МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра электроэнергетики и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.4 Электроэнергетические системы и сети»

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль
Электроснабжение

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год начала реализации программы
2021

г. Орск, 2021

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование понимания современных методов и научных разработок, связанных с исследованием и развитием электроэнергетических систем и сетей, получение необходимых знаний в области проектирования электроэнергетических систем и сетей и расчета их режимов.

Задачи:

- представление о роли и значимости электроэнергетических систем и сетей, физической сути процессов при передаче, распределении электроэнергии;
- ознакомление с конструкциями элементов линий электропередач;
- изучение элементов электроэнергетических сетей и систем, особенности их работы, схемы замещения для расчетов режимов работы;
- расчет и анализ установившихся режимов электроэнергетических систем;
- ознакомление с методами проектирования электрических сетей
- изучение параметров качества электроэнергии, способов их регулирования, методов поддержания качества электроэнергии в энергосистемах в соответствии с требованиями действующих стандартов.

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.В.20 Основы электротехнологий

Постреквизиты дисциплины: Б2.П.Б.П.2 Производственная практика (преддипломная 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-1 Применяет физико-математический аппарат для проектирования кабельных и воздушных линий электропередач, графика электрических нагрузок	**Знать:** основные понятия и содержание классических разделов высшей математики; основные физические явления и законы механики, электротехники; состояние и современные тенденции развития технического прогресса в области электротехники; методы определения экономической эффективности исследований **Уметь:**

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере; выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты **Владеть:** методами математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний объектов электроэнергетики и электротехники; анализом физических явлений в электрических устройствах, объектах и системах; технико-экономическими расчетами и обоснованием варианта с наилучшими показателями при проектировании объектов и систем в электроэнергетической и электротехнической отраслях
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 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	**Знать:** схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи; основные математические соотношения, характеризующие работу электроэнергетических систем; инструментарий для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере профессиональной деятельности по электроэнергетике и электротехнике **Уметь:** применять, эксплуатировать и производить выбор оборудования электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать режимы работы электроэнергетических и электротехнических установок различного

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических и электротехнических объектов **Владеть:** методами анализа режимов работы электроэнергетических систем; методами расчета параметров электроэнергетических сетей и систем; способностью рассчитывать режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей
ПК*-7 Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию	ПК*-7-В-3 Применяет стандарты электротехнического направления и ЕСКД при оформлении типовой технической документации	**Знать:** технические условия проектных разработок простых конструкций электротехнических устройств, объектов электроэнергетики (электроэнергетических сетей и систем); стандарты электротехнического направления и ЕСКД **Уметь:** использовать нормативные документы в области проектирования и функционирования систем электроснабжения **Владеть:** 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	**Знать:** основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации **Уметь:** применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности; использовать современные технические средства и информационные технологии в профессиональной области **Владеть:**

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		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 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	**6 семестр**	**всего**
Общая трудоёмкость	**108**	**108**	**216**
Контактная работа:	**12,25**	**12,25**	**24,75**
Лекции (Л)	6	6	12
Практические занятия (ПЗ)	6	4	10
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - выполнение курсовой работы; - подготовка к практическим занятиям	**95,75** 85,75 10	**95,5** 49,5 36 10	**191,25** 135,25 36 20
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**дифференцированный зачет**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеад. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Основные понятия, термины, определения	34	2			32
2	Характеристики и параметры элементов электрических сетей	36	2	2		32
3	Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы	38	2	4		32
	Итого	108	6	6		96

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеад. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Задачи расчета и анализа режимов электрической сети	36	2	2		32
5	Требования к схемам электрических сетей и постановка задачи технико-экономических расчетов	36	2	2		32
6	Основы проектирования электрических сетей.	36	2			34
	Итого	108	6	4		98
	Всего	216	12	10		194

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Основные понятия, термины, определения. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины. Предмет курса «Электроэнергетические системы и сети». Общие задачи электроэнергетики и её особенности. Энергетическая и электрическая (электроэнергетическая) системы, электрическая сеть. Классификация электрических сетей. Технико-экономические преимущества создания энергосистем и энергообъединений.

Раздел 2. Характеристики и параметры элементов электрических сетей. Напряжения элементов электрической сети. Номинальные напряжения электропотребителей и электроустановок электрических систем. Предельно допустимые напряжения в электрических сетях. Режимы нейтралей электрических сетей различных номинальных напряжений. Основные элементы конструкций и параметров воздушных линий (ВЛ) различного класса напряжения. Провода и тросы ВЛ. Характеристика материалов, марки, стандартный ряд сечений. Виды опор ВЛ и расположение проводов. Изоляция ВЛ. Кабельные линии, виды кабельной канализации, области применения. Типы и конструкции кабелей и их марки. Параметры схем замещения воздушных и кабельных линий и их определение. Представление электрических систем (ЭС) с помощью схем замещения. Схемы замещения ВЛ различного номинального напряжения. Характеристика и определение параметров схем замещения. Схемы замещения КЛ. Определение параметров схем замещения ВЛ со стальными проводами. Параметры и схемы замещения трансформаторов. Типы, условные обозначения, принципиальная схема, схема замещения, физическая суть ее элементов. Определение параметров схем замещения двухобмоточных, двухобмоточных с расщепленной обмоткой, трехобмоточных трехфазных трансформаторов и автотрансформаторов. Расчет параметров схемы замещения.

Раздел 3. Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы. Представление синхронных машин и компенсирующих устройств в схемах замещения ЭС. Схемы замещения синхронных генераторов, двигателей и компенсаторов, расчет их параметров. Реакторы и конденсаторы в схемах ЭС. Назначение, типы, схемы замещения, параметры схемы замещения. Представление электрических нагрузок (ЭН) в схемах замещения ЭС. Представление ЭН постоянной мощностью и постоянным током. Представление ЭН с помощью сопротивлений и проводимостей. Представление ЭН статическими характеристиками. Преимущества и недостатки этих способов.

Раздел 4. Задачи расчета и анализа режимов электрической сети. Исходные данные для расчета. Однофазные и трехфазные мощности. Определение трехфазной мощности электроустановок при соединении их схем в звезду и треугольник. Математическая постановка задачи. Анализ режима участка электрической сети Определение потерь мощности в продольных и поперечных элементах схем замещения. Характеристика и определение потерь мощности в элементах электрических сетей. Падение и потери напряжения в линии. Расчет и анализ установившихся режимов разомкнутых сетей. Расчет установившихся режимов разомкнутых электрических сетей. Расчет нормального режима ЛЭП при различных способах задания исходных данных. Расчет установив-

шегося режима ЛЭП с несколькими электрическими нагрузками. Режим холостого хода ЛЭП. Расчет режима сети с различными номинальными напряжениями. Векторные диаграммы мощностей и напряжений ЛЭП. Расчет и анализ установившихся режимов простых замкнутых сетей. Определение потокораспределения в линиях с двухсторонним питанием. Электрический расчет сети методом контурных уравнений. Электрический расчет сети обобщенным методом контурных уравнений. Электрический расчет сети методом узловых напряжений. Применение итерационных методов при расчете режимов электрических сетей. Современное программное обеспечение для решения задач расчета установившихся режимов электрических сетей. Использование и особенности современного программного обеспечения для решения задач расчета установившихся режимов электрических сетей. Графическое составление схем замещения и определение параметров режима с их использованием. Методы расчета и анализа потерь электрической энергии. Получение графиков ЭН. Графики нагрузок по продолжительности. Потребляемая (выработанная) электроэнергия. Общая характеристика и классификация потерь. Основные методы определения потерь электроэнергии. Основы снижения потерь электроэнергии в электрических сетях. Оптимизация схемных режимов, перевод электрической сети (участков сети) на более высокий класс напряжения, компенсация реактивной мощности, регулирование напряжения в линиях электропередачи.

Раздел 5. Требования к схемам электрических сетей и постановка задачи технико-экономических расчетов. Классификация потребителей по требуемой надёжности электроснабжения. Принципиальные схемы разомкнутых и замкнутых сетей. Области применения. Способы присоединения тупиковых, транзитных и узловых подстанций к электрической сети. Типовые схемы распределительных устройств. Основные технико-экономические показатели электрических сетей. Критерии выбора оптимального варианта сооружения, реконструкции и развития электрической сети. Метод приведенных затрат в статической постановке. Себестоимость передачи электроэнергии. Выбор сечения проводов и жил кабелей. Методы экономической плотности тока и экономических интервалов для выбора сечения проводов и жил кабелей. Определение сечений проводов местных, распределительных сетей по допустимой потере напряжения. Баланс активной и реактивной мощности и уровень частоты и напряжения в электроэнергетической системе Качественная и количественная оценка взаимосвязи балансов активной и реактивной мощностей и уровней частоты и напряжения в электроэнергетической системе. Первичное и вторичное регулирование частоты. Основы регулирования режимов электрических сетей Регулирование и изменение напряжения в электроэнергетической системе. Централизованное регулирование напряжения. Принципы встречного (согласного) регулирования напряжения. Регулирование, изменение напряжения с помощью коэффициента трансформации. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети. Применение устройств продольной емкостной компенсации. Компенсация реактивной мощности.

