МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
(Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ)**

Кафедра электроэнергетики и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.8 Переходные процессы в электроэнергетических системах»

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль
Электроснабжение

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год начала реализации программы
2021

г. Орск, 2021

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование у студентов необходимых знаний и умений анализа электромагнитных и электромеханических переходных процессов в системе электроснабжения, возникающих при коротких замыканиях, обрывах фаз и сложных повреждениях и практические методы расчета коротких замыканий, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

Задачи:

- создать у студентов правильное представление о причинах возникновения, видах и последствий коротких замыканий, видах и последствий электромеханических переходных процессах;
- научить студентов самостоятельно выполнять простейшие расчеты коротких замыканий в энергетических системах электроснабжения, расчету установившихся режимов коротких замыканий выполнять простейшие электромеханических переходных процессах в энергетических системах электроснабжения;
- научить студентов самостоятельно проводить элементарные исследования переходных процессов в энергетических системах.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: Б1.Д.Б.16 Теоретические основы электротехники

Постреквизиты дисциплины: Б2.П.Б.П.2 Производственная практика (преддипломная практика)

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов	ПК*-2-В-7 Применяет новые методы исследования, режимов работы и расчета параметров основного электроэнергетического оборудования источников и систем электроснабжения ПК*-2-В-8 Применяет методы расчёта переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях, методы расчёта и проектирования электроэнергетических систем, методы расчёта устойчивости генераторов станций и двигателей нагрузки	**Знать:** основные законы, теоретические положения и формулы, описывающие электромагнитные и электромеханические переходные процессы; методы и способы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромагнитных свойств, параметров и характеристик устойчивости электроэнергетических систем; методику практической

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	ПК*-2-В-9 Применяет практические расчёты различных видов короткого замыкания, выделяет практические критерии области устойчивости режимов и оценки запасов устойчивости систем электроснабжения	работы с технологиями и средствами анализа переходных процессов в электроэнергетических системах **Уметь:** использовать техническую литературу и документацию для корректного выбора параметров системы и параметров режима системы электроснабжения при решении технических задач; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчёта **Владеть:** способностью к расчету, анализу и проектированию техническими электроэнергетических систем; методами расчёта переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях, методиками расчёта и проектирования электроэнергетических систем; методами расчёта устойчивости генераторов станций и двигателей нагрузки
ПК*-9 Способен использовать современное программное обеспечение для проектирования и эксплуатации систем электроснабжения	ПК*-9-В-5 Производит практические расчёты различных видов короткого замыкания, выделяет практические критерии области устойчивости режимов и оценки запасов устойчивости	**Знать:** теоретические и практические методы рас-чета токов короткого замыкания и устойчивости электрических систем; основные математические соотношения, характеризующие различные виды симметричных и несимметричных коротких замыканий, схемы замещения отдельных последовательностей, особенности расчёта коротких замыканий на различных ступенях напряжения **Уметь:** самостоятельно рассчитывать и анализировать переходные процессы в электрических системах; производить выбор

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		параметров элементов электроэнергетических систем, электрических сетей и схем электроснабжения **Владеть:** программным обеспечение для выполнения расчетов токов короткого замыканий и устойчивости электрических систем; навыками составления схем замещения в нормальном и аварийных режимах работы ЭЭС; навыками расчёта параметров схем замещения

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**	**216**
Контактная работа:	**12,25**	**11,5**	**23,75**
Лекции (Л)	6	4	10
Практические занятия (ПЗ)	2	2	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4	8
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к лабораторным занятиям	**95,75** 75,75 10 10	**96,5** 76,5 10 10	**192,25** 152,25 20 20
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеад. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие сведения об электромагнитных переходных процессах	13,5	0,5	1		12
2	Общие указания к расчету токов короткого замыкания	13,5	0,5	1		12
3	Трехфазные короткие замыкания	12,5	0,5			12

4	Установившийся режим короткого замыкания	12,5	0,5			12
5	Начальный момент внезапного нарушения режима	13	1			12
6	Методы расчета токов трехфазного короткого замыкания	14	1		2	12
7	Несимметричные короткие замыкания	14	1		2	12
8	Короткие замыкания в распределительных сетях и установках напряжением до 1000 В	13	1			12
	Итого	108	6	2	4	96

