы в электроэнергетических системах	Введение. Основные виды и особенности переходных процессов, характеристика их протекания и влияние на работу электрической системы и отдельных ее элементов. Причины возникновения переходных процессов. Основные допущения принимаемые при исследовании и в практических расчетах процессов.
2	Переходный процесс в простейших трехфазных цепях.	Полный ток короткого замыкания в трехфазной цепи. Составляющие полного тока. Ударный ток.
3	Симметричные и несимметричные короткие замыкания	Виды коротких замыканий. симметричное КЗ, Несимметричные КЗ: Однофазное на землю, двухфазное, двухфазное на землю. Граничные условия.

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 1

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Исследование переходного процесса при подключении к сети ненагруженного трансформатора	2
2	Исследование переходного процесса при симметричном коротком замыкании в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности	2
3	Исследование режимов при несимметричных коротких замыканиях в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности	2

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 1

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет параметров схемы замещения электрической системы. Приведение в именованных и относительных единицах	2
2	Расчет токов и напряжений при несимметричных коротких замыканиях. Построение векторных диаграмм	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	88

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: например, презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением; дискуссия, проводимая в форме публичного обсуждения по поводу заданного спорного вопроса, проблемы; тренинги (устный опрос, контрольные работы).

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Пионкевич, В.А. Переходные процессы : электронный курс / В.А. Пионкевич, М.А. Новожилов. – Иркутск : ИРНИТУ, 2020.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Пионкевич, В.А. Переходные процессы : электронный курс / В.А. Пионкевич, М.А. Новожилов. – Иркутск : ИРНИТУ, 2020.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

1. Пионкевич, В.А. Переходные процессы : электронный курс / В.А. Пионкевич, М.А. Новожилов. – Иркутск : ИРНИТУ, 2020.

2. Новожилов М. А. Переходные процессы в электроэнергетических системах: лабораторный практикум / М. А. Новожилов, В. А. Пионкевич, 2014. - 75.

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Пионкевич, В.А. Переходные процессы : электронный курс / В.А. Пионкевич, М.А. Новожилов. – Иркутск : ИРНИТУ, 2020.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 1 | Устный опрос

Описание процедуры.

устный опрос обучающихся на практических занятиях и лабораторных работах по вопросам, пройденным при изучении дисциплины.

Критерии оценивания.

контроль считается пройденным, если обучающийся верно отвечает на предложенные вопросы по данным темам, демонстрируя знание и понимание изученных тем дисциплины. В противном случае обучающемуся выдаётся список рекомендованной литературы для освоения вопросов контроля и назначается дата пересдачи.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-4.1	Составляет схемы замещения для расчётных электрических схем, выполняет расчёты параметров короткого замыкания и других переходных режимов работы электроэнергетических систем	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. Выполнение лабораторных работ, практического задания.

		Подготовка и защита отчётов по практическим и/или лабораторным работам
ПК-3.1	Составляет схемы замещения для расчётных электрических схем, выполняет расчёты параметров короткого замыкания и других переходных режимов работы электроэнергетических систем	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. Выполнение лабораторных работ, практического задания. Подготовка и защита отчётов по практическим и/или лабораторным работам

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 1, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Курсовой проект является конечным продуктом, получаемым в результате выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и уровень сформированности аналитических и исследовательских навыков.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Оценка «отлично»: Исследование выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. Студент	Оценка «хорошо»: Исследование выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. Студент показал знание	Оценка «удовлетворительно»: Исследование не содержит элементы новизны. Студент не в полной мере владеет теоретическим материалом по рассматриваемой проблеме, умение	Оценка «неудовлетворительно»: Выполнено менее 50% требований к курсовой работе и студент не допущен к защите.

<p>показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы. Материал излагается грамотно, логично, последовательно. Оформление отвечает требованиям написания курсовой работы. Во время защиты студент показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, адекватно ответить на поставленные вопросы.</p>	<p>теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно. Имеются недочеты в оформлении курсовой работы. Во время защиты студент показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы.</p>	<p>анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно. Имеются недочеты в оформлении курсовой работы. Во время защиты студент затрудняется в представлении результатов исследования и ответах на поставленные вопросы.</p>	
--	---	---	--

6.2.2.2 Учебный год 1, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Зачет – представляет собой определение уровня освоения студентами объема дисциплины образовательной программы и проводится в форме, предусмотренной учебным планом. Зачет принимается в последнюю неделю теоретического обучения, до начала экзаменационной сессии.

Студенты обязаны, согласно рабочей учебной программе, в установленные сроки выполнить и отчитаться по всем видам работ и заданий по СРС, защитить отчёты по лабораторным работам и ответить на все контрольные вопросы. Форма ответов по контрольным вопросам – устная.

Цель зачёта - проверить усвоение учебного материала практических и лабораторных занятий и качество усвоения теоретического материала по дисциплине.

К зачету допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (устный

опрос по темам дисциплины, защита отчётов по лабораторным работам). На устную часть зачета обучающийся предоставляет преподавателю написанный собственноручно конспект лекций, Отчеты по всем защищенным лабораторным работам. Преподаватель при необходимости задает 1-2 дополнительных вопроса по теоретическому курсу из расчёта около 10 минут на обучающегося.

Пример задания:

Примерные вопросы для проведения зачета:

1. Классификация режимов и переходных процессов.
2. Основные положения, принимаемые при анализе переходных процессов.
3. Причины возникновения электромагнитных переходных процессов и их следствия.
4. Классификация коротких замыканий.
5. Назначение расчетов переходных процессов и требования к ним.
6. Основные допущения при выполнении расчетов электромагнитных переходных процессов.
7. Понятия о расчетных условиях при исследовании электромагнитных переходных процессов.
8. Система относительных единиц и ее применение в расчетах переходных процессов.
9. Составление схем замещения и определение параметров их элементов в именованных и относительных единицах.
10. Преобразование схем замещения сложных ЭЭС.
12. Определение мощности короткого замыкания.
13. Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи, питаемой от источника синусоидального напряжения неизменной амплитуды и частоты.
14. Токи в фазах при трехфазном КЗ и их составляющие.
15. Условия возникновения наибольшей апериодической слагающей и максимума мгновенного значения полного тока короткого замыкания.
16. Ударный ток трехфазного короткого замыкания.
17. Ударный коэффициент при трехфазном коротком замыкании.
18. Действующее значение полного тока короткого замыкания и его слагающих.
19. Приближенное определение апериодической слагающей тока и эквивалентной постоянной времени для разветвленной цепи.
20. Установившийся режим КЗ
21. Основные характеристики и параметры синхронной машины в установившемся режиме короткого замыкания.
22. Влияние и учет нагрузки на величину тока в установившемся режиме КЗ
23. Влияние автоматического регулирования возбуждения синхронных машин на величины токов и напряжений при установившемся режиме КЗ
24. Режимы работы генератора в установившемся режиме КЗ
25. Сверхпереходная э.д.с. и сверхпереходное сопротивление синхронного генератора.
26. Расчет тока трехфазного короткого замыкания в момент нарушения режима.
27. Основные допущения и требования к практическим расчетам токов КЗ
28. Приближенный учет системы.
29. Расчет тока трехфазного короткого замыкания в начальный момент времени от групп синхронных и асинхронных двигателей, обобщенной нагрузки.
30. Расчеты токов короткого замыкания с учетом индивидуального изменения токов генераторов.
31. Метод типовых кривых для определения периодической составляющей тока трехфазного КЗ
32. Основные положения исследования несимметричных электромагнитных

переходных процессов.

