

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Кумертауский филиал  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»  
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий



Заместитель директора по УМ и НР  
Л.Ю. Полякова

(подпись, расшифровка подписи)

18 апреля 2024г.

## 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

**Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети»/сост. А.В. Богданов - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2024**

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



## 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	ПК*-2-В-2 Устанавливает закономерности	<b>Знать:</b> характеристик и

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов	<p>между требуемыми режимами и заданными параметрами электроустановок</p> <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>параметров элементов электроэнергетической системы</p> <p><b>Уметь:</b> проводить расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей</p> <p><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

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	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
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, 2024.

2. Энергобезопасность и энергосбережение: журнал. Подписной индекс (Роспечать) - 84676 и 46577. - Частное учреждение высшего образования Московский институт энергобезопасности и энергосбережения, ISSN 2071-2219, 2024.

3. Теплоэнергетика. Теплоснабжение: журнал. Подписной индекс 18323. - Общество с ограниченной ответственностью Международная академическая издательская компания "Наука/Интерпериодика", ISSN 0040-3636, 2024.

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/technicheskie/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;
- операционная система РЕД ОС
- пакет офисных приложений LibreOffice (Writer, Calc, Impress, Math, Draw, Base)
- САПР Компас-3D
- 7zip — архиватор: P7Zip
- веб-браузер с поддержкой ГОСТовского шифрования для работы с ГИС (госИС): Chromium
- программа для создания и обработки растровой графики с частичной поддержкой работы с векторной графикой: GIMP
- простой редактор файлов PDF: PDFedit
- <https://yandex.ru/> - бесплатный российский Интернет обозреватель Яндекс. Браузер
- <http://aist.osu.ru/> АИССТ ОГУ - автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования ОГУ

## **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 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 «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 2024

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры

протокол №8 от "05" апреля 2024г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры



подпись

Е.С. Золотарев  
расшифровка подписи

Исполнители:

доцент каф. ЭПП  
должность



подпись

А.В. Богданов  
расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол №5 от "18" апреля 2024г.

Председатель НМС



подпись

Л.Ю. Полякова  
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о.зав. кафедрой ЭПП



подпись

Е.С. Золотарев  
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой



подпись

С.Н. Козак  
расшифровка подписи