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеад. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
9	Общие сведения об электромеханических переходных процессах	11,5	0,5			11
10	Понятие об устойчивости энергетических систем	13,5	0,5		2	11
11	Предел мощности при приемной системе бесконечной мощности	11,5	0,5			11
12	Влияние АРВ генератора на предел передаваемой мощности	12,5	0,5	1		11
13	Характеристика мощности при сложной связи генератора с приемной системой	13,5	0,5		2	11
14	Общие сведения о динамической устойчивости энергетических систем	12,5	0,5	1		11
15	Динамическая устойчивость станции, работающей на шины бесконечной мощности	11,5	0,5			11
16	Определение предельного угла отключения короткого замыкания	11,5	0,5			11
17	Мероприятия по улучшению устойчивости энергетических систем	10				10
	Итого	108	4	2	4	98
	Всего	216	10	4	8	194

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Основные определения. Причины возникновения и последствия короткого замыкания. Назначение расчетов короткого замыкания и требования к ним. Основные допущения.

Раздел 2. Общие указания к расчету токов короткого замыкания. Составление схем замещения. Точное приведение. Приближенное приведение. Определение сопротивлений элементов энергетических систем. Преобразование схем замещения.

Раздел 3. Трехфазные короткие замыкания. Короткие замыкания в простейшей трехфазной цепи, питающейся от источника бесконечной мощности. Короткие замыкания в цепи, питающейся от генератора без АРВ. Короткие замыкания в цепи, питающейся от генератора с АРВ. Трехфазное короткое замыкание в двигателе. Трехфазное короткое замыкание в трансформаторе.

Раздел 4. Установившийся режим короткого замыкания. Установившейся режим короткого замыкания. Параметры генератора в установившемся режиме. Приведение цепи ротора к статору. Влияние и учет нагрузки в установившемся режиме.

Раздел 5. Начальный момент внезапного нарушения режима. Параметры синхронного генератора в начальный момент переходного процесса. Переходные ЭДС и реактивности генератора, схема замещения генератора. Сверхпереходные ЭДС и реактивности синхронного генератора. Сравнение реактивностей. Влияние демпферной обмотки. Схема замещения. Учет нагрузки в начальный момент переходного процесса.

Раздел 6. Методы расчета токов трехфазного короткого замыкания. Метод эквивалентных ЭДС. Расчет установившегося, начального сверхпереходного и ударного тока коротких замыканий. Метод расчетных кривых. По общему измерению и по индивидуальному. Учет системы. Метод симметричных составляющих.

Раздел 7. Несимметричные короткие замыкания. Составление схем замещения различных последовательностей. Однократные поперечные короткие замыкания. Двухфазное короктое замыкание. Однофазное короткое замыкание. Двухфазное короткое замыкание на землю. Схемы, уравнения, векторные диаграммы токов и напряжений. Сравнение видов коротких замыканий. Определение несимметричного тока коротких замыканий в любой момент времени.

Раздел 8. Короткие замыкания в распределительных сетях и установках напряжением до 1000 В. Особенность расчета коротких замыканий в сетях и установках напряжением до 1000 В.

Раздел 9. Общие сведения об электромеханических переходных процессах. Основные понятия и определения. Требования предъявляемые к режимам электрических систем. Устойчивость.

Раздел 10. Понятие об устойчивости энергетических систем. Основные определения статической и динамической устойчивости. Качество переходного процесса. Задачи расчетов переходных процессов.

Раздел 11. Предел мощности при приемной системе бесконечной мощности. Роль индуктивного сопротивления системы. Влияние явнополюсности генератора на характеристику мощности.

Раздел 12. Влияние АРВ генератора на предел передаваемой мощности. Действительный предел мощности, влияние АРВ генератора на предел передаваемой мощности.

Раздел 13. Характеристика мощности при сложной связи генератора с приемной системой. Связь генератора с системой.

Раздел 14. Общие сведения о динамической устойчивости. Основные понятия и определения. Причины нарушения динамической устойчивости энергетических систем. Способы сохранения устойчивости.

