



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образование
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»



Факультет транспортных, инженерных систем и техносферной безопасности

УТВЕРЖДЕНО

Факультет транспортных, инженерных систем и
техносферной безопасности

Декан Мензелинцева Надежда Васильевна
31.08.2024 г.

Электрические сети и подстанции

рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой	Энергоснабжение и теплотехника и теплогазоснабжение и вентиляция
Учебный план	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль	Энергообеспечение предприятий
Квалификация	бакалавр
Срок обучения	4 года

Форма обучения	очная	Общая трудоемкость	8 ЗЕТ
Виды контроля в семестрах:	экзамены 5 курсовые проекты 5 курсовые работы 4		

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	4(2.2)		5(3.1)		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	24	24	24	24	48	48
Практические	32	32	24	24	56	56
Лабораторные	8	8	6	6	14	14
Итого ауд.	64	64	54	54	118	118
Контактная работа	64.25	64.25	54.35	54.35	118.6	118.6
Сам. работа	79.75	79.75	54	54	133.75	133.75
Часы на контроль	0	0	35.65	35.65	35.65	35.65
Практическая подготовка	0	0	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	144	144	144	144	0	0

ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

доцент Веселова Наталья Михайловна ктн

доцент Ковылин Андрей Васильевич ктн

Рецензент(ы):

(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Электрические сети и подстанции

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль: Энергообеспечение предприятий

утвержденного учёным советом вуза от 31.05.2023 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Энергоснабжение и теплотехника и теплогазоснабжение и вентиляция

04.07.2024 номер протокола 11 2023 г.

Зав. кафедрой Стефаненко Игорь Владимирович

СОГЛАСОВАНО:

Факультет транспортных, инженерных систем и техносферной безопасности

Председатель НМС факультета: Мензелинцевой Надежды Васильевны

Протокол заседания НМС от

31.08.2024 г. № 1

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.	
Цель дисциплины – формирование у обучающихся знаний в области теоретических расчетов и анализа режимов электрических сетей и оборудования подстанций, и обеспечения их при организации производства работ по эксплуатации и ремонту оборудования электрических сетей и подстанций напряжением до 220 кВ включительно, участия в разработке и оформлении рабочей, проектной документации электрических сетей и подстанций, осуществлении технического руководства реализации проекта капитального строительства электрических сетей.	
Изучение дисциплины направлено на решение следующих задач:	
- получение обучающимися знаний, определяющих их грамотное применение в своей профессиональной деятельности;	
- получение навыков правильного использования полученных знаний в решении профессиональных задач по проектированию, строительству и эксплуатации электрических сетей и подстанций.	

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Метрология, теплотехнические измерения
2.1.2	Сопротивление материалов
2.1.3	Высшая математика
2.1.4	Физика
2.1.5	Информационные технологии
2.1.6	Материаловедение, технологии конструкционных материалов
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Электрический привод
2.2.2	Электроснабжение предприятий
2.2.3	Релейная защита
2.2.4	Энергетические обследования предприятий
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.6	Экономика энергетического предприятия
2.2.7	Производственная практика, преддипломная
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)	
ПК-1: Разработка и оформление рабочей, проектной документации систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети) объектов капитального строительства. Техническое руководство реализации проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства.	
<i>ПК-1.1: Выполнение рабочих чертежей, выбор алгоритма и способа разработки и оформления эскизных и рабочих чертежей в составе комплекта рабочей документации и применять технологии информационного моделирования систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети).</i>	
Результаты обучения: Обучающийся знает: конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи, силовых трансформаторов, основные схемы электрических сетей и подстанций, логику построения схем, типовые схемные решения, принципиальные схемы эксплуатируемых электроустановок электрических сетей и подстанций; схемы замещения элементов электрической сети подстанций и их параметры; методику расчета режимов питающей ЛЭП напряжением 110 кВ; методику расчета местных разомкнутых распределительных сетей, кольцевых сетей и сетей с двухсторонним питанием; методику расчета токов коротких замыканий (КЗ).	
Обучающийся умет: решать относительно простые практические задачи, связанные с расчётами, выбором элементов и проектированием электрических сетей и подстанций; разрабатывать электрические схемы устройств электрических подстанций и сетей; выбирать сечения проводов и жил кабелей в электрических сетях с различным номинальным напряжением; выполнять расчет режимов разомкнутых распределительных сетей, кольцевых сетей и сетей с двухсторонним питанием; выполнять расчёт токов КЗ.	
Обучающийся владеет: методами составления электрических схем устройств электрических подстанций и сетей; основами проектирования электрических сетей и подстанций; навыками расчета и выбора защитных аппаратов электрических сетей и оборудования электрических подстанций.	

