

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

Структурное подразделение «Электроснабжения и электротехники (140)»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры электроснабжения и электротехники

Протокол №10 от 10 июня 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электроснабжение

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Сташкевич Елена Владимировна Дата подписания: 08.06.2026
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Шакиров Владислав Альбертович Дата подписания: 10.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

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

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

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность к выполнению работ по эксплуатации оборудования и систем электроснабжения	ПКС-2.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.2	Составляет расчетные схемы и выполняет расчеты токов коротких замыканий в ЭЭС	Знать основы теории электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах и их основных элементах; методы расчета токов короткого замыкания Уметь производить расчеты токов короткого замыкания; использовать современные программно-вычислительные комплексы для расчета коротких замыканий Владеть методами расчета токов короткого замыкания

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Переходные процессы» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электрические станции и подстанции»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Релейная защита систем электроснабжения», «Системы электроснабжения»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Учебный год № 3
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:	18	18
лекции	6	6
лабораторные работы	6	6
практические/семинарские занятия	6	6
Самостоятельная работа (в т.ч.	153	153

курсовое проектирование)		
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 3

№ 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	Методы расчёта токов КЗ: схемы замещения, приведение параметров, преобразование схем	1	2			1	2	1, 2	51	Отчет
2	Расчёт симметричных и несимметричных КЗ в сетях выше 1 кВ	2	2	1, 2	6	2, 3	4	1, 2	51	Отчет
3	Расчёт токов КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ	3	2					1, 2	51	Отчет
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		6		6		6		162	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Методы расчёта токов КЗ: схемы замещения, приведение параметров, преобразование схем	Формируются практические навыки составления расчётных схем и схем замещения электроустановок. Изучаются два основных метода приведения параметров элементов сети: система именованных единиц с приведением к базисной ступени напряжения и система относительных единиц. Рассматриваются особенности учёта фактических и неизвестных коэффициентов трансформации трансформаторов. Определяются параметры схем замещения для синхронных и асинхронных машин, силовых трансформаторов, реакторов, воздушных и кабельных линий, системы и комплексной

		нагрузки. Обучающиеся осваивают методы преобразования сложных схем замещения к эквивалентному виду (последовательное, параллельное соединение, преобразование звезда-треугольник, многолучевые схемы). Изучается метод коэффициентов токораспределения для определения взаимных сопротивлений между отдельными источниками питания и точкой КЗ.
2	Расчёт симметричных и несимметричных КЗ в сетях выше 1 кВ	В теме излагается порядок расчёта токов трёхфазного КЗ в электроустановках напряжением выше 1 кВ: расчёт начального действующего значения периодической составляющей, определение апериодической составляющей и ударного тока. Изучается метод расчётных кривых для определения периодической составляющей тока КЗ в произвольный момент времени. Рассматривается метод симметричных составляющих как основной аппарат для расчёта несимметричных КЗ: составление схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей, расчёт их результирующих сопротивлений. Обучающиеся осваивают процедуру расчёта токов и напряжений при однофазных, двухфазных и двойных замыканиях на землю.
3	Расчёт токов КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ	Тема посвящена практическим методам расчёта токов КЗ в системах электроснабжения низкого напряжения. Анализируются принимаемые допущения, обусловленные малым отношением X/R в таких сетях. Изучается порядок расчёта параметров схемы замещения для всех элементов: питающая система, синхронные и асинхронные двигатели, трансформаторы, реакторы, кабельные линии, комплексные нагрузки. Обучающиеся выполняют расчёт начального значения периодической составляющей тока трёхфазного КЗ, апериодической составляющей и ударного тока. Рассматривается применение метода расчётных кривых для определения периодической составляющей в произвольный момент времени (с учётом подпитки от двигателей). Изучаются особенности расчёта токов несимметричных КЗ в сетях до 1 кВ: однофазного и двухфазного КЗ.

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Расчёт начального действующего значения периодической составляющей тока трёхфазного КЗ с применением ПК RastrWin3	3

2	Расчёт начального действующего значения периодической составляющей тока однофазного КЗ с применением ПК RastrWin3	3
---	---	---

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Определение параметров элементов, преобразование схем, коэффициенты токораспределения	2
2	Расчёт трёхфазного КЗ выше 1 кВ (начальное значение периодической составляющей тока КЗ в точке КЗ и на шинах источников, ударный ток). Значение периодической составляющей тока в точке КЗ к моменту его снятия	2
3	Расчёт несимметричных КЗ методом симметричных составляющих	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	78
2	Подготовка к экзамену	75

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 практическим занятиям

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

5.1.2 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.