Раздел 15. Динамическая устойчивость станции, работающей на шины бесконечной мощности. Поведения энергетических систем при нарушении динамической устойчивости. Математические методы определения динамической устойчивости энергетических систем. Правило площадей

Раздел 16. Определение предельного угла отключения коротких замыканий. Определение предельного угла. Метод последовательных интервалов.

Раздел 17. Мероприятия по улучшению устойчивости электроэнергетических систем. Отключение генераторов, отключение нагрузок, регулирование мощности турбины, АРВ генератора, выключатели, электрическое торможение.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	6	Исследование переходных процессов в трансформаторе при трехфазном коротком замыкании вторичной обмотки	2
2	7	Исследование работы простейшей системы передачи электрической энергии при несимметричном нарушении режима работы	2
3	10	Регистрация и отображение тока трехфазного короткого замыкания	2
4	13	Работа автономной электрической системы. Исследование простейшей системы работы генератора с сетью бесконечной мощности	2
		Итого	8

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Составление схемы замещения	1
1	2	Расчёт статической устойчивости и предела передаваемой по линии мощности	1
2	12	Влияние АРВ генераторов на предел передаваемой мощности	1
2	14	Асинхронные режимы в электрических системах. Расчет динамической устойчивости энергетических систем	1
		Всего	4

4.5 Контрольная работа (7 семестр)

1. Расчёт токов короткого замыкания,
2. Расчет устойчивости работы электроэнергетических систем

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах: учеб. пособие – М.: Издательство «Омега-Л», 2013. – 384 с. – ISBN978-5-370-02938-7

5.2 Дополнительная литература

1. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ И.П. Крючков, Б.Н. Неклепаев, В.А. Старшинов и др.; под ред. И.П. Крючкова и В.А. Старшинова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 416 с. – ISBN 5-7695-2951-2.

5.3 Периодические издания

1. Электричество
2. Электротехника
3. Энергобезопасность и энергосбережение
4. Промышленная энергетика

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 Современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы.

1. Научная библиотека (http://niv.ru/). Доступ свободный.
2. eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru). Доступ свободный. Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза.
3. Infolio (http://www.infoliolib.info/). Университетская электронная библиотека.

5.4.2 Тематические профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная электротехническая библиотека (http://www.electrolibrary.info)

2. Онлайн электрик: сервис для энергетиков / электроснабжение, электрификация (https://online-electric.ru)

3. Образовательный сайт по электротехнике, имеется раздел по электроснабжению (http://electricalschool.info)

5.4.3 Электронные библиотечные системы

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (http://www.biblioclub.ru/). После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

2. ЭБС «Руконт» (https://lib.rucont.ru/) Доступ свободный

5.4.4 Дополнительные Интернет-ресурсы

1. Информационный интернет ресурс посвященный теме электричества, электрической энергии, электротехнике (http://www.electrikpro.ru)

2. Расширенная интернет версия отраслевого информационно-справочного журнала «Новости электротехники» (http://www.news.elteh.ru)

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Тип программного обеспечения	Наименование	Схема лицензирования, режим доступа
Операционная система	Microsoft Windows	Подписка Open Value Subscription – Education Solutions (OVS-ES) по договору № 3В/20 от 01.06.2020 г.
Офисный пакет	Microsoft Office	
Интернет-браузер	Google Chrome	Бесплатное ПО, http://www.google.com/intl/ru/policies/terms/
Мультимедийный плеер	Windows Media Player	Является компонентом операционной системы Microsoft Windows
Просмотр и печать файлов в формате PDF	Adobe Reader	Бесплатное ПО, http://www.adobe.com/ru/legal/terms.html

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических работ, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. В аудитории имеется персональный компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением и мультимедийное оборудование (проектор, экран, звуковые колонки). Данное оборудование активно используется при проведении лекционных занятий.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ.

Для проведения лабораторных занятий предназначены компьютерный класс и лаборатории кафедры машиностроения, энергетики и транспорта. Аудитории оснащены лабораторным оборудованием: учебно-лабораторный комплекс «Модель электрической системы» 1, учебно-лабораторный комплекс «Модель электрической системы» 2.

Все перечисленные аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.