

Минобрнауки России

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

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

## **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*

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

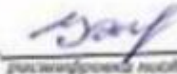
обще профессиональных и технических дисциплин

наименование кафедры

протокол № 6 от "14" 02 2024.

Декан строительного-технологического факультета

подпись



расшифровка подписи

И. В. Завьялова

Исполнители:

доцент

должность



подпись

расшифровка подписи

Е. В. Фролова

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по НМР



личная подпись

М. А. Зорина

расшифровка подписи

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код наименования

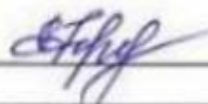
личная подпись



расшифровка подписи

О. С. Манакова

Уполномоченный по качеству кафедры



Е. В. Фролова

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цели** освоения дисциплины: получение необходимых знаний и навыков в области проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации современных автоматизированных систем контроля и учета электропотребления на различных электроэнергетических объектах, в том числе, подобных автоматизированных систем применительно к условиям функционирования оптового и розничного рынков электроэнергии и мощности.

**Задачи:** изучение методологических и технических основ создания современных автоматизированных систем контроля и учета электропотребления электроэнергетических объектов различного назначения.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.18 Основы электроизмерений, Б1.Д.Б.19 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.Б.21 Электрические машины, Б1.Д.Б.22 Электрические и электронные аппараты, Б1.Д.В.1 Инженерная и компьютерная графика, Б1.Д.В.2 Основы электроэнергетики*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.4 Экономика предприятия, Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции, Б1.Д.В.11 Надежность электроснабжения, Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий, Б1.Д.В.18 Системы автоматизированного проектирования электроснабжения, 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><u>Знать:</u></b> - конструкцию линий электропередачи; модели (схемы замещения) элементов электрических систем в стационарных режимах <b><u>Уметь:</u></b> выбирать, обосновывая свой выбор, конструкцию, номинальное напряжение, сечения токопроводящих элементов ЛЭП, параметры силового электрооборудования с проверкой в основных режимах работы. <b><u>Владеть:</u></b> методами проектирования для конкретных задач синтеза электрических сетей
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ПК*-2-В-2 Устанавливает закономерности между требуемыми режимами и заданными параметрами электроустановок	<b><u>Знать:</u></b> способы регулирования напряжения и частоты а так же способы снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях.

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> применять методы расчета параметров режима электрических систем и сетей различной конфигурации.</p> <p><b>Владеть:</b> методиками выбора оптимальной конфигурации сети для снабжения конкретных потребителей электроэнергии с учетом требований по бесперебойности.</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> -стандарты электротехнического направления и ЕСКД</p> <p><b>Уметь:</b> -применять стандарты электротехнического направления и ЕСКД при оформлении типовой технической документации</p> <p><b>Владеть:</b> - комплексом государственных стандартов при разработке, и оформлении проектной конструкторской документации в области электротехники и электроэнергетики</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> - прикладные программы для расчета и анализа установившихся процессов электрических систем и сетей</p> <p><b>Уметь:</b> - использовать современное программное обеспечение для проектирования и эксплуатации систем электроснабжения</p> <p><b>Владеть:</b> - навыками работы с пакетами прикладных программ для расчета и анализа установившихся процессов электрических систем и сетей</p>

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоёмкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>108</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>51,25</b>	<b>48</b>	<b>99,25</b>
Лекции (Л)	34	16	50
Практические занятия (ПЗ)	16	30	46
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> - выполнение курсового проекта (КП); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю	<b>92,75</b>	<b>60</b> +	<b>152,75</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>экзамен</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Конструкция электрических сетей	56	12	4	-	40
2	Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы	88	22	12	-	54
	Итого:	144	34	16	-	94

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Проектирование электрических сетей	108	16	30	-	62
	Итого:	108	16	30	-	62
	Всего:	252	50	46	-	156

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### 1 Конструкция электрических сетей.

Классификация электрических сетей. Категории токоприемников. Номинальное напряжение токоприемников, электрических сетей, генераторов, трансформаторов. 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.

### 2 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 (Тм). Модели нагрузок. Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте. Модели генераторов при расчетах установившихся режимов. Потери мощности в элементах электрической сети (линиях, трансформаторах). 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. 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).

### **3 Проектирования электрических сетей.**

Способы присоединения подстанций к электрической сети. Принципы построения системообразующих электрических сетей. Типовые схемы распределительных устройств. Схемы городских систем распределения электро-энергии. Схемы сельских сетей. Схемы электрических сетей до 1000 В. Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей.

Методика технико-экономических расчетов в электроэнергетике. Составляющие капитальных затрат на сеть. Составляющие эксплуатационных расходов на сеть. Приведенные расчетные затраты. Себестоимость вырабатываемой, потребляемой и потерянной электроэнергии. Экономическая плотность тока. Метод экономических интервалов. Определение сечений линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения (из условий постоянства сечений; по минимуму потерь мощности; по минимуму расхода проводникового материала).

Выбор сечений проводников ЛЭП по условию нагрева. Выбор номинального напряжения. 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. Компенсация реактивной мощности. Типы компенсирующих устройств. Экономико-математические модели компенсирующих устройств. Оптимизация размещения компенсирующих устройств.

### **4.3 Практические занятия**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1,2	1		4
3, 4, 5	2	Баланс активной и реактивной мощности. Расчет мощности компенсирующих устройств	6
6, 7, 8	2	. Синтез вариантов схем электроснабжения районной электрической сети	6
9, 10	3	Выбор рационального номинального напряжения сети	4
11, 12	3	Выбор сечений проводов сети по экономической плотности тока и проверка их по допустимому току.	4

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
13, 14	3	Проверка сети по потере напряжения.	4
15, 16	3	Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции	4
17, 18	3	Проверка трансформаторов на перегрузочную способность по ГОСТ 14209-85	4
19, 20	3	Формирование схем соединения районной электрической сети	4
21, 22, 23	3	Технико-экономическое сравнение вариантов схем электрических сетей.	6
		Итого:	46

#### 4.4 Курсовой проект (6 семестр)

Проектирование электрической сети по индивидуальным исходным данным.

### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 5.1 Основная литература

1 Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : учебник : [16+] / А. В. Лыкин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 363 с. : ил., табл. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575236>

2 Филиппова, Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник / Т. А. Филиппова ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 294 с. : ил., табл. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574714>

#### 5.2 Дополнительная литература

1 Сибикин, Ю. Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий : учебник : в 2 книгах / Ю. Д. Сибикин. – 8-е изд., стер. – Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2014. – Книга 2. – 253 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457739>

2 Русина, А. Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учебник / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. – 400 с. : табл., граф., схем., ил. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436047>

3 Ананичева, С. С. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг ; науч. ред. С. И. Бартоломей; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2019. – 299 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696528>– Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-2638-9. – Текст : электронный.: ОГУ, 2014. - 42 с.

#### 5.3 Периодические издания

1 Электричество / гл. ред. П. А. Бутырин ; учред. Российская Академия Наук. – Москва : Издательство МЭИ – Режим доступа: по подписке. – URL: [https://biblioclub.ru/index.php?page=journal\\_red&jid=700624](https://biblioclub.ru/index.php?page=journal_red&jid=700624). – ISSN 2411-1333(Online). – ISSN 0013-5380(Print). – Текст: электронный.

#### 5.4 Интернет-ресурсы

<http://www.normacs.ru/> - библиотека системы нормативов NormaCS.;

<http://www.electrolibrary.info> – электронная электротехническая библиотека;

<http://www.energyed.ru> – образовательный сайт для энергетиков

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

1 операционная система Microsoft Windows;

2 Microsoft Office;

3 операционная система: Linux RED OS MUROM 7.3.1;

3 Веб-приложение «Универсальная система тестирования БГТИ»;

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



- 5 Яндекс браузер;
- 6 eLIBRARY [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека / ООО Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>;
- 7 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>;
- 8 Электронно-библиотечная система РУКОНТ - Режим доступа: <https://rucont.ru/>;
- 9 Электронно-библиотечная система Университетская библиотека онлайн – Режим доступа: <https://lib.osu.ru/login?redirect=L2FwaS9zZWFtbGVzcy1hdXRoL29ubGluZQ==>
- 10 Электронно-библиотечная система ЛАНЬ – Режим доступа: <https://lib.osu.ru/login?redirect=L2FwaS9zZWFtbGVzcy1hdXRoL2xhbG==>

## **6 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.