

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»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электроснабжение

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

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» 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-2.9

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.9	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 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

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	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	180	72	108
Аудиторные занятия, в том числе:	80	32	48
лекции	32	16	16
лабораторные работы	16	16	0
практические/семинарские занятия	32	0	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	64	40	24
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Экзамен	Зачет	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ 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	4	1	2			1, 2	8	Устный опрос
2	Переходный процесс в простейших трехфазных цепях.	2	4	2	2			1, 2	10	Устный опрос
3	Симметричные и несимметричные короткие замыкания	3	2	3, 4	6			1, 2	8	Устный опрос
4	Устойчивость простейшей электроэнергетической системы	4	6	5, 6	6			1, 2	14	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет

	Всего		16		16				40	
--	-------	--	----	--	----	--	--	--	----	--

Семестр № 6

№ 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	Электромагнитны е переходные процессы. Расчет тока в момент внезапного нарушения режима	1	6			1, 2, 3, 4	16	1, 2	10	Решение задач
2	Переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	2	6			5, 6	12	1, 2	10	Решение задач
3	Замыкания в распределительн ых сетях и системах электроснабжени я.	3	2			7, 8	4	1	2	Решение задач
4	Ограничение токов короткого замыкания. Требования к качеству переходных процессов	4	2					1	2	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16				32		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	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	Устойчивость простейшей электроэнергетической системы	Понятие устойчивости. Виды устойчивости ЭЭС. Статическая устойчивость простейшей электроэнергетической системы. Динамическая устойчивость простейшей электроэнергетической системы. Асинхронный режим в простейшей электроэнергетической системе. Устойчивость асинхронной нагрузки. Требования к устойчивости ЭЭС.
---	---	---

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Электромагнитные переходные процессы. Расчет тока в момент внезапного нарушения режима	Причины возникновения электромагнитных переходных процессов. Основные допущения принимаемые при исследовании и в практических расчетах процессов. Переходные и сверхпереходные ЭДС и реактивности синхронных генераторов. Определение начального тока короткого замыкания. Схемы замещения синхронной машины в продольной и поперечной осях. Характеристики двигателей и обобщенной нагрузки в начальный момент переходного процесса. Влияние двигателей и обобщенной нагрузки на ток в месте короткого замыкания.
2	Переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной цепи	Особенности исследования несимметричных переходных процессов. Схемы прямой, обратной, нулевой последовательностей. Сопротивления электрических машин, нагрузки, трансформаторов, автотрансформаторов, воздушных линий и кабелей для токов обратной и нулевой последовательностей. Граничные условия и соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений для основных видов несимметричных коротких замыканий. Выражения для составляющих токов и напряжений в месте короткого замыкания. Векторные диаграммы токов и напряжений. Правило эквивалентности прямой последовательности.
3	Замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения.	Замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения. Простое замыкание на землю в сети с изолированной нейтралью и в компенсированных сетях. Векторные диаграммы напряжений и токов. Комплексная схема замещения.
4	Ограничение токов короткого замыкания. Требования к качеству переходных процессов	Основные мероприятия по ограничению токов короткого замыкания, повышение качества переходных процессов

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Исследование переходного процесса при подключении к сети ненагруженного трансформатор	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	4
4	Исследование переходного процесса при обрыве фазы, двух фаз в электрической сети, питающейся от источника практически бесконечной мощности	2
5	Исследование угловой характеристики генератора при медленном его нагружении	4
6	Исследования устойчивости узлов нагрузки	2

4.4 Перечень практических занятий**Семестр № 6**

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Составление и преобразование схем замещения электрических систем для расчета токов трехфазного короткого замыкания	4
2	Расчет параметров схемы замещения электрической системы. Приведение в именованных и относительных единицах	6
3	Расчет начального и ударного токов трехфазного короткого замыкания	4
4	Расчет тока трехфазного короткого замыкания методом типовых кривых	2
5	Схемы замещения обратной и нулевой последовательностей	4
6	Расчет токов и напряжений при несимметричных коротких замыканиях. Построение векторных диаграмм	8
7	Расчет токов короткого замыкания в системах электроснабжения	2
8	Расчет токов короткого замыкания в установках напряжением до 1000 В	2

4.5 Самостоятельная работа**Семестр № 5**

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	18
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	22

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	10
2	Решение специальных задач	14

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 семестр 5 | 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 в течение ближайших двух недель.

6.1.2 семестр 6 | Решение задач

Описание процедуры.

В соответствии со схемой и исходными данными своего варианта.

Задача 1. Рассчитать для трехфазного к.з. в заданной точке:

Начальное значение периодической составляющей тока к.з. в точке к.з. и на шинах источников (расчет произвести двумя методами - в именованных и в относительных единицах, осуществлять точный учет коэффициентов трансформации)

Ударный ток в точке к.з.

Значение периодической составляющей тока в точке к.з. к моменту его снятия (токкл).

Задача 2. Рассчитать для трех видов несимметричных к.з. в точке К-1 начальное значение периодической составляющей тока к.з. аварийных фаз в точке к.з. и на шинах источников (расчет провести любым из методов, использовать приближенный учет коэффициентов трансформации)

Критерии оценивания.

отлично, если задача решена с использованием системы MATLAB; хорошо, если решение выполнено с использованием EXCEL; удовлетворительно, если решение выполнено на калькуляторе и неудовлетворительно, если ответ неверен при любых способах расчета.

6.1.3 семестр 6 | 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 в течение ближайших двух недель.

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-2.9	Составляет схемы замещения для расчётных электрических схем,	Устное собеседование по

	выполняет расчёты параметров короткого замыкания и других переходных режимов работы электроэнергетических систем	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 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет представляет собой определение уровня освоения студентами отдельной части или всего объема дисциплины (модуля) образовательной программы и проводится в форме, предусмотренной учебным планом.

Зачет принимается по расписанию в последнюю неделю теоретического обучения до начала экзаменационной сессии.

К зачету допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля.

Зачет состоит из двух частей: письменной и устной. Каждый обучающийся получает от преподавателя два теоретического вопроса из представленного выше общего списка и в течение 30 минут готовит письменный ответ без использования конспектов, литературы, средств связи. В устной части обучающийся отвечает в течение 15 минут на два-три уточняющих вопроса к письменному ответу и на один-два дополнительных вопроса по решенным задачам на практических занятиях.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Показывает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов.

6.2.2.2 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

К экзамену допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (защита отчётов по лабораторным работам, решение задач). На экзамен ко времени, указанному в расписании, приходит вся учебная группа либо поочерёдно первая и вторая подгруппа (по согласованию с преподавателем). Экзамен состоит из двух частей: письменной и устной. Обучающиеся, получив билет, в течение 40-45 минут в письменной форме тезисно отвечают на вопросы билета и решают в общем виде задачу. На письменной части экзамена обучающимся не разрешается разговаривать друг с другом и пользоваться конспектами лекций, литературой, средствами связи. Письменная часть экзамена заканчивается тогда, когда последний обучающийся из группы/подгруппы сдаёт свой письменный ответ. После сдачи всеми обучающимися письменных ответов начинается устная часть экзамена. На устную часть экзамена обучающийся предоставляет преподавателю написанный собственноручно конспект лекций. Преподаватель выслушивает устные ответы каждого обучающегося по вопросам и задаче в билете обучающегося и задаёт при необходимости 1-2 дополнительных вопроса по теоретическому курсу из расчёта около 10 минут на обучающегося.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения.	достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и владения	приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и владения.	результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям

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.
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.
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.
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. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2008
3. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)

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)