33. Условия применимости метода симметричных составляющих для анализа электромагнитных переходных процессов.
35. Параметры элементов ЭЭС для токов обратной и нулевой последовательности: синхронные машины, асинхронные двигатели, обобщенная нагрузка, трансформаторы, автотрансформаторы, воздушные и кабельные линии электропередачи.
36. Схемы замещения отдельных последовательностей при однократных поперечной и продольной несимметриях.
37. Результирующие э.д.с. и сопротивления схем замещения отдельных последовательностей.
38. Основные виды однократной поперечной несимметрии.
39. Расчетные выражения для составляющих токов и напряжений в месте возникновения: двухфазного, однофазного КЗ на землю, двухфазного КЗ на землю.
40. Векторные диаграммы токов и напряжений в месте возникновения: двухфазного, однофазного КЗ на землю, двухфазного КЗ на землю.
41. Правило эквивалентности прямой последовательности при однократной поперечной несимметрии.
42. Комплексные схемы замещения при: однофазном, двухфазном, двухфазном КЗ на землю.
43. Распределение и трансформация токов и напряжений в схемах замещения отдельных последовательностей.
44. Эпюры напряжений прямой, обратной и нулевой последовательности простейшей ЭЭС при: однофазном, двухфазном, двухфазном КЗ на землю.
45. Практические методы расчета несимметричных коротких замыканий.
46. Расчет начальных значений токов и напряжений при несимметричных коротких замыканиях.
47. Соотношение токов прямой последовательности при несимметричных коротких замыканиях в одной точке.
48. Граничные условия и соотношения между составляющими токов и напряжений в месте: разрыва одной фазы; разрыва двух фаз; включения сопротивления в одну фазу; включения сопротивления в две фазы.
49. Простое замыкание на землю.

6.2.2.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Оценки «зачтено» заслуживает студент, выполнивший и защитивший лабораторные работы, обнаруживший знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой.	Оценка «незачтено» выставляется студенту не выполнившему и/или не защитившему лабораторные работы, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не могущего продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза.

7 Основная учебная литература

1. Новожилов М. А. Переходные процессы в электроэнергетических системах : лабораторный практикум / М. А. Новожилов, В. А. Пионкевич, 2014. - 75.

2. Ульянов С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебник для электротехнических и энергетических вузов и факультетов / С. А. Ульянов, 2010. - 518.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Крючков И. П. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах : [Учеб. пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" и специальностям "Электр. станции", "Электроэнергет. системы и сети", "Электроснабжение", "Автомат. упр. электроэнергет. системами"] / И. П. Крючков, 2000. - 167.

2. Переходные процессы в электроэнергетических системах : лаб. практикум. Специальность 100400-электроснабжение; Направление 650900-электроэнергетика / Иркут. гос. техн. ун-т, 2002. - 67.

3. Переходные процессы в электроэнергетических системах : учебник для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроснабжение" / И. П. Крючков [и др.], 2009. - 413.

4. Переходные процессы в электроэнергетических системах : программа, задания на курсовую работу, методические указания к выполнению курсовой работы (для заочной формы обучения). Специальность 100400 "Электроснабжение" / Иркут. гос. техн. ун-т ; сост. Новожилов М. А. Ч. 1 : Электромагнитные переходные процессы, 2001. - 30.

5. Веников В. А. Электромеханические переходные процессы в электрических системах / В. А. Веников, 1958. - 488.

6. Горев Александр Александрович. Переходные процессы синхронной машины / Александр Александрович Горев; Отв. ред. М. Л. Левинштейн, Л. А. Суханов, 1985. - 502.

7. Гамазин Станислав Иванович. Переходные процессы в системах электроснабжения с электродвигательной нагрузкой / Станислав Иванович Гамазин, Т.А. Садыкбеков, 1991. - 302.

8. Веников Валентин Андреевич. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах / Валентин Андреевич Веников, В.И. Идельчик, М.С. Лисеев, 1985. - 214.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007

2. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)

3. MathWorks_MatLabR2010b (Simulink - 30, SimPowerSystems - 30)_511547_eng

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор ViewSonic PJ5134 (Разрешение 1024*768;Мощность лампы 190Вт;Расстояние проекционное 1-12м;Размер проекции по диагонали 0,6-7,6 м)

2. Экран Classic Scutum

3. Ноутбук Lenovo IdealPad B5045 (39,62" мм;Память 4Гб;Процессор 4ядра,модель 6410;Жесткий диск 500ГБ)