ПК-1.2: Создание элементов системы электроснабжения в качестве компонентов для информационной модели объекта капитального строительства

Результаты обучения: Обучающийся знает: технологическое функционирование электрических подстанций и сетей; правила формирования и ведения информационной модели электрических сетей и подстанций как объекта капитального строительства; функциональные возможности программных и технических средств, используемых при проектировании электрических сетей и подстанций.

Обучающийся умеет: определять перечень необходимых исходных данных для создания элементов электрических сетей и подстанций; применять программные и технические средства при проектировании электрических сетей и подстанций.

Обучающийся владеет: навыками использования компьютерных технологий в процессе обучения.

ПК-2: Организация и производство работ по эксплуатации и ремонту оборудования подстанций и электрических сетей напряжением до 220 кВ включительно. Документационное сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций и электрических сетей

ПК-2.1: Выполнение подготовки к работе по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 220 кВ включительно

Результаты обучения: Обучающийся знает: основные схемы и оборудование распределительных пунктов напряжением 10 (6) кВ и электрических сетей; устройство оборудования электроустановок; эксплуатационно-технические основы электрических подстанций и линий электропередачи.

Обучающийся умеет: обеспечивать подготовку для проведения работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок; использовать нормативную техническую документацию и инструкции.

Обучающийся владеет: навыками модернизации схем электрических устройств подстанций; применения инструкций и нормативных правил при составлении отчетов и разработке технологических документов.

ПК-2.2: Обладать навыками чтения схем первичных соединений электрооборудования электрических станций и подстанций электрических сетей напряжением до 220 кВ включительно

Результаты обучения: Обучающийся знает: условные графические обозначения элементов электрических схем.

Обучающийся умеет: вносить изменения в принципиальные схемы при замене приборов аппаратуры распределительных устройств.

Обучающийся владеет: навыками чтения схем электрических сетей и схем подстанций.

ПК-2.3: Работать со специальными диагностическими приборами и оборудованием электрических станций и подстанций электрических сетей напряжением до 220 кВ

Результаты обучения: Обучающийся знает: основные схемы основные характеристики нагрузки, графики нагрузок и их показатели; устройство и назначение различных типов электрооборудования.

Обучающийся умеет: работать со специальными диагностическими приборами и оборудованием электрических сетей и подстанций.

Обучающийся владеет: методиками использования специальных диагностических приборов и оборудования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Форма контроля
1	Раздел 1. Обучение			
1.1	Электрические сети. /Тема/	4	0	
1.1.1	Общие сведения об электрических сетях. Общие сведения о распределении электрической энергии. Режимы работы электрических установок. /Лек/	4	2	З,Ко
1.1.2	Виды электрических сетей. Схемы электрических сетей. Требование к электрическим сетям. /Лек/	4	2	З,Ко
1.1.3	Общие сведения о расчете электрических сетей. Характеристики и параметры элементов электрических сетей: технические характеристики, электрические параметры, схемы замещения. /Лек/	4	2	З,Ко
1.1.4	Экономические расчеты электрических сетей. Потери мощности и энергии в электрических сетях. Потери мощности и энергии в трансформаторах и автотрансформаторах. Экономическое сечение проводов и кабелей. /Лек/	4	2	З,Ко
1.1.5	Конструктивное выполнение элементов электрических сетей. Воздушные линии, конструкции и механический расчет. /Лек/	4	2	З,Ко
1.1.6	Конструкции кабельных линий. Выбор проводов, шин и кабелей по нагреву. Длительно допустимый ток. Экономическая плотность тока. /Лек/	4	2	З,Ко
1.1.7	Электрический расчет электрических сетей. Электрический расчет разомкнутых электрических сетей. /Лек/	4	2	З,Ко
1.1.8	Определение напряжений в линии с одной нагрузкой. Расчет ЛЭП с учетом трансформаторов. /Лек/	4	2	З,Ко
1.1.9	Расчет линии с несколькими нагрузками. Определение потери напряжения в нулевом проводе. Определение сечения проводов и кабелей по допустимой потере напряжения. /Лек/	4	2	З,Ко
1.1.10	Электрический расчет замкнутых электрических сетей. Расчет линии с двухсторонним питанием. Понятие о расчете сложных электрических сетях. /Лек/	4	2	З,Ко

