

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электро- и теплоэнергетики

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 2021

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

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

протокол № 5 от "10" 02 2021 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

подпись

В.Ю. Соколов

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность

подпись

А. Д. Чернова

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Чернова А.Д., 2021

© ОГУ, 2021

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование у студентов теоретических знаний и практических умений и навыков по применению методов анализа и синтеза электрических сетей и систем.

Задачи:

- ознакомление с конструкциями элементов линий электропередачи
- составление схем замещения;
- определение параметров схем замещения;
- расчет основных режимов электрических сетей и систем;
- основы проектирования электрических сетей и систем;
- уяснение физической сущности явлений, происходящих в процессе производства, распределения и потребления электроэнергии.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.16 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.Б.18 Электрические машины, Б1.Д.Б.19 Электрические и электронные аппараты, Б1.Д.Б.21 Основы электроизмерений, Б1.Д.В.1 Инженерная и компьютерная графика, Б1.Д.В.4 Основы электроэнергетики*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.3 Экономика и организация энергетического производства, Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции, Б1.Д.В.11 Надежность электроснабжения, Б1.Д.В.12 Релейная защита и автоматика, Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий, Б1.Д.В.17 Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, 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, ЛЭП, параметры силового электрооборудования в основных режимах работы. <u>Владеть:</u> методами выбора и проверки номинального напряжения, стандартного сечения токопроводящих элементов ЛЭП, параметров силового

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		электрооборудования
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов	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 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>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. <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> Условно-графическое обозначение основных элементов электрических сетей... <u>Уметь:</u> Выполнять чертежи по стандартам ЕСКД <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> Основной возможности прикладного программного обеспечения для расчета электрических сетей <u>Уметь:</u> Моделировать процессы в электрических сетях в прикладном программном обеспечении <u>Владеть:</u> 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	18	31,5
Лекции (Л)	6	6	12
Практические занятия (ПЗ)	2	6	8
Лабораторные работы (ЛР)	4	4	8
Консультации	1		1
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 +	90 +	220,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1,2	Конструкция электрических сетей Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы	144	6	2	4	132
	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	
3	Проектирования электрических сетей	108	6	6	4	92
	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 электроэнергии. Схемы сельских сетей. Схемы электрических сетей до 1000 В.

Технико-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

6 семестр

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
3	2	Моделирование сети двухсторонним питанием	4
Итого:			4

7 семестр

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	3	Расчет и анализ установившегося режимов электрической сети с использованием пакета программ «RASTR»	4
Итого:			4
Всего:			8

4.4 Практические занятия (семинары)

6 семестр

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	3	Баланс активной и реактивной мощности. Расчет мощности компенсирующих устройств Синтез вариантов схем электроснабжения районной электрической сети	2
Итого:			2

7 семестр

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
2	3	Выбор рационального номинального напряжения сети Выбор сечений проводов сети по экономической плотности тока и проверка их по допустимому току. Проверка сети по потере напряжения. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции Проверка трансформаторов на перегрузочную способность по ГОСТ 14209-85	4
3	3	Формирование схем соединения районной электрической сети Технико-экономическое сравнение вариантов схем электрических сетей.	2
Итого:			6
Всего			8

4.5 Курсовой проект (7 семестр)

Целью курсового проектирования является закрепление практических навыков самостоятельного решения инженерных задач, развитие творческих способностей и умение пользоваться технической, нормативной и справочной литературой.

Темой курсового проекта является эскизный проект районной электрической сети напряжением от 35 до 220 кВ. Рассматривается электроснабжение пяти пунктов потребления электроэнергии от одного источника – районной электростанции.

Исходные данные на проектирование сети задаются преподавателем и содержат необходимые сведения о потребителях и источнике электроэнергии. Взаимное расположение источника питания и пунктов потребления электроэнергии определяется планом района с указанием масштаба. Для выбора конструктивного выполнения воздушных линий, оценки условий прохождения трасс, удельных показателей стоимости сооружения сети, правильного выбора типов коммутационных аппаратов на понижающих подстанциях в задании, выдаваемом преподавателем, указывается географическое расположение проектируемого района и отрасль промышленности, к которой относятся электропотребители.

Графическая часть курсового проекта должна содержать следующие материалы:

- варианты схем районной сети и их технико-экономические показатели;
- предлагаемая схема электрической сети и ее схема замещения;
- диаграмма напряжений в сети и выбор средств регулирования напряжения.

4.6 Контрольная работа (6 семестр)

Выполнить расчет баланса активной и реактивной мощности районной электрической сети с учетом мощности компенсирующих устройств. Произвести синтез вариантов схем электроснабжения районной электрической сети

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Электроэнергетические сети и системы: Учебное пособие / Николаева С.И. - Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 64 с.: ISBN - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1007833>

2 Антонов, С.Н. Проектирование электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Антонов, Е.В. Коноплев, П.В. Коноплев, А.В. Ивашина; Ставропольский гос. аграрный ун-т. – Ставрополь, 2014. – 104 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514943>

3 Техничко-экономические расчеты распределительных электрических сетей : учеб. пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, Д.В. Петров. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 96 с. — (Высшее образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1003786/>

4 Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. - 4-е изд., доп. - Москва: Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 174 с. - ISBN 978-5-9729-0404-4. - - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1168656>

5.2 Дополнительная литература

1 Электроснабжение промышленных предприятий и городов : учеб. пособие / Г.Н. Ополева. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2019. — 416 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1003805>

2 Герасименко, А. А. Оптимальная компенсация реактивной мощности в системах распределения электрической энергии [Электронный ресурс] : монография / А. А. Герасименко, В. Б. Нешата-

ев. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 218 с. - ISBN 978-5-7638-2630-2. - Режим доступа:
<http://znanium.com/catalog/product/492442>

3 Нелюбов, В. М. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс] : методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 140400.62 Электроэнергетика и электротехника / В. М. Нелюбов, О. И. Пилипенко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. электроснабжения пром. предприятий. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 18.06 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2014. - 42 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа:

http://artlib.osu.ru/site_new/index.php?option=com_find&type=getfile&name=4475_20140415.pdf&folder1=metod_all&folder2=books&no_html=1

4 Нелюбов, В. М. Электрические сети и системы [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / В. М. Нелюбов, О. И. Пилипенко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. электро- и теплоэнергетики. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 37715 Кб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 188 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-2204-7. - Режим

доступа:

http://artlib.osu.ru/site_new/index.php?option=com_find&type=getfile&name=4475_20140415.pdf&folder1=metod_all&folder2=books&no_html=1

5.3 Периодические издания

Научно-технические журналы:

- «Электричество»;
- «Электрические станции»;
- «Энергетик»;
- «Новости электротехники».

5.4 Интернет-ресурсы

<http://www.ruscable.ru/> - Энергетика. Электротехника. Связь. Отраслевое электронное СМИ
ЭЛ № ФС77-28662.

<http://electricalschool.info/> Школа для электрика.

<http://www.news.elteh.ru/> Новости электротехники. Информационно-справочное издание.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1. Операционная система Microsoft Windows
- 2. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
- Математический пакет MathCAD MathSoft, Inc.
- Пакет программ «RASTR»

ПО "RastrWin 3" v 1.74 - Расчет и анализ установившихся режимов электрических сетей. – Свердловск: УПИ. студенческая лицензия (требуется бесплатной регистрации) - позволяет работать с любой схемой объемом до 60 узлов без ограничений. – Режим доступа: <http://www.rastrwin.ru/>

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория Лаборатория электрических систем и сетей, ауд. 8201,8210, оборудованная лабораторными стендами, проектором, экраном и компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.