

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Кумертауский филиал  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»  
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий



УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УМиНР  
Полякова Л.Ю.  
(подпись, расшифровка подписи)  
13 августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.В.13 Переходные процессы в электроэнергетических системах»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки)

Электроснабжение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

**Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.13 Переходные процессы в электроэнергетических системах» /сост. А.В. Богданов. - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2023**

Рабочая программа предназначена обучающимся заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Электроэнергетика и электротехника

© Богданов А.В., 2023

© Кумертауский филиал ОГУ, 2023

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цели** освоения дисциплины: формирование у обучающихся профессиональных знаний и умений в области анализа и учета последствий возникновения переходных процессов в электроэнергетических системах.

### **Задачи:**

- познакомить с физическими явлениями аварийных процессов, происходящих при эксплуатации элементов электроэнергетических систем;
- познакомить с физическими явлениями аварийных процессов, происходящих при эксплуатации элементов электроэнергетических систем;
- научить производить расчет параметров электромагнитного переходного процесса при эксплуатации электроэнергетических систем;
- научить применять анализ факторов, влияющих на безопасность электроэнергетических систем.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.12 Информатика, Б1.Д.Б.15 Физика, Б1.Д.Б.17 Математика, Б1.Д.Б.20 Теоретические основы электротехники*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции, Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий*

## 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 ПК*-2-В-9 Применяет практические расчёты различных видов короткого замыкания, выделяет практические критерии области устойчивости режимов и оценки запасов устойчивости систем электроснабжения	<b>Знать:</b> режимы электрических систем, требования, предъявляемые к режимам <b>Уметь:</b> применять методы расчёта режимов переходных процессов в электроэнергетических системах <b>Владеть:</b> методами расчета параметров электротехнических устройств и электроустановок
ПК*-9 Способен	ПК*-9-В-5 Производит практические	<b>Знать:</b> современные

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
использовать современное программное обеспечение для проектирования и эксплуатации систем электроснабжения	расчёты различных видов короткого замыкания, выделяет практические критерии области устойчивости режимов и оценки запасов устойчивости	информационные и телекоммуникационные систем для расчёта переходных процессов в электроэнергетических системах <b>Уметь:</b> пользоваться современными информационными и телекоммуникационными систем <b>Владеть:</b> навыками применения современных компьютерных систем для получения информации о результатах расчёта переходных процессов в электроэнергетических системах

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц (324 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>180</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>12,25</b>	<b>16,5</b>	<b>28,75</b>
Лекции (Л)	4	6	10
Практические занятия (ПЗ)	4	4	8
Лабораторные работы (ЛР)	4	4	8
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>131,75</b>	<b>163,5</b>	<b>295,25</b>
- выполнение курсовой работы (КР);		63,5	63,5
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	55	50	105
- подготовка к лабораторным занятиям;	41	25	66
- подготовка к практическим занятиям;	35,75	25	60,75
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>зачет</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Сведения об электромагнитных переходных процессах	35	1	4		30
2	Характеристика переходного процесса при трёхфазном коротком замыкании	25	1		4	20
3	Установившийся режим короткого замыкания	31	1			30
4	Начальный момент внезапного изменения режима	53	1			52
	Итого:	144	4	4	4	132

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Методы расчёта токов трёхфазного короткого замыкания	52	2			50
6	Несимметричные короткие замыкания	31	1			30
7	Замыкания в распределительных сетях и сетях промышленных предприятий	21	1			20
8	Режимы электрических систем, требования, предъявляемые к режимам	33	1		2	30
9	Статическая устойчивость системы	43	1	4	2	36
	Итого:	180	6	4	4	166
	Всего:	324	10	8	8	298

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1 Сведения об электромагнитных переходных процессах

1.1 Общие указания к расчёту коротких замыканий (КЗ) . Система относительных единиц;

1.2 Составление схем замещения с использованием точного и приближённого приведения.

Преобразование схем замещения и рекомендации по их преобразованию.

### Раздел 2 Характеристика переходного процесса при трёхфазном коротком замыкании

2.1 Общая характеристика переходного процесса при КЗ в простейших трёхфазных цепях, питающихся от источника неограниченной мощности;

2.2 Характеристика переходного процесса при КЗ в цепи, питающейся от генератора без АРВ;

2.3 Характеристика переходного процесса при КЗ в цепи, питающейся от генератора с АРВ.

### Раздел 3 Установившийся режим короткого замыкания

3.1 Параметры синхронного генератора

тора в установившемся режиме КЗ (отношение короткого замыкания, синхронные реактивности по продольной и поперечной осям  $X_d$  и  $X_q$  , реактивность рассеяния  $X_\sigma$  , предельный ток возбуждения , предельный ток возбуждения  $I_{f_{np}}$  );

3.2 Влияние и учёт нагрузки в установившемся режиме КЗ (при питании нагрузки от генераторов без АРВ и с АРВ);

### Раздел 4 Начальный момент внезапного изменения режима

4.1 Параметры синхронного генератора в начальный момент переходного процесса. Переходные и сверхпереходные ЭДС и реактивности генератора.

4.2 Учёт нагрузки в начальный момент переходного процесса;

### **Раздел 5 Методы расчёта токов трёхфазного короткого замыкания**

5.1 Метод эквивалентных ЭДС (расчёт установившегося, сверхпереходного и ударного токов КЗ);

5.2 Метод расчётных кривых (расчёт по общему и индивидуальному изменению токов);

5.3 Метод типовых кривых;

5.4 Учёт питающей системы;

### **Раздел 6 Несимметричные короткие замыкания**

6.1 Основные положения метода симметричных составляющих.

Уравнения Кирхгофа при несимметрии.

6.2 Сопротивления отдельных элементов токам различных последовательностей (синхронные машины, асинхронные двигатели, обобщённая нагрузка, силовые трансформаторы и авто-трансформаторы);

6.3 Составление схем замещения различных последовательностей (прямой, обратной и нулевой). Соотношения между токами и напряжениями с двух сторон трансформатора со схемой соединения обмоток У/Д-11 и У0/Д-11;

6.4 Основные соотношения при несимметричных КЗ (однофазном, двухфазном, двухфазном на землю). Правило эквивалентности прямой последовательности;

6.5 Расчёт несимметричных КЗ методами расчётных кривых и типовых кривых. Соотношения между токами при различных видах КЗ;

### **Раздел 7 Замыкания в распределительных сетях и сетях промышленных предприятий**

7.1 Простое замыкание на землю;

7.2 Особенности расчёта токов КЗ в сетях предприятий ТЭК и металлургии.

**Раздел 8 Режимы электрических систем, требования, предъявляемые к режимам. Осуществимость режима, Устойчивость режима;**

8.1 Качество переходного процесса. Задачи расчётов переходных процессов. Понятие о статической устойчивости. Понятие о динамической устойчивости;

### **Раздел 9 Статическая устойчивость системы**

9.1 Предел мощности при приёмной системе бесконечной мощности. Роль индуктивного сопротивления системы. Влияние явнотоксичности генератора на угловую характеристику мощности;

9.2 Влияние АРВ генератора на предел передаваемой мощности;

9.3 Действительный предел передаваемой мощности;

9.4 Характеристика мощности при сложной связи генератора с приёмной системой;

### **4.3 Лабораторные работы**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Исследование переходного процесса при трёхфазном КЗ в цепи, питающейся от источника неограниченной мощности	2
2	2	Влияние АРВ синхронного генератора на характер переходного процесса и его показатели при трёхфазном коротком замыкании	2
3	8	Анализ переходного процесса при различных видах несимметричного короткого замыкания	2
4	9	Исследование переходных процессов при замыкании на землю в распределительных сетях 6-35 кВ	2
		Итого:	8

### **4.4 Практические занятия (семинары)**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Составление схем замещения.	4
2	9	Расчёт статической устойчивости и предела передаваемой по	4

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		линии мощности	
		Итого:	8

#### 4.5 Курсовая работа (7 семестр)

Тема курсовой работы: «Расчёт токов короткого замыкания» (по вариантам)

#### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

##### 5.1 Основная литература

1. Шабад, В.К. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / В. К. Шабад. - Москва : Академия, 2013. - 192 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-7695-9822-7.

##### 5.2 Дополнительная литература

1. Аксютин, В. А. Переходные процессы в электрических цепях : учебное пособие / В. А. Аксютин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 112 с. – ISBN 978-5-7782-3379-9. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576104>.

2. Куликов, Ю. А. Переходные процессы в электрических системах : учеб. пособие. – Новосибирск: НГТУ, М.: Мир: ООО «Издательство АСТ», 2003. – 283с. – ISBN 5-7782-0324-1.

##### 5.3 Периодические издания

1. Электричество: журнал. Подписной индекс 71106. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский университет МЭИ, ISSN 0013-5380, 2023.

2. Энергобезопасность и энергосбережение: журнал. Подписной индекс (Роспечать) - 84676 и 46577. - Частное учреждение высшего образования Московский институт энергобезопасности и энергосбережения, ISSN 2071-2219, 2023.

3. Теплоэнергетика. Теплоснабжение: журнал. Подписной индекс 18323. - Общество с ограниченной ответственностью Международная академическая издательская компания "Наука/Интерпериодика", ISSN 0040-3636, 2023.

4. Новости электротехники: электрон. журнал. Подписной индекс 14222. - Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники". Режим доступа: <http://www.news.elteh.ru>.

##### 5.4 Интернет-ресурсы

– <http://electrichelp.ru/elektricheskie-mashiny-v-pomoshh-studentu/> - информационный проект для работников энергетических служб и студентов электротехнических вузов

– <http://www.dom-eknig.ru/texnicheskie/19960-elektromehnika.html> - каталог бесплатных книг по электромеханике (электронные ресурсы);

– <https://openedu.ru/> - «Открытое образование»; Каталог курсов, MOOK: «Электрические машины».

– <https://minobrnauki.gov.ru> – Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;

– <http://www.edu.ru> – Федеральный портал «Российское образование»;

- <http://window.edu.ru> – Портал информационно-коммуникационных технологий в образовании;
- <http://rucont.ru> - Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» ЭБС ОГУ;
- <http://www.biblioclub.ru> - Университетская библиотека онлайн;
- <http://znanium.com> - ЭБС Znanium издательства «Инфра-М»;
- <https://aist.osu.ru> - Система АИССТ - Автоматизированная Интерактивная Система Сетевого Тестирования

## **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- компьютеризированные посадочные места по количеству обучающихся;
- компьютеризированное рабочее место преподавателя;
- доска аудиторная;
- комплект учебно-методической документации;
- информационно-дидактическое обеспечение;
- информационные стенды;
- наглядные пособия;
- лицензионное программное обеспечение: операционная система РЕД ОС, пакет офисных программ LibreOffice, КОМПАС-3D;
- основные прикладные программы: текстовый редактор, электронные таблицы, система управления базами данных, программа разработки презентаций, средства электронных коммуникаций, интернет-браузер, справочно-правовая система;
- технические средства обучения: мультимедийное оборудование.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях. Для проведения лабораторного практикума предназначена специализированная лаборатория:

- лаборатория «Электроснабжение» (аудитория 2104).

Для проведения лабораторных работ используются универсальные лабораторные стенды. Базовые эксперименты выполняются на комплектах типового лабораторного оборудования.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала и ОГУ.

### ***К рабочей программе прилагаются:***

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника;

Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины.

**ЛИСТ  
согласования рабочей программы**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
*код и наименование*

Профиль: Электроснабжение

Дисциплина: Б1.Д.В.13 Переходные процессы в электроэнергетических системах

Форма обучения: заочная

Год набора 2023

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры  
электроснабжения промышленных предприятий

*наименование кафедры*

протокол № 1 от "31 " августа 2023 г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой  
электроснабжения промышленных предприятий

*наименование кафедры*



*подпись*

А.В. Богданов  
*расшифровка подписи*

*Исполнители:*

доцент каф. ЭПП

*должность*



*подпись*

А.В. Богданов  
*расшифровка подписи*

*должность*

*подпись*

*расшифровка подписи*

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол № 1 от "31 " августа 2023 г.

Председатель НМС



*подпись*

Л.Ю. Полякова  
*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ЭПП



*подпись*

А.В. Богданов  
*расшифровка подписи*

Заведующий библиотекой



*подпись*

С.Н. Козак  
*расшифровка подписи*