5.1.3 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 3 | Отчет

Описание процедуры.

Для текущего контроля успеваемости используются защита лабораторных работ и отчётов по практическим занятиям.

Защита лабораторных работ проводится после выполнения каждой работы или по завершении цикла работ, согласно графику изучения дисциплины. Обучающийся оформляет отчёт, который включает цель работы, расчётную схему, полученные экспериментальные данные, расчёты, графики и выводы. Сроки предоставления отчёта и его защиты назначаются преподавателем. На защите студент устно отвечает на контрольные вопросы, демонстрирует понимание физической сущности явлений, умение анализировать результаты и оценивать погрешности.

Контроль усвоения материала на практических занятиях осуществляется в форме устного или письменного опроса, решения типовых и ситуационных задач, а также краткого отчёта по результатам занятия. Для каждой темы практического занятия преподавателем формируется перечень контрольных вопросов и расчётных заданий по вариантам. Студент обязан представить преподавателю выполненную работу в письменном виде (в электронной форме) к следующему занятию. Защита практической работы включает демонстрацию хода решения, обоснование выбранных методов и ответы на уточняющие вопросы.

Критерии оценивания.

Критерии оценки защиты лабораторной работы:

«отлично» – отчёт оформлен безупречно, на все вопросы даны полные, развёрнутые ответы, студент свободно интерпретирует результаты;

«хорошо» – отчёт выполнен с несущественными замечаниями, ответы на вопросы в целом верны, но допущены отдельные неточности;

«удовлетворительно» – отчёт имеет значительные недочёты, студент затрудняется с ответами на часть вопросов, но демонстрирует общее понимание работы;

«неудовлетворительно» – отчёт не соответствует требованиям, студент не может ответить на основные вопросы.

Пример контрольных вопросов для отчёта по лабораторной работе № 1

Тема: Расчёт начального действующего значения периодической составляющей тока трёхфазного КЗ с применением ПК RastrWin3.

1. Методика расчёта начального действующего значения периодической составляющей тока трёхфазного КЗ.

2. В каких случаях при расчёте начального тока КЗ необходимо учитывать подпитку от синхронных и асинхронных электродвигателей? Приведите конкретные условия согласно ПУЭ.

3. Опишите порядок расчёта начального действующего значения периодической составляющей тока трёхфазного КЗ в программном комплексе RastrWin3.

Критерии оценки выполнения практического задания:

«отлично» – задача решена верно, использованы рациональные методы, оформление соответствует требованиям, ответы на вопросы полные;

«хорошо» – решение в целом верное, но имеются небольшие недочёты (неточность в расчётах, неполный вывод);

«удовлетворительно» – решение содержит существенные ошибки, но студент понимает общий подход и может исправить ошибки после замечаний;

«неудовлетворительно» – задача не решена или решение полностью неверное, студент не отвечает на вопросы.

Пример контрольных вопросов и заданий для практического занятия по теме: Расчёт симметричных и несимметричных КЗ в сетях выше 1 кВ

1. По каким формулам определяются начальное действующее значение периодической составляющей тока трёхфазного КЗ, ударный ток и апериодическая составляющая в произвольный момент времени?

2. В чём заключается метод расчётных кривых? Для каких источников питания он применяется и как определяются токи КЗ в произвольный момент времени по типовым кривым?

3. Перечислите основные виды несимметричных коротких замыканий, рассчитываемых в сетях выше 1 кВ. Для какого из них модуль тока в месте повреждения максимален, а для какого – минимален (при одинаковых условиях)? Обоснуйте ответ.

4. При расчёте несимметричного КЗ методом симметричных составляющих необходимо составить схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Чем отличаются эти схемы для одной и той же расчётной схемы? Приведите примеры различий для трансформаторов и линий электропередачи.

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
ПКС-2.2	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 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

К экзамену допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля: защита отчётов по лабораторным работам и практическим занятиям в объёме, предусмотренном рабочей программой дисциплины. Отсутствие задолженностей по текущему контролю является обязательным условием допуска.

На экзамен во время, указанное в расписании, прибывает вся учебная группа либо (по согласованию с преподавателем) последовательно первая и вторая подгруппы. Явка всех допущенных обучающихся осуществляется в соответствии с утверждённым расписанием экзаменационной сессии.

Обучающийся получает билет и готовит письменные ответы на теоретические вопросы и решение практического задания в течение времени, установленного преподавателем (45–60 минут). После завершения подготовки обучающийся устно докладывает ответы, демонстрирует решение задачи и отвечает на дополнительные вопросы экзаменатора.

Экзаменационный билет включает три обязательных элемента:

Первый и второй теоретические вопросы – из разделов «Методы расчёта токов КЗ в сетях выше и ниже 1 кВ».

Практическое задание (задача) – расчёт параметров переходного процесса, определение токов КЗ (симметричных или несимметричных) с использованием схем замещения, приведением параметров, применением метода расчётных кривых или метода симметричных составляющих.

При определении итоговой оценки решение задачи имеет приоритет перед ответами на теоретические вопросы. Невозможность решения практического задания (даже при удовлетворительных ответах на теорию) приводит к неудовлетворительной оценке. Корректно выполненное и обоснованное решение задачи позволяет повысить итоговую оценку на один балл при частичных неточностях в теоретической части.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Практическое задание решено полностью верно: правильно составлена схема замещения,	Практическое задание решено в целом верно, но допущены одна-две негрубые ошибки или	Практическое задание решено частично верно или с грубой ошибкой, которая тем не менее не делает	Практическое задание не решено или решение полностью неверное (применён не тот метод, отсутствуют схемы замещения, нет

выбраны и обоснованы допущения, корректно приведены параметры (в о.е. или именованных единицах), выполнены необходимые преобразования схемы, получен численный ответ с указанием размерности. Ход решения изложен логично, без пропусков этапов. Теоретические вопросы раскрыты полно и без ошибок: обучающийся демонстрирует глубокое понимание физики процесса, уверенно оперирует формулами, даёт правильные определения, при необходимости сопровождает ответ схемами и графиками. Дополнительные вопросы (если задаются) не вызывают затруднений.	неточности (например, ошибка в приведении сопротивления к базисной ступени, неверно учтён коэффициент трансформации, арифметическая ошибка, не повлиявшая на общий метод). Основные этапы решения выполнены. Теоретические вопросы раскрыты с небольшими пробелами (не приведена одна второстепенная формула, нет поясняющего рисунка) или допущены одна-две неточности, не искажающие сути. На дополнительные вопросы обучающийся отвечает, возможно, с небольшими уточнениями.	решение полностью несостоятельным (например, неверно выбрана расчётная формула для ударного тока, но остальные этапы верны). Обучающийся демонстрирует понимание общего подхода к решению задач данного типа, но допускает существенные просчёты. ИЛИ: задача решена верно, но без пояснений, а ответ дан в неверной размерности. Теоретические вопросы раскрыты поверхностно, с существенными пробелами (не приведены ключевые определения, перепутаны физические понятия). Однако обучающийся может воспроизвести основные зависимости и дать качественное описание процесса после наводящих вопросов. Дополнительные вопросы вызывают затруднения.	внятного расчёта). Обучающийся не может объяснить ход решения. ИЛИ: задача решена, но отсутствует понимание использованных формул и допущений (механическое списывание готового шаблона). Теоретические вопросы не раскрыты, ответы отсутствуют или свидетельствуют о полном незнании материала. Обучающийся не справляется даже с наводящими вопросами экзаменатора.
---	---	--	---

7 Основная учебная литература

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

2. Новожилов М. А. MATLAB в электроэнергетике : учебное пособие / М. А. Новожилов, В. А. Пионкевич, 2016. - 246.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-23242.pdf>

3. Воропай Н. И. Переходные процессы в электроэнергетических системах. Основы электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах : учебное пособие / Н. И. Воропай, Д. Н. Ефимов, Е. В. Сташкевич, 2020. - 138.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-22117.pdf>

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

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Веников В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : учебник / В. А. Веников, 1970. - 344.

2. Веников Валентин Андреевич. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : учеб. для электроэнергет. спец. вузов / Валентин Андреевич Веников, 1985. - 536.

3. 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.

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.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-4699.pdf>

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

6. Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций : учебник / Б. Н. Неклепаев, 1976. - 552.

7. Неклепаев Б. Н. Координация и оптимизация уровней токов короткого замыкания в электрических системах / Б. Н. Неклепаев, 1978. - 152.

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. MathWorks_MatLabR2010b (Simulink - 30, SimPowerSystems - 30)_511547_eng
2. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
3. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
4. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор ViewSonic PJD5134 (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)
4. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
5. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.