

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рукович Александр Владимирович

Должность: Директор

Дата подписания: 29.11.2021 12:14:34

Уникальный программный ключ:

f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d6b3cb96ae6d9b4bda094afddaffb705f

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра