

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)  
21 августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети»*

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

Очная

Кумертау 2023

**Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети» /сост. А.В. Богданов. - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2023**

Рабочая программа предназначена обучающимся очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

© Богданов А.В., 2023  
© Кумертауский филиал ОГУ, 2023

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель** освоения дисциплины: формирование у студентов теоретических знаний и практических умений и навыков по применению методов анализа и синтеза электрических сетей и систем.

### **Задачи:**

- ознакомить с конструкциями элементов линий электропередачи
- изучить составление схем замещения;
- изучить определение параметров схем замещения;
- изучить расчет основных режимов электрических сетей и систем;
- изучить основы проектирования электрических сетей и 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.13 Информационные технологии и программирование, Б1.Д.Б.19 Основы электроизмерений, Б1.Д.Б.20 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.Б.22 Электрические машины, Б1.Д.Б.23 Электрические и электронные аппараты, Б1.Д.В.1 Инженерная и компьютерная графика, Б1.Д.В.2 Основы электроэнергетики*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции, Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий, Б2.П.В.П.2 Проектная 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*-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК*-1-В-3 Выбирает, обосновывая свой выбор, и использует адекватные модели элементов и методы проектирования для конкретных задач синтеза электрических сетей	<b>Знать:</b> конструктивное выполнение электрических сетей, методы и средства регулирования их режимов <b>Уметь:</b> определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей <b>Владеть:</b> методикой расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей и потерь мощности электроэнергии в электрической сети
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов	ПК*-2-В-2 Устанавливает закономерности между требуемыми режимами и заданными параметрами электроустановок	<b>Знать:</b> характеристик и параметров элементов электроэнергетической системы

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	<p>ПК*-2-В-3 Применяет методы регулирования напряжения и частоты, методы снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях и системах</p> <p>ПК*-2-В-4 Определяет на основе технико-экономического анализа оптимальную топологию сети для снабжения конкретных потребителей с учетом требований по бесперебойности электроснабжения</p>	<p><b>Уметь:</b> проводить расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей <b>Владеть:</b> методикой определения качества электрической энергии и его обеспечение в электрической системе</p>
ПК*-7 Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию	ПК*-7-В-3 Применяет стандарты электротехнического направления и ЕСКД при оформлении типовой технической документации	<p><b>Знать:</b> режимы работы электроэнергетических установок</p> <p><b>Уметь:</b> определять состав оборудования электроэнергетических объектов и их параметры</p> <p><b>Владеть:</b> навыками расчета режимов работы электроэнергетических установок</p>
ПК*-9 Способен использовать современное программное обеспечение для проектирования и эксплуатации систем электроснабжения	ПК*-9-В-2 Владеет пакетами прикладных программ для расчета и анализа установившихся процессов электрических систем и сетей	<p><b>Знать:</b> современные информационных и телекоммуникационных систем для расчёта параметров и режимов электроэнергетических систем и сетей</p> <p><b>Уметь:</b> применять современные компьютерных систем для получения информации о результатах расчёта параметров и режимов электроэнергетических систем и сетей</p> <p><b>Владеть:</b> современными компьютерными системами для получения информации о результатах расчёта параметров и режимов электроэнергетических систем и сетей</p>

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>180</b>	<b>288</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>48,25</b>	<b>53</b>	<b>101,25</b>
Лекции (Л)	32	18	50
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	32
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1,5	1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>59,75</b>	<b>127</b>	<b>186,75</b>
- выполнение курсового проекта (КП);		45	
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	25,75	20	45,75
- подготовка к лабораторным занятиям;	20	20	40
- подготовка к практическим занятиям;		20	20
- подготовка к рубежному контролю и т.п.)	14	22	36
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>диф. зач.</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия и определения	28	8			20
2	Конструкции линий электрических сетей	48	12		16	20
3	Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы	32	12			20
	Итого:	108	32		16	60

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Заземление нейтрали в электрических сетях	41	6			35
5	Расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей	65	6	16	8	35
6	Качество электрической энергии и его обеспечение в электрической системе	74	6		8	60
	Итого:	180	18	16	16	130
	Всего:	288	50	16	32	190

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1.** Основные понятия и определения. Назначение электрических сетей. Классификация электрических сетей. Категории токоприемников. Номинальное напряжение токоприемников, электрических сетей, генераторов, трансформаторов.

**Раздел 2.** Конструкции линий электрических сетей. Воздушные линии электропередачи до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами. Воздушные линии электропередачи 6-35 кВ с голыми и защищенными проводами. Материалы и конструкции проводов и тросов. Типы опор, материалы опор, их фундаменты. Расположение проводов и тросов на опорах. Изоляция и линейная арматура воздушных линий. Конструкции кабелей и кабельные линии. Кабельные муфты и концевые разделки. Типы кабелей. Токопроводы и шинопроводы. Внутренние проводки.

