

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

Структурное подразделение «Электрических станций, сетей и систем»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем

Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрические станции

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Снопкова Наталья Юльевна Дата подписания: 02.06.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Федосов Денис Сергеевич 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 «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-2 Способность к оформлению технической документации на различных стадиях разработки проекта объекта профессиональной деятельности	ПКР-2.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-2.4	Проводит расчёты электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах, оценивает статическую и динамическую устойчивость электрических систем при их проектировании	Знать методы и критерии анализа статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем; основные мероприятия по обеспечению статической и динамической устойчивости, повышению качества переходных процессов и экономичности мероприятий; основы теории электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах и их основных элементах Уметь выполнять оценку статической и динамической устойчивости простейших электроэнергетических систем; использовать современные программно-вычислительные комплексы для расчета статической и динамической устойчивости сложных электроэнергетических систем; выбрать мероприятия и обосновать их применение для обеспечения и повышения статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем Владеть методами анализа статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Автоматика электрических станций и систем», «Электроэнергетические системы и управление ими», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	24	24
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

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	Устойчивость электроэнергетических систем	1	4			2	4	1, 2, 3	8	Устный опрос
2	Динамическая устойчивость параллельной работы генераторов в ЭЭС.	2	2	6, 8	4	1, 3, 4	10	2	2	Устный опрос
3	Статическая	3	4	1, 2,	6	5	2	1, 2,	8	Устный

	устойчивость ЭЭС			3				3		опрос
4	Устойчивость узлов нагрузки	4	2	4, 5	4			2	2	Устный опрос
5	Статическая колебательная неустойчивость.	5	2					2	2	Устный опрос
6	Статическая колебательная неустойчивость узла нагрузки	6	2	7	2			2	2	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		16		16		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Устойчивость электроэнергетических систем	Понятие устойчивости. Статическая и динамическая устойчивость. Ключевые виды устойчивости в ЭЭС – статическая и динамическая устойчивость параллельной работы генераторов, статическая и динамическая устойчивость узла нагрузки. Модель станция – шины бесконечной мощности.
2	Динамическая устойчивость параллельной работы генераторов в ЭЭС.	Динамическая устойчивость параллельной работы генераторов в ЭЭС. Модель станция – шины бесконечной мощности. Программный комплекс Scilab. Интегрирование уравнений динамики. Метод площадей. Асинхронные режимы ЭЭС. Асинхронный ход, ресинхронизация и самосинхронизация генераторов простейшей электрической системы. Синхронный генератор. Вращающаяся система координат, dq0 преобразование. Уравнения Парка-Горева. Математическое описание синхронного генератора
3	Статическая устойчивость ЭЭС	Статическая устойчивость ЭЭС. Собственные числа и векторы матрицы. Решение систем линейных дифференциальных уравнений. Матрица Якоби. Критерии статической устойчивости для систем линейных и нелинейных дифференциальных уравнений. Анализ статической устойчивости системы станция – шины бесконечной мощности. Практические критерии устойчивости.
4	Устойчивость узлов нагрузки	Модель станция – узел нагрузки. Статическая устойчивость узла нагрузки. Статические и динамические модели нагрузки. Статические характеристики нагрузки. Матрица Якоби для различных моделей нагрузки.
5	Статическая колебательная	Статическая колебательная неустойчивость. Самораскачивание системы. Автоматические

	неустойчивость.	регуляторы возбуждения. Статическая колебательная неустойчивость параллельной работы генератора.
6	Статическая колебательная неустойчивость узла нагрузки	Статическая колебательная неустойчивость. Самораскачивание системы. Устройства компенсации реактивной мощности непрерывного действия (УШР, СТК, СТАТКОМ). Модель источника реактивной мощности с локальным регулятором. Статическая колебательная неустойчивость узла нагрузки.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Исследование статической характеристики передачи при изменении длины воздушной линии	2
2	Исследование угловой характеристики синхронного генератора	2
3	Исследование статической характеристики передачи при изменении тока возбуждения генератора	2
4	Исследование статической характеристики передачи с промежуточным отбором мощности	2
5	Исследование статической устойчивости узлов нагрузки	2
6	Исследование динамической устойчивости воздушной линии при возникновении 2х фазного режима короткого замыкания	2
7	Исследование динамической устойчивости передачи при сбросе/набросе мощности на турбине	2
8	Исследование динамической устойчивости воздушной линии при возникновении однофазного режима короткого замыкания	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Способы динамического описания систем – метод пространства со-стояний, метод структурных схем	4
2	Математическое описание электромеханического движения ЭЭС. Разделение переменных, характеризующих электромагнитные, электромеханические и	4

	длительные электромеханические переходные процессы	
3	Определение предельного времени ликвидации короткого замыкания на шинах бесконечной мощности в системе без диссипации и в системе с диссипацией	4
4	Поиск предельного времени ликвидации КЗ с использованием метода деления пополам, расчет площадок ускорения и торможения	2
5	Поиск предельного по статической устойчивости режима методом деления пополам. Расчет нелинейных уравнений, поиск собственных чисел и интегрирование уравнений динамики системы станция – узел нагрузки	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	8
2	Проработка разделов теоретического материала	12
3	Расчетно-графические и аналогичные работы	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия, проводимая в форме публичного обсуждения по поводу заданного спорного вопроса, проблемы

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

Снопкова Н.Ю. Электромеханические переходные процессы. Методические указания к практическим занятиям / ИРНИТУ [Электронное издание] – Иркутск, 2018.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Снопкова Н.Ю. Электромеханические переходные процессы. Методические указания к лабораторным работам / ИРНИТУ [Электронное издание] – Иркутск, 2018.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Снопкова Н.Ю. Электромеханические переходные процессы. Методические указания по самостоятельной работе и курсовой работе / ИРНИТУ [Электронное издание] – Иркутск, 2018.

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 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

позволяет в форме беседы контролировать знания обучающихся, корректировать, повторять и закреплять знания, умения и навыки. Обучающийся обосновывает свой ответ. Беседа занимает минимум времени, используется на этапах повторения и закрепления темы.

Критерии оценивания.

Показывает всестороннее и глубокое знание учебного и нормативного материала (зачитывается). Показывает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в ответах (не зачитывается).

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
ПКР-2.4	Проводит расчёты электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах, оценивает статическую и динамическую устойчивость электрических систем при их проектировании	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. Выполнение 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 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

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

Экзамены проводятся по билетам, составленным в соответствии с программой курса и утвержденным заведующим кафедрой.

В случае организации проведения экзамена в форме тестирования, экзаменационные

тесты формируются на основе набора тестовых заданий по дисциплине, утвержденных заведующим кафедрой.

Перечень теоретических и практических вопросов, включенных в билеты, форма и порядок проведения экзамена доводятся до сведения обучающихся не позднее, чем за месяц до начала экзаменационной сессии.

Экзаменатор имеет право с целью более глубокого выяснения уровня знаний студента задавать ему дополнительные вопросы, а также задачи в рамках программы дисциплины.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<p>Показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший учебную программу дисциплины и знаком с дополнительной литературой с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Показывает усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала</p>	<p>Показывает полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Показывает систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности</p>	<p>Показывает знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускается возможность погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.</p>	<p>Показывает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.</p>

7 Основная учебная литература

1. 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.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Веников В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : учеб. для электроэнерг. специальностей вузов / В. А. Веников, 1978. - 414, [1].

2. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем / П.С. Жданов, 1979. - 456.

3. Пионкевич В. А. Переходные процессы в электроэнергетических системах. Моделирование переходных процессов в системе MATLAB : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2021. - 94.

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_2008
2. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Комплект учебно-лабораторного оборудования "Электроэнергетика- Модель одномашин.электр. системы с узлом комплексной нагрузки ЭЭ2-Н-С-К
2. Мультимедийный проектор PLC XW-200