

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

Заочная

Год набора 2025

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

общеобразовательных и технических дисциплин

наименование кафедры

протокол № 6 от 10 сентября 2015 г.

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

расшифровка подписи

М. А. Зорина

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

О. С. Манакова

Уполномоченный по качеству кафедры

Е. В. Фролова

© Фролова Е.В., 2025

© Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, 2025

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 Начертательная геометрия, 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	<u>Знать:</u> - конструкцию линий электропередачи; модели (схемы замещения) элементов электрических систем в стационарных режимах <u>Уметь:</u> выбирать, обосновывая свой выбор, конструкцию, номинальное напряжение, сечения токопроводящих элементов ЛЭП, параметры силового электрооборудования с проверкой в основных режимах работы. <u>Владеть:</u> 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 ПК*-2-В-3 Применяет методы регулирования напряжения и частоты, методы снижения потерь	<u>Знать:</u> способы регулирования напряжения и частоты а так же способы снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях. <u>Уметь:</u> применять методы расчета параметров режима электрических систем и сетей различной конфигурации.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	мощности и электроэнергии в электрических сетях и системах ПК*-2-В-4 Определяет на основе технико-экономического анализа оптимальную топологию сети для снабжения конкретных потребителей с учетом требований по бесперебойности электроснабжения	<u>Владеть:</u> методиками выбора оптимальной конфигурации сети для снабжения конкретных потребителей электроэнергии с учетом требований по бесперебойности.
ПК*-7 Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию	ПК*-7-В-3 Применяет стандарты электротехнического направления и ЕСКД при оформлении типовой технической документации	<u>Знать:</u> -стандарты электротехнического направления и ЕСКД <u>Уметь:</u> -применять стандарты электротехнического направления и ЕСКД при оформлении типовой технической документации <u>Владеть:</u> - комплексом государственных стандартов при разработке, и оформлении проектной конструкторской документации в области электротехники и электроэнергетики
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	<u>Знать:</u> - прикладные программы для расчета и анализа установившихся процессов электрических систем и сетей <u>Уметь:</u> - использовать современное программное обеспечение для проектирования и эксплуатации систем электроснабжения <u>Владеть:</u> - навыками работы с пакетами прикладных программ для расчета и анализа установившихся процессов электрических систем и сетей

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	108	252
Контактная работа:	13,5	19	32,5
Лекции (Л)	6	6	12
Практические занятия (ПЗ)	2	6	8

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Лабораторные работы (ЛР)	4	4	8
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1,5	1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5	1
Самостоятельная работа: - выполнение курсового проекта (КП); - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям	130,5 +	89 +	219,5
Вид итогового контроля	экзамен	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Итого:	144	6	2	4	132

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Итого:	108	6	6	4	92
	Всего:	252	12	8	8	224

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 (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). 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 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1,2	1	Изучение конструкции электрических сетей	4
3, 4	2	Баланс активной и реактивной мощности. Расчет мощности	4

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		компенсирующих устройств	
		Итого:	8

4.4 Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	3	Выбор рационального номинального напряжения сети	2
2, 3	3	Выбор сечений проводов сети по экономической плотности тока и проверка их по допустимому току.	4
4	3	Технико-экономическое сравнение вариантов схем электрических сетей.	2
		Итого:	8

4.5 Курсовой проект (7 семестр)

Проектирование электрической сети по индивидуальным исходным данным.

4.6 Контрольная работа (6 семестр)

Задание 1 Расчёт режима работы электрической сети. В задании предлагается выполнить расчёт режима радиальной электрической сети, схема которой приведена на рисунке 1

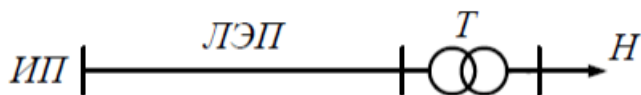


Рисунок 1 – Радиальная схема электрической сети

Исходные данные для расчёта.

1. Номинальное напряжение электрической сети $U_{ном} = 35$ кВ; номинальное напряжение электроприёмника $U = 10$ кВ.

2. По степени надёжности электроснабжения электроприёмники отнесены ко 2-ой категории.

3. Параметры источника питания, электроприёмника (нагрузки) и линии электропередачи приведены в табл. 1 – 2.

Пользуясь исходными данными, выполните расчёт режима заданной на рисунке 1 схемы в соответствии с приведённым ниже алгоритмом:

1. Выбор параметров элементов электрической сети

1.1. Выбор и проверка сечения проводов линии электропередачи.

1.2. Выбор трансформаторов на подстанции.

2. Расчёт электрического режима

2.1. Составление схемы замещения электрической сети и определение её параметров.

2.2. Расчёт потоков мощности по участкам схемы с учётом потерь мощности в элементах.

2.3 3. Расчёт напряжения в узлах схемы.

3. Выводы по работе

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> – Биб-лиогр. 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. – 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;

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.