1.1.11	Регулирование напряжения в электрических сетях. Определение допустимой потери напряжения в сети. Выбор коэффициента трансформации понижающих трансформаторов. Способы и средства регулирования напряжения в сети. /Лек/	4	2	3,Ко
1.1.12	Балансы активной и реактивной мощностей в сети. Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства (КУ). Расстановка КУ. /Лек/	4	2	3,Ко
1.1.13	Подготовка к лабораторной работе №1 /Ср/	4	4	Ко
1.1.14	Определение трассы, глубины залегания и места повреждения КЛ 0,4 кВ. /Лаб/	4	4	Ко
1.1.15	Подготовка к лабораторной работе №2 /Ср/	4	4	Ко
1.1.16	Методы измерения параметров линий электропередачи с помощью кабельного моста Р334. /Лаб/	4	4	Ко
1.1.17	Оформление и подготовка к отчету по лабораторным работам /Ср/	4	4	Ко
1.1.18	Подготовка к практической работе №1 /Ср/	4	2	Ко
1.1.19	Сопrotивления и проводимости ВЛЭП. /Пр/	4	2	Ко
1.1.20	Подготовка к практической работе №2 /Ср/	4	2	Ко
1.1.21	Определение местоположения распределительной подстанции. /Пр/	4	2	Ко
1.1.22	Подготовка к практической работе №3 /Ср/	4	2	Ко
1.1.23	Параметры электрических нагрузок и схем замещения элементов электрических сетей. Схемы замещения ВЛЭП. /Пр/	4	2	Ко
1.1.24	Подготовка к практической работе №4 /Ср/	4	2	Ко
1.1.25	Определение мощности распределительной подстанции. /Пр/	4	2	Ко
1.1.26	Подготовка к практической работе №5 /Ср/	4	2	Ко
1.1.27	Параметры электрических нагрузок и схем замещения элементов электрических сетей. Схемы замещения трансформаторов. /Пр/	4	2	Ко
1.1.28	Подготовка к практической работе №6 /Ср/	4	2	Ко
1.1.29	Определение параметров нагрузки распределительной подстанции. /Пр/	4	2	Ко
1.1.30	Подготовка к практической работе №7 /Ср/	4	2	Ко
1.1.31	Нагрузки электрических сетей. /Пр/	4	2	Ко
1.1.32	Подготовка к практической работе №8 /Ср/	4	2	Ко
1.1.33	Разработка схемы электропередачи, выбор количества линий электропередачи и количества силовых трансформаторов. Выбор напряжения электропередачи. /Пр/	4	2	Ко
1.1.34	Подготовка к практической работе №9 /Ср/	4	2	Ко
1.1.35	Расчет параметров установившихся режимов и потерь электроэнергии в элементах электрических сетей. /Пр/	4	2	Ко
1.1.36	Подготовка к практической работе №10 /Ср/	4	2	Ко
1.1.37	Выбор сечения проводов по экономической плотности тока и экономическим токовым интервалам. Выбор мощности и типа силовых трансформаторов. /Пр/	4	2	Ко
1.1.38	Подготовка к практической работе №11 /Ср/	4	2	Ко
1.1.39	Расчет параметров установившихся режимов разомкнутых электрических сетей и замкнутых. /Пр/	4	2	Ко
1.1.40	Подготовка к практической работе №12 /Ср/	4	2	Ко
1.1.41	Расчёт потокораспределения мощностей. /Пр/	4	2	Ко
1.1.42	Подготовка к практической работе №13 /Ср/	4	2	Ко
1.1.43	Расчет параметров установившихся режимов замкнутых электрических сетей. /Пр/	4	2	Ко
1.1.44	Подготовка к практической работе №14 /Ср/	4	2	Ко
1.1.45	Определение напряжения в узлах схемы ЛЭП и возможности регулирования напряжения потребителей. /Пр/	4	2	Ко
1.1.46	Подготовка к практической работе №15 /Ср/	4	2	Ко
1.1.47	Методы снижения потерь электроэнергии в электрических сетях. /Пр/	4	2	Ко
1.1.48	Подготовка к практической работе №16 /Ср/	4	2	Ко
1.1.49	Определение дефицита реактивной мощности в электропередаче (мощности компенсирующих устройств). /Пр/	4	2	Ко
1.2	Электрические подстанции. /Тема/	5	0	

1.2.1	Энергетические системы. Устойчивость работы системы (статическая, динамическая). Заземление нейтрали в электрических сетях свыше 1кВ. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.2	Схемы электрических соединений подстанций. Блочные схемы. Мостиковые схемы. Схемы четырехугольника и шестиугольника. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.3	Схемы со сборными шинами и одним выключателем на присоединение. Схемы со сборными шинами с двумя и «полутора» выключателями на присоединение. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.4	Схемы для КРУЭ и распределительных устройств 10(6) кВ. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.5	Короткие замыкания (КЗ) в электрических установках. Общая характеристика процесса КЗ. Виды, причины и последствия КЗ. Процесс трехфазного КЗ в цепи, питаемой от источника неограниченной мощности. Особенности процесса трехфазного КЗ в цепи, питаемой от источника ограниченной мощности. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.6	Общие положения по расчетам токов КЗ: цели расчета; допущения при расчете; общий порядок расчета; система относительных величин; расчётная схема и выбор расчётных точек; составление эквивалентной схемы замещения. Расчет токов трехфазного КЗ при питании от источника неограниченной мощности. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.7	Особенности расчета токов трехфазного КЗ при питании от источника ограниченной мощности. Особенности расчёта несимметричных КЗ. Соотношения между токами различных видов КЗ. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.8	Шинные конструкции и электрические аппараты. Шинные конструкции. Изоляторы. Контакты. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.9	Отключение цепей переменного тока и возникновение дугового разряда. Методы гашения дуги в отключающих аппаратах. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.10	Высоковольтные выключатели. Низковольтные выключатели. Разъединители. Плавкие вставки. Токоограничивающие реакторы. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.11	Измерительные трансформаторы. Выбор электрических аппаратов. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.12	Собственные нужды электрических подстанций. Выбор мощности трансформатора или пропускной способности реакторов линий, питающих собственные нужды. /Лек/	5	2	Э,Ко
1.2.13	Подготовка к лабораторной работе №3 /Ср/	5	2	Ко
1.2.14	Изучение выключателей нагрузки и автогазовых выключателей. /Лаб/	5	2	Ко
1.2.15	Подготовка к лабораторной работе №4 /Ср/	5	2	Ко
1.2.16	Изучение масляных выключателей. /Лаб/	5	2	Ко
1.2.17	Подготовка к лабораторной работе №5 /Ср/	5	2	Ко
1.2.18	Изучение электромагнитных, вакуумных и воздушных выключателей. /Лаб/	5	2	Ко
1.2.19	Оформление и подготовка к отчету по лабораторным работам /Ср/	5	4	Ко
1.2.20	Подготовка к практической работе №1 /Ср/	5	2	Ко
1.2.21	Выбор схемы первичной коммутации оборудования подстанции. /Пр/	5	2	Ко
1.2.22	Подготовка к практической работе №2 /Ср/	5	2	Ко
1.2.23	Выбор схемы электрических соединений подстанции. /Пр/	5	2	Ко
1.2.24	Подготовка к практической работе №3 /Ср/	5	2	Ко
1.2.25	Выбор схемы электрических соединений подстанции. /Пр/	5	2	Ко
1.2.26	Подготовка к практической работе №4 /Ср/	5	2	Ко
1.2.27	Расчет токов короткого замыкания. /Пр/	5	2	Ко
1.2.28	Подготовка к практической работе №5 /Ср/	5	2	Ко
1.2.29	Выбор и проверка оборудования ОРУ 110 кВ. /Пр/	5	2	Ко
1.2.30	Подготовка к практической работе №6 /Ср/	5	2	Ко
1.2.31	Выбор и проверка высоковольтных выключателей. /Пр/	5	2	Ко
1.2.32	Подготовка к практической работе №7 /Ср/	5	2	Ко
1.2.33	Выбор и проверка высоковольтных разъединителей. /Пр/	5	2	Ко
1.2.34	Подготовка к практической работе №8 /Ср/	5	2	Ко
1.2.35	Выбор и проверка трансформаторов тока. /Пр/	5	2	Ко
1.2.36	Подготовка к практической работе №9 /Ср/	5	2	Ко
1.2.37	Выбор ограничителей перенапряжения. /Пр/	5	2	Ко
1.2.38	Подготовка к практической работе №10 /Ср/	5	2	Ко

1.2.39	Выбор и проверка оборудования ЗРУ 6(10) кВ. /Пр/	5	2	Ко
1.2.40	Подготовка к практической работе №11 /Ср/	5	2	Ко
1.2.41	Выбор трансформаторов собственных нужд электрической подстанции. /Пр/	5	2	Ко
1.2.42	Подготовка к практической работе №12 /Ср/	5	2	Ко
1.2.43	Требования техники безопасности на подстанциях. /Пр/	5	2	Ко
2	Раздел 2. Промежуточная аттестация			
2.1	Курсовая работа /Тема/	4	0	
2.1.1	Выполнение курсовой работы /Ср/	4	18	КР
2.2	Зачет с оценкой /Тема/	4	0	
2.2.1	Подготовка к зачету с оценкой /Ср/	4	17.75	З
2.2.2	Контактная работа на зачете /КоПа/	4	0.25	
2.3	Курсовой проект /Тема/	5	0	
2.3.1	Выполнение курсового проекта /Ср/	5	20	КП
2.4	Экзамен /Тема/	5	0	
2.4.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	5	35.65	Э
2.4.2	Контактная работа на экзамене /КоПа/	5	0.35	

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП -отчет по практике, Зд-задание, Р-реферат.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

1. Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины:

ПК-1.1: Выполнение рабочих чертежей, выбор алгоритма и способа разработки и оформления эскизных и рабочих чертежей в составе комплекта рабочей документации и применять технологии информационного моделирования систем электроснабжения (электроснабжение, освещение, заземление, кабельные и воздушные сети).

Контролируемые разделы дисциплины - темы 1.1,1.2.

ПК-1.2: Создание элементов системы электроснабжения в качестве компонентов для информационной модели объекта капитального строительства.

Контролируемые разделы дисциплины - темы 1.1,1.2.

ПК-2.1: Выполнение подготовки к работе по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 220 кВ включительно.

Контролируемые разделы дисциплины - темы 1.1,1.2.

ПК-2.2: Обладать навыками чтения схем первичных соединений электрооборудования электрических станций и подстанций электрических сетей напряжением до 220 кВ включительно.

Контролируемые разделы дисциплины - темы 1.1,1.2.

ПК-2.3: Работать со специальными диагностическими приборами и оборудованием электрических станций и подстанций электрических сетей напряжением до 220 кВ.

Контролируемые разделы дисциплины - темы 1.1,1.2.

2 Показатели оценивания компетенций

ПК-1.1: контролируемые разделы - темы 1.1,1.2; оценочные средства – курсовая работа, курсовой проект, контрольный опрос, зачет с оценкой.

ПК-1.2: контролируемые разделы - темы 1.1,1.2; оценочные средства – курсовая работа, курсовой проект, контрольный опрос, зачет с оценкой.

ПК-2.1: контролируемые разделы - темы 1.1,1.2; оценочные средства – курсовой проект, контрольный опрос, экзамен.

ПК-2.2: контролируемые разделы - темы 1.1,1.2; оценочные средства – курсовой проект, контрольный опрос, экзамен.

ПК-2.3: контролируемые разделы - темы 1.1,1.2; оценочные средства – курсовой проект, контрольный опрос, экзамен.

3. Описание шкал оценивания

3.1. Оценочное средство – Курсовая работа:

90,0 – 100,0 Курсовая работа выполнена на высоком уровне (расчет выполнен без ошибок, ответы на 90-100% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные).

76,0 – 89,0 Курсовая работа выполнена на хорошем уровне (имеются незначительные замечания, ответы на 75-90% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные).

61,0 – 75,0 Курсовая работа выполнена на удовлетворительном уровне (работа в целом соответствует предъявляемым требованиям, но имеются замечания, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные в 65-75% случаев).

менее 61,0 Курсовая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (работа отсутствует, или выполнена с принципиальными отклонениями от предъявляемых требований, имеются серьезные ошибки, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные менее, чем в 65 %)

3.2. Оценочное средство – Курсовой проект:

90,0 – 100,0 Курсовой проект выполнен на высоком уровне (расчет выполнен без ошибок, ответы на 90-100% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные).

76,0 – 89,0 Курсовой проект выполнен на хорошем уровне (имеются незначительные замечания, ответы на 75-90% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные).

61,0 – 75,0 Курсовой проекта выполнен на удовлетворительном уровне (проект в целом соответствует предъявляемым требованиям, но имеются замечания, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные в 65-75% случаев).
менее 61,0 Курсовой проект выполнен на неудовлетворительном уровне (проект отсутствует, или выполнен с принципиальными отклонениями от предъявляемых требований, имеются серьезные ошибки, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные менее, чем в 65 %).

3.3. Оценочное средство – контрольный опрос (собеседование) по лабораторным работам*:

5,0 – если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы по лекциям даны на 95–100 % вопросов

4,0 – если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 60–94 % вопросов

3,0 – если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 51–59 % вопросов
менее 3,0 – правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны менее чем на 50 % включительно

*Примечание: Критерии и шкала оценивания за отчет одной выполненной лабораторной работы.

3.3. Оценочное средство – зачет с оценкой:

Отлично (35 – 40 баллов): На экзамене обучающийся свободно ориентируется в материале и отвечает без затруднений (ответы на 80-100 % правильные). Способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации.

Хорошо (25 – 34 балла): Обучающийся относительно полно ориентируется в материале и отвечает без затруднений при контроле знаний. Допускает незначительное количество ошибок (ответы на 70-79 % правильные). Способен к выполнению сложных заданий.

Удовлетворительно (15 – 24 балла): Уровень знаний, умений и навыков у обучающегося недостаточно высок. Допускаются ошибки и затруднения при изложении материала (ответы на 50 - 69 % правильные).

Неудовлетворительно (0 - 14 баллов): На зачете обучающийся допускает значительные ошибки и обнаруживает лишь начальную степень ориентации в материале (ответы правильные менее, чем на 50 %). Зачет не сдан.

3.4. Оценочное средство - экзамен:

Отлично (35 – 40 баллов): На экзамене обучающийся свободно ориентируется в материале и отвечает без затруднений (ответы на 80-100 % правильные). Способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации.

Хорошо (25 – 34 балла): Обучающийся относительно полно ориентируется в материале и отвечает без затруднений при контроле знаний. Допускает незначительное количество ошибок (ответы на 70-79 % правильные). Способен к выполнению сложных заданий.

Удовлетворительно (15 – 24 балла): Уровень знаний, умений и навыков у обучающегося недостаточно высок. Допускаются ошибки и затруднения при изложении материала (ответы на 50 - 69 % правильные).

Неудовлетворительно (0 - 14 баллов): На зачете обучающийся допускает значительные ошибки и обнаруживает лишь начальную степень ориентации в материале (ответы правильные менее, чем на 50 %). Экзамен не сдан.

4. Примеры типовых контрольных заданий по каждому оценочному средству и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, опыта деятельности

4.1. Курсовая работа

Курсовая работа включает в себя следующие вопросы, подлежащие разработке:

1. Определение местоположения распределительной подстанции.
2. Определение мощности распределительной подстанции.
3. Определение параметров нагрузки распределительной подстанции.
4. Разработка схемы электропередачи, выбор количества линий электропередачи и количества силовых трансформаторов. Выбор напряжения электропередачи
5. Выбор сечения проводов по экономической плотности тока и экономическим токовым интервалам. Выбор мощности и типа силовых трансформаторов.
6. Расчёт потоков распределения мощностей.
7. Определение напряжения в узлах схемы ЛЭП и возможности регулирования напряжения потребителей.
8. Определение дефицита реактивной мощности в электропередаче (мощности компенсирующих устройств).

4.2. Курсовой проект

Курсовой проект включает в себя следующие вопросы, подлежащие разработке:

Все необходимые требования к выполнению курсовой работы изложены в:

1. Кудашев, А.С. «Электрические сети и подстанции». Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2021.

Защита курсовой работы и курсового проекта проводится устно, в виде собеседования.

4.2. Контрольный опрос

Контрольный опрос - средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимися на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выявление объема знаний обучающихся по определенному разделу после выполнения им лабораторной или работы. Примерные вопросы по собеседованию в зависимости от выполненной лабораторной работы и рекомендуемая литература для самостоятельной подготовки к отчету.

Вопросы к лабораторным работам.

Лабораторная работа №1: Определение трассы, глубины залегания и места повреждения КЛ 0,4 кВ.

1. Зачем прожигают изоляцию поврежденной КЛ?
2. Какими методами определяется характер повреждения КЛ при коротком замыкании и обрывах жил?
3. Каким методом определяется характер повреждения КЛ при заплывающем пробое?
4. На чём основан принцип импульсного метода?
5. Как отличить короткое замыкание от обрыва жилы КЛ по форме отраженного импульса на экране ЭЛТ?
6. Для чего определяют и определяют на приборе коэффициент укорочения электромагнитной волны?
7. При каких видах повреждения КЛ используется индукционный метод?

Лабораторная работа №2: Методы измерения параметров линий электропередачи с помощью кабельного моста Р334

1. Что можно измерять с помощью кабельного моста Р334?
2. На чём основаны мостовые методы измерений?
3. Назначение гальванометра в мостовой схеме.
4. Для чего при определении места сообщения двух жил кабеля измерения проводят по схемам моста Уитстона и петли Варлея?
5. Влияет ли положение переключателя пределов измерения мегаомметра при определении характера повреждения кабеля?

Лабораторная работа №3: Изучение выключателей нагрузки и автогазовых выключателей.

1. Каковы назначения выключателей нагрузки и область их применения?
2. Объясните принцип действия дугогасительного устройства выключателя нагрузки ВН-16?
3. За счет чего происходит гашение дуги в автогазовых выключателях?
4. В чем отличие приводов выключателей нагрузки ПР-17 и ПРА17?
5. Что представляет собой контактная система автогазового выключателя?
6. Назовите достоинства и недостатки автогазовых выключателей.

Лабораторная работа №4: Изучение масляных выключателей.

1. Назначение, устройство и область применения выключателей ВМ-35 и МГ-35.
2. Принципы гашения дуги в дугогасительной камере выключателей ВМ-35.
3. Назначение, устройство и принцип действия привода ПС-10, ШПС-10.
4. Особенности конструктивного выполнения дугогасительной камеры выключателя ВМ-35, назначение масляных карманов, щелей, металлических и фибровых пластин.
5. В чем отличие в назначении масла в выключателях ВМ-35 и МГ-35?
6. За счет чего развивается энергия на включение и отключение выключателя ВМ-35?
7. Назначение трансформаторов тока в масляных баковых выключателях.
8. Назначение, устройство и область применения ВМП-10 и ВМГ-10.
9. Назначение латунного шва на полюсе выключателя ВМП-10
10. Принцип гашения дуги.
11. Устройство и принцип действия привода ПП-67.
12. Достоинства и недостатки маломасляных выключателей.
13. Назначение блок-контактов ПП-67.

Лабораторная работа №5: Изучение электромагнитных, вакуумных и воздушных выключателей.

1. Преимущества и недостатки электромагнитных выключателей.
2. На какие напряжения выпускают электромагнитные выключатели?
3. Какова особенность гашения дуги в электромагнитном выключателе?
4. Как происходит процесс отключения небольших токов электромагнитным выключателем?
5. Какова функция серебряных накладок главного контакта электромагнитного выключателя?
6. Преимущества и недостатки вакуумных выключателей.
7. На какие напряжения выпускают вакуумные выключатели?
8. Каковы особенности гашения дуги в вакуумном выключателе?
9. Почему в выключателях, имеющих два контура (главный и дугогасительный), электрическая дуга при размыкании возникает только между дугогасительными контактами и не возникает между рабочими?
10. Для чего в конструкциях воздушных выключателей используются омические и емкостные делители напряжения?
11. В чем заключается модульный принцип построения выключателей?
12. Для каких типов выключателей применяется этот принцип?
13. Почему в выключателях ВВГ-20 (и других аналогичных двухконтурных) во включенном положении основная часть тока протекает по главному контуру?
14. В чем заключается различие в работе выключателя ВВГ-20 при малом и большом индуктивном сопротивлении в цепи отключения?
15. Поясните по рисункам и схемам процесс отключения и гашения дуги в выключателях ВВГ, ВВБ, ВНВ.
16. За счет какой энергии производится перемещение подвижных контактов в выключателях ВВГ, ВВБ, ВНВ?

4.3 Изучение дисциплины в 4 семестре заканчивается зачетом с оценкой, в 5 семестре заканчивается сдачей обучающимся экзамена.

Зачет проводится устно в виде собеседования по вопросам, составленным на основе вопросов к разделам изучаемой дисциплины. Зачет по дисциплине может проводиться в одной из двух форм – очной или дистанционной. Независимо от формы проведения, зачет включает предварительную часть и окончательное собеседование.

При проведении зачета в очной форме студенту выдается 2 вопроса из приведенного ниже перечня. На протяжении 30 минут студент кратко (конспективно) излагает в письменной форме ответы на вопросы. После написания ответа состоится собеседование, в ходе которого преподаватель уточняет отдельные элементы ответа и делает вывод о степени

сформированности компетенций студента.

Экзамен проводится устно в виде собеседования по вопросам, составленным на основе вопросов к разделам изучаемой дисциплины. Экзамен по дисциплине может проводиться в одной из двух форм – очной или дистанционной. Независимо от формы проведения, экзамен включает предварительную часть и окончательное собеседование.

При проведении экзамена в очной форме студенту выдается 2 вопроса из приведенного ниже перечня, а также задача. На протяжении 60 минут студент кратко (конспективно) излагает в письменной форме ответы на вопросы. После написания ответа состоится собеседование, в ходе которого преподаватель уточняет отдельные элементы ответа и делает вывод о степени сформированности компетенций студента.

Примерные вопросы, выносимые на зачет с оценкой (4 семестр раздел «Электрические сети»):

1. Классификация электрических сетей. Характеристики электрических сетей. Категории электроприемников согласно ПУЭ.
2. Реакторы и синхронные компенсаторы.
3. Общие сведения по устройству авто (трансформаторов). Основные параметры.
4. Общие сведения по устройству разрядников и ограничителей перенапряжений.
5. Типовые схемы распределительных устройств подстанций (привести одну из схем № 7-17).
6. Основные источники электроснабжения энергосистем.
7. Воздушные линии электропередачи. Определения и основные понятия.
8. Элементы конструкции воздушной линии электропередачи.
9. Опоры ВЛ и их классификация. Железобетонные и металлические опоры ВЛ.
10. Основные воздействующие факторы на конструкции ВЛ.
11. Провода и грозозащитные тросы ВЛ. Линейная арматура ВЛ. Изоляторы ВЛ.
12. Изоляция кабельных линий.
13. Баланс активных мощностей электрических сетей.
14. Баланс реактивных мощностей электрических сетей.
15. Режимы электроэнергетических систем. Понятие энергетических режимов.
16. Основные характеристики нагрузки. Графики нагрузок.
17. Экономические расчеты электрических сетей.
18. Потери мощности и энергии в электрических сетях.
19. Потери мощности и энергии в трансформаторах и автотрансформаторах. Экономическое сечение проводов и кабелей.
20. Конструктивное выполнение элементов электрических сетей. Воздушные линии, конструкции и механический расчет.
21. Электрический расчет электрических сетей. Электрический расчет разомкнутых электрических сетей.
22. Определение напряжений в линии с одной нагрузкой. Расчет ЛЭП с учетом трансформаторов.
23. Расчет линии с несколькими нагрузками. Определение потери напряжения в нулевом проводе. Определение сечения проводов и кабелей по допустимой потере напряжения.
24. Электрический расчет замкнутых электрических сетей. Расчет линии с двухсторонним питанием. Понятие о расчете сложных электрических сетях.
25. Регулирование напряжения в электрических сетях. Определение допустимой потери напряжения в сети. Выбор коэффициента трансформации понижающих трансформаторов. Способы и средства регулирования напряжения в сети.
26. Балансы активной и реактивной мощностей в сети. Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства (КУ). Расстановка КУ.

Примерные вопросы, выносимые на экзамен (5 семестр раздел «Электрические подстанции»):

1. Структурные схемы подстанций.
2. Режимы работы электроустановок. Расчетные условия нормального и ремонтного режимов.
3. Режимы работы электроустановок. Расчетные условия аварийного и послеаварийного режимов.
4. Синхронные компенсаторы. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы.
5. Материалы для токоведущих шин. Типы проводников, применяемых в основных электрических цепях электростанций и подстанций.
6. Разновидности шин для распределительных устройств. Изоляторы. Выбор изоляторов.
7. Расчетные условия для выбора проводников по продолжительным режимам.
8. Общие сведения о высоковольтных выключателях.
9. Масляные выключатели.
10. Воздушные выключатели.
11. Элегазовые выключатели.
12. Вакуумные выключатели. Электромагнитные выключатели.
13. Разъединители. Отделители. Короткозамыкатели.
14. Выбор электрических аппаратов.
15. Аппараты защиты от перенапряжений. Токоограничивающие аппараты.
16. Виды схем электрических соединений распределительных устройств ЭС и ПС. Их назначение.
17. Основные требования, предъявляемые к схемам распределительных устройств электроустановок.
18. Классификация схем распределительных устройств.
19. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции.
20. Схемы электрических соединений на стороне 6 – 10 кВ.
21. Схемы электрических соединений на стороне 35 кВ и выше.
22. Общие положения при расчете токов КЗ. Выбор расчетных точек КЗ.
23. Эквивалентная схема замещения. Расчет сопротивлений ее элементов.

24.	Расчет периодической составляющей тока КЗ в начальный момент времени.
25.	Расчет ударного тока короткого замыкания.
26.	Расчет апериодической составляющей отключаемого тока.
27.	Электродинамические силы в электроустановках.
28.	Электродинамическая стойкость шинных конструкций.
29.	Расчет электродинамической стойкости изоляторов и шин, расположенных в одной плоскости.
30.	Расчет составных шин.
31.	Расчет шинных конструкций, фазы которых расположены по вершинам треугольника.
32.	Термическое действие токов короткого замыкания. Тепловой импульс КЗ
33.	Понятие минимального сечения проводника.
34.	Источники питания собственных нужд. Выбор трансформаторов собственных нужд.
35.	Схемы питания собственных нужд подстанций.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство,	Электронный адрес
ЛП.1	Кудашев А. С.	Электрические сети и подстанции: учеб. пособие	Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2021	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
Э2	Информационно-библиотечный центр ВолгГТУ
Э3	ГАРАНТ. Информационно-правовой портал

6.3 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	СДО "Moodle"
---------	--------------

6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)

6.3.2.1	Электронный каталог ИБЦ ИАиС
6.3.2.2	Электронный каталог ИБЦ ВолгГТУ
6.3.2.3	ТЕХНОРМАТИВ
6.3.2.4	Справочная правовая система КонсультантПлюс
6.3.2.5	Энергосбережение (журнал)
6.3.2.6	ЭБС "Book.ru"
6.3.2.7	ЭБС "Лань"
6.3.2.8	Электронная информационная образовательная среда университета
6.3.2.9	Библиотека (НТБ)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ

7.1	1. Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации / Учебная мебель, учебная доска, интерактивная трибуна, проектор.
7.2	2. Аудитория для самостоятельной работы обучающихся / Учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.3	3. Аудитория для проведения лабораторных работ / Учебная мебель, учебная доска, проектор, лабораторное оборудование.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Организация образовательного процесса по дисциплине регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет дисциплины (переаттестации ее части), если она была освоена в процессе предшествующего обучения. Перезачет (переаттестации ее части) освобождает обучающегося от необходимости повторного освоения дисциплины (полностью или частично).

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и практическими занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в электронной информационной образовательной среде.

Лабораторные занятия предполагают выполнение и отчет заданий по темам, рассмотренных на лекциях. Каждому лабораторному занятию предшествует самостоятельная подготовка обучающегося, включающая: ознакомление с содержанием лабораторной работы по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному

материалу и учебной литературе, рекомендованной в методических указаниях.

Практические занятия представляют собой систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На первом занятии лектор информирует студентов о рекомендуемой литературе и электронных источниках информации по дисциплине, с указанием, какой учебник (учебное пособие) является базовым. Основной формой проведения практических занятий является решение конкретных задач. Каждому практическому занятию предшествует самостоятельная подготовка студента, включающая: ознакомление с содержанием практического занятия по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному материалу и учебникам, рекомендованным в методических указаниях.

Самостоятельная работа студентов включает изучение законспектированного на лекционных занятиях материала, дополнение его с учетом рекомендованной по данной теме литературы, самостоятельную подготовку к лабораторным работам и практическим занятиям, самостоятельное выполнение и оформление курсовой работы и курсового проекта.

В течении семестра для студентов проводятся групповые текущие консультации по учебной дисциплине.

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств.

Обучающимся с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.