**Раздел 3.** Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы. Схемы замещения (математические модели) элементов электрических сетей. Схемы замещения ЛЭП с равномерно распределенными и сосредоточенными параметрами. Погонные параметры ЛЭП: активное сопротивление, индуктивное сопротивление, активная и реактивная проводимость. Упрощения в схемах замещения ЛЭП. Определение параметров схемы замещения ЛЭП. Воздушные ЛЭП с расщепленными фазами. ЛЭП со стальными проводами. Паспортные величины (каталожные данные) и схемы замещения трансформаторов: двух обмоточных, с расщепленной обмоткой, трех обмоточных. Понятия об автотрансформаторе. Определение параметров схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Графики электрических нагрузок. Понятие времени максимальных нагрузок ( $T_m$ ). Модели нагрузок. Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте. Модели генераторов при расчетах установившихся режимов. Потери мощности в элементах электрической сети (линиях, трансформаторах).

**Раздел 4.** Заземление нейтрали в электрических сетях. Виды трехфазных систем переменного тока до 1000 В. Режимы заземления нейтрали в сетях напряжением свыше 1000 В. Электрические сети с глухозаземленной и эффективно-заземленной нейтралью. Электрические сети с изолированной нейтралью. Электрические сети с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор. Электрические сети с нейтралью, заземленной через резистор.

**Раздел 5.** Расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей. Уравнения установившегося режима электрической сети. Параметры режимов. Баланс активной мощности и его связь с частотой. Регулирование частоты в электросистемах. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Лавина напряжений. Связь между напряжениями начала и конца ЛЭП. Падение напряжения, потери напряжения. Векторная диаграмма. Работа линии на холостом ходу. Расчет параметров режимов разомкнутых электрических сетей. Расчетная нагрузка узла. Расчет параметров режимов сети с двухсторонним питанием (замкнутой (кольцевой) сети). Методы расчета параметров режимов сложных электрических сетей. Методы расчета потерь электроэнергии в электрических сетях. Метод оперативных расчетов. Метод характерных суток. Метод средних нагрузок. Метод определения потерь электроэнергии по времени наибольших потерь.

**Раздел 6.** Качество электрической энергии и его обеспечение в электрической системе. Показатели качества электроэнергии. Методы регулирования напряжения в электрических сетях. Встречное регулирование напряжения. Регулирование напряжения: с помощью трансформаторов с устройствами ПБВ и РПН; регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности; регулирование напряжения изменением сопротивления сети. Гибкие системы передачи энергии переменного тока (FACTS).

## 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Конструкция воздушных линий электропередачи. Арматура воздушных линий электропередачи	8
2	2	Изучение кабельных линий	8
3	5	Установившийся режим сети с двухсторонним питанием	8

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
4	6	Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения	8
		Итого:	32

#### 4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	5	Схемы замещения элементов электрических сетей	4
2	5	Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей	4
3	5	Расчет параметров установившихся режимов разомкнутых электрических сетей	4
4	5	Расчет параметров установившихся режимов сетей с двухсторонним питанием	4
		Итого:	16

#### 4.5 Курсовой проект (6 семестр)

Тема: «Проектирование электрической сети» (по вариантам)

### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 5.1 Основная литература

1. Электроэнергетические системы и сети: модели развития : учебное пособие для вузов / С. С. Ананичева, П. Е. Мезенцев, А. Л. Мызин ; под научной редакцией П. И. Бартоломея. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 148 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07671-4. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/494078>.

2. Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / А. В. Лыкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 360 с. — Режим доступа : <https://urait.ru/bcode/451023>.

3. Климова, Г. Н. Электроэнергетические системы и сети. Энергосбережение : учеб. пособие для вузов / Г. Н. Климова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022 — 179 с. — Режим доступа : <https://urait.ru/bcode/451325>.

4. Ушаков, В.Я. Электроэнергетические системы и сети : учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / В.Я. Ушаков. — М.: Изд-во Юрайт, 2015. - 446с.

#### 5.2 Дополнительная литература

1. Ананичева, С. С. Электроэнергетические системы и сети. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг ; под научной редакцией Е. Н. Котовой. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 177 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07672-1. — Режим доступа : <https://urait.ru/bcode/494079>.

2. Электроэнергетические системы и управление ими : учебное пособие / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова, А. Ю. Арестова [и др.] ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 74 с. : ил., табл. — ISBN 978-5-7782-3703-2. — Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574692>.

3. Электроэнергетические системы и сети: лабораторный практикум / авт.-сост. Ю. Г. Кононов, Н. Н. Кононова, Д. А. Костюков, О. С. Рыбасова [и др.]. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. – 161 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494692...>

### 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-elektromehanika.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:

- 2104 Лаборатория «Электроснабжение»;

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

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено 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 «*Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети*» 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.7 Электроэнергетические системы и сети


Форма обучения: очная

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