Раздел 6. Основы проектирования электрических сетей. Задачи и методы проектирования электрических систем и сетей. Принципы выбора основных проектных решений при построении конфигурации сети.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Представление электрических сетей (ЭС) с помощью схем замещения	2
2	3	Представление синхронных машин и компенсирующих устройств в схемах замещения ЭС	2
3	3	Преимущества и недостатки различных способов представления электрических нагрузок (ЭН) в схемах замещения	2
4	4	Методы расчета и анализа потерь электрической энергии	2
5	5	Основные технико-экономические показатели электрических сетей	2
		Всего	10

4.4 Курсовая работа (6 семестр)

Курсовая работа выполняется по теме: «Проектирование электрической цепи». Необходимо разработать электрическую сеть для электроснабжения потребителей от РЭС (рассмотреть радиальную, кольцевую и сложнозамкнутую сеть). Рассчитать мощности на участках электрической сети. Выбрать номинальное напряжение схем вариантов электрической сети. Рассчитать сечение проводов линий электропередач электрической сети, проверить провода линий электропередач по току в наиболее тяжелом аварийном режиме. Проверить электрическую сеть по потере напряжения в нормальном и аварийном режимах. Выбрать вариант электрической сети. Выбрать силовые трансформаторы на потребительских подстанциях. Произвести электрические расчеты основных режимов работы выбранного варианта сети. Выполнить проверочный баланс активной и реактивной мощностей электрической сети.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети: учебник / В.И. Идельчик. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с. – ISBN 5-283-01012-0.

2. Лыкин, А.В. Электрические системы и сети: учебное пособие для вузов / А.В. Лыкин. – М.: Логос, 2008. – 254 с. – ISBN 978-5-98704-055-8.

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. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=696528

5.2 Дополнительная литература

1. 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. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574692

2. Александров, В.В. Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие / В.В. Александров. – Орск: Изд-во Орск. гуманит.-технолог. ин-та (филиала) ОГУ, 2012. – 97 с. – ISBN 978-5-8424-0643-2.

5.3 Периодические издания

1. Электричество
2. Электротехника
3. Энергобезопасность и энергосбережение
4. Промышленная энергетика

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 Современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы.

1. Научная библиотека (http://niv.ru/). Доступ свободный.
2. eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru). Доступ свободный. Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза.
3. Infolio (http://www.infoliolib.info/). Университетская электронная библиотека.

5.4.2 Тематические профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная электротехническая библиотека (http://www.electrolibrary.info)
2. Онлайн электрик: сервис для энергетиков / электроснабжение, электрификация (https://online-electric.ru)
3. Образовательный сайт по электротехнике, имеется раздел по электроснабжению (http://electricalschool.info)

5.4.3 Электронные библиотечные системы

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (http://www.biblioclub.ru/). После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.
2. ЭБС «Руконт» (https://lib.rucont.ru/) Доступ свободный

5.4.4 Дополнительные Интернет-ресурсы

1. Информационный интернет ресурс посвященный теме электричества, электрической энергии, электротехнике (http://www.electrikpro.ru)
2. Расширенная интернет версия отраслевого информационно-справочного журнала «Новости электротехники» (http://www.news.elteh.ru)

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Тип программного обеспечения	Наименование	Схема лицензирования, режим доступа
Операционная система	Microsoft Windows	Подписка Open Value Subscription – Education Solutions (OVS-ES) по договору № 3В/20 от 01.06.2020 г.
Офисный пакет	Microsoft Office	
Интернет-браузер	Google Chrome	Бесплатное ПО, http://www.google.com/intl/ru/policies/terms/
Мультимедийный плеер	Windows Media Player	Является компонентом операционной системы Microsoft Windows
Просмотр и печать файлов в формате PDF	Adobe Reader	Бесплатное ПО, http://www.adobe.com/ru/legal/terms.html

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических работ, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. В аудитории имеется персональный компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением и мультимедийное оборудование (проектор, экран, звуковые колонки). Данное оборудование активно используется при проведении лекционных занятий.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ.

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