

Минобрнауки России

Бузулукский гуманитарно-технологический институт  
(филиал) федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

## **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)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Заочная*

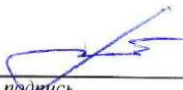
Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.13 Переходные процессы в электроэнергетических системах» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин  
наименование кафедры

протокол № 8 от "20" марта 2026 г.


Декан строительного-технического факультета  Завьялова И.В.  
подпись расшифровка подписи

Исполнители:  
доцент  О. С. Манакова  
должность подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по НМР  М. А. Зорина  
личная подпись расшифровка подписи

Председатель методической комиссии по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  О. С. Манакова  
код наименование личная подпись расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству кафедры  Е.В. Фролова  
личная подпись расшифровка подписи

© Манакова О.С., 2026  
© Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, 2026

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины: формирование знаний студентов по расчету и анализу аварийных режимов при эксплуатации электроэнергетических систем (ЭЭС) на основе системного подхода; развитие инженерного мышления, основанное на понимании физики явлений, происходящих в ЭЭС при протекании аварийных процессов; изучение методов расчёта переходных процессов; воспитание способности к физической интерпретации результатов анализа; обучение пониманию и предвидению тяжести протекания переходных процессов в условиях управления режимами ЭЭС.

### Задачи:

- формирование знаний о проблемах расчёта и анализа аварийных режимов;
- формирование знаний о видах устойчивости электроэнергетических систем и способы их расчёта;
- формирование знаний об основах выбора оборудования электроэнергетических систем;
- формирование знаний о проблемах управления режимами работы электроэнергетических систем;
- формирование знаний о требованиях, направленных на улучшения устойчивости энергосистем и мероприятиях по повышению устойчивости;
- формирование знаний об особенностях анализа режимов работы генераторов и двигателей
- формирование умений производить практические расчёты различных видов короткого замыкания;
- формирование умений выделять практические критерии области устойчивости режимов и оценки запасов устойчивости;
- формирование умений пользоваться формулами и выражениями для определения сопротивлений и ЭДС элементов схем электроэнергетических систем;
- формирование умений применять теоретический аппарат для выявления причины аварийных и нормальных переходных процессов
- формирование навыков разработки мероприятий по повышению устойчивости электроэнергетических систем;
- формирование навыков применения методик выбора и проверки электрооборудования на действие токов короткого замыкания.
- формирование навыков применения методик анализа переходных процессов в электроэнергетических 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.11 Информатика, Б1.Д.Б.14 Физика, Б1.Д.Б.16 Математика, Б1.Д.Б.19 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.Б.20 Техническая механика, Б1.Д.В.2 Основы электроэнергетики*

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	ПК*-2-В-7 Применяет новые методы	<b>Знать:</b>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
<p>анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов</p>	<p>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</p>	<p>- проблемы расчёта и анализа аварийных режимов;  - виды устойчивости электроэнергетических систем и способы их расчёта;  основы выбора оборудования электроэнергетических систем  <b>Уметь:</b>  - производить практические расчёты различных видов короткого замыкания;  - выделять практические критерии области устойчивости режимов и оценки запасов устойчивости;  - пользоваться формулами и выражениями для определения сопротивлений и ЭДС элементов схем электроэнергетических систем  <b>Владеть:</b>  - навыками разработки мероприятий по повышению устойчивости электроэнергетических систем;  - навыками применения методик выбора и проверки электрооборудования на действие токов короткого замыкания.</p>
<p>ПК*-9 Способен использовать современное программное обеспечение для проектирования и эксплуатации систем электроснабжения</p>	<p>ПК*-9-В-5 Производит практические расчёты различных видов короткого замыкания, выделяет практические критерии области устойчивости режимов и оценки запасов устойчивости</p>	<p><b>Знать:</b>  - проблемы управления режимами работы электроэнергетических систем;  - требования, направленные на улучшения устойчивости энергосистем и мероприятия по повышению</p>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		устойчивости; - особенности анализа режимов работы генераторов и двигателей <b>Уметь:</b> - применять теоретический аппарат для выявления причины аварийных и нормальных переходных процессов <b>Владеть:</b> - навыками применения методик анализа 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>15,5</b>	<b>29,25</b>	<b>44,75</b>
Лекции (Л)	6	10	16
Практические занятия (ПЗ)	2	10	12
Лабораторные работы (ЛР)	6	8	14
Консультации	1	1	2
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,25	0,75
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям)	<b>128,5</b> +	<b>150,75</b>	<b>279,25</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие положения	18	-	-		18

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
2	Характеристика переходного процесса при трёхфазном коротком замыкании	22	2	-	2	18
3	Установившийся режим короткого замыкания	22	2	2		18
4	Начальный момент внезапного изменения режима	19	-	-		19
5	Методы расчёта токов трёхфазного короткого замыкания	21	2	-		19
6	Несимметричные короткие замыкания	23	-	-	4	19
7	Замыкания в распределительных сетях	19	-	-		19
	Итого:	144	6	2	6	130

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
8	Общие положения	29	-	-	4	25
9	Статическая устойчивость системы	35	2	4	4	25
10	Динамическая устойчивость	33	2	6	-	25
11	Устойчивость узлов нагрузки	28	2	-	-	26
12	Асинхронные режимы синхронных генераторов	28	2	-	-	26
13	Мероприятия по улучшению устойчивости	27	2	-	-	25
	Итого:	180	10	10	8	152
	Всего:	324	16	12	14	282

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### 6 семестр

#### 1 Общие положения

Общие сведения об электромагнитных переходных процессах. Общие указания к расчёту коротких замыканий. Система относительных единиц. Составление схем замещения с использованием точного и приближённого приведения.

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

Общая характеристика переходного процесса при КЗ в простейших трёхфазных цепях, питающихся от источника неограниченной мощности. Характеристика переходного процесса при КЗ в цепи, питающейся от генератора без АРВ. Характеристика переходного процесса при КЗ в цепи, питающейся от генератора с АРВ.

#### 3 Установившийся режим короткого замыкания

Параметры синхронного генератора 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  $I_{fnp}$ ). Влияние и учёт нагрузки в установившемся режиме КЗ (при питании нагрузки от генераторов без АРВ и с АРВ)

#### 4 Начальный момент внезапного изменения режима

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

#### 5 Методы расчёта токов трёхфазного короткого замыкания

Метод эквивалентных ЭДС (расчёт установившегося, сверхпереходного и ударного токов

КЗ). Метод расчётных кривых (расчёт по общему и индивидуальному изменению токов). Метод типовых кривых;

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

Основные положения метода симметричных составляющих. Уравнения Кирхгофа при несимметрии. Сопротивления отдельных элементов токам различных последовательностей (синхронные машины, асинхронные двигатели, обобщённая нагрузка, силовые трансформаторы и автотрансформаторы). 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. Основные соотношения при несимметричных КЗ (однофазном, двухфазном, двухфазном на землю). Правило эквивалентности прямой последовательности. Расчёт несимметричных КЗ методами расчётных кривых и типовых кривых. Соотношения между токами при различных видах КЗ

#### **7 Замыкания в распределительных сетях**

Простое замыкание на землю. Компенсация ёмкостного тока замыкания на землю.

### **7 семестр**

#### **8 Общие положения**

Общие сведения об электромеханических переходных процессах (основные понятия и определения, классификация переходных процессов). Режимы электрических систем, требования, предъявляемые к режимам. Осуществимость режима, Устойчивость режима. Предел мощности при приёмной системе бесконечной мощности. Роль индуктивного сопротивления системы. Влияние явнополюсности генератора на угловую характеристику мощности. Понятие о статической устойчивости. Понятие о динамической устойчивости;

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

Влияние АРВ генератора на предел передаваемой мощности. Действительный предел передаваемой мощности. Характеристика мощности при сложной связи генератора с приёмной системой

#### **10 Динамическая устойчивость**

Схемы замещения при КЗ. Угловая характеристика мощности в переходном режиме. Динамическая устойчивость станции, работающей на шины бесконечной мощности. Правило площадей. Уравнение относительного движения ротора генератора. Метод последовательных интервалов

#### **11 Устойчивость узлов нагрузки**

Статическая устойчивость асинхронных двигателей. Вторичные критерии устойчивости нагрузки

#### **12 Асинхронные режимы синхронных генераторов**

Понятие асинхронного хода синхронного генератора. Процесс выпадения из синхронизма и возникновение асинхронного хода. Ресинхронизация генераторов

#### **13 Мероприятия по улучшению устойчивости**

Улучшение параметров элементов электрической системы. Дополнительные устройства. Режимные мероприятия.

### **4.3 Лабораторные работы**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
5 семестр			
1	2	Исследование переходного процесса при трёхфазном КЗ в цепи, питающейся от источника неограниченной мощности	2
2	6	Анализ переходного процесса при различных видах несимметричного короткого замыкания	2
3	6	Расчёт несимметричных КЗ методом типовых кривых	2
6 семестр			
4,5	8	Исследование процесса синхронизации натурального синхронного генератора с сетью и регулирование его активной и реактивной мощностей	4

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
6,7	9	Определение угловой характеристики мощности синхронного генератора. Исследование влияния параметров элементов, схемы и режима электрической системы на его устойчивость.	4
		Итого:	14

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		5 семестр	
1	3	Расчет параметров составленной схемы замещения электроэнергетической системы	2
		6 семестр	
2	9	Угловые характеристики мощности простейшей системы.	2
3	9	Угловые характеристики мощности при сложной связи генераторов с приёмной системой.	2
4	10	Составление схемы замещения нормального режима системы, определение параметров режима, собственных и взаимных проводимостей схемы.	2
5	10	Составление схемы замещения аварийного режима системы при несимметричном КЗ. Определение собственных и взаимных проводимостей.	2
6	10	Составление схемы замещения послеаварийного режима и определение проводимостей.	2
		Итого:	12

### 4.5 Контрольная работа (6 семестр)

Целью выполнения контрольной работы (КонтрР) является овладение студентами практических навыков по составлению схем замещения для расчёта переходных процессов и определению их параметров. Тема контрольной работы: «Схемы замещения для расчёта токов короткого замыкания и определение их параметров». В контрольной работе составляется схема замещения сверхпереходного режима трёхфазного короткого замыкания и определяются её параметры в системах именованных и относительных единиц с использованием различных способов приведения их к основной ступени напряжения.

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1 Хрущев, Ю. В. Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы : учебник для вузов / Ю. В. Хрущев, К. И. Заповодников, А. Ю. Юшков. - Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 153 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02713-6. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/561292>

2 Аксютин, В. А. Переходные процессы в электрических цепях : учебное пособие : [16+] / В. А. Аксютин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 112 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576104>

### 5.2 Дополнительная литература

1 Булат, В. А. Электромагнитные переходные процессы : учебное пособие / В. А. Булат, А. Г.

Губанович, С. М. Силук. - Минск : БНТУ, 2020. - 214 с. - ISBN 978-985-550-958-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/247847>

2 Бобров, А. Э. Электромеханические переходные процессы в системах электроснабжения : учебное пособие / А. Э. Бобров, В. Н. Гиренков, А. М. Дяков. - Красноярск : СФУ, 2020. - 96 с. - ISBN 978-5-7638-4355-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/181643>

3 Папков, Б. В. Электроэнергетические системы и сети. Токи короткого замыкания : учебник и практикум для вузов / Б. В. Папков, В. Ю. Вуколов. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 353 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-8148-3. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/561831>

### **5.3 Периодические издания**

1 Электроэнергетика. Сегодня и завтра: информационно-аналитический журнал. – Москва: Деловая пресса.

### **5.4 Интернет-ресурсы**

1 Информационный интернет ресурс посвящённый теме электричества, электрической энергии, электротехнике и т.п.- Режим доступа <http://www.electrikpro.ru> -

2 Расширенная интернет версия отраслевого информационно-справочного журнала «Новости электротехники». – Режим доступа <http://www.news.elteh.ru>

3 <http://techlibrary.ru/> – Некоммерческий проект «Техническая библиотека»;

4 <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека;

5 <http://www.edu.ru> – Федеральный образовательный портал Российское образование

6 <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/LINCIR> - открытые онлайн - курсы «Линейные электрические цепи»;

7 eLIBRARY [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека / ООО Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://elibrary.ru>

### **5.6 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

Программное обеспечение, используемые при проведении аудиторных учебных занятий и осуществлении самостоятельной работы студентами:

- RED OS ;

- LibreOffice;

- Яндекс браузер;

- Chromium браузер;

- Веб-приложение «Универсальная система тестирования БГТИ»;

- программа аналогового, цифрового и смешанного моделирования и анализа цепей электронных устройств Micro-Cap 12;

- <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс;

- <https://www.studentlibrary.ru/> - Консультант студента

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

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком; посадочными местами для обучающихся; рабочим местом преподавателя; учебной доской.

Аудитории для самостоятельной работы оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерной техникой подключенной к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.

Компьютерный класс оснащен: стационарным мультимедиа-проектором и проекционным

экраном, оборудованием для организации локальной вычислительной сети, программным обеспечением «Универсальный тестовый комплекс», персональными компьютерами, рабочим местом преподавателя, учебной доской.

Учебные аудитории для проведения лабораторных и практических занятий оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком, посадочными местами для обучающихся, рабочим местом преподавателя, учебной доской, учебными моделями электрических машин.

Учебные аудитории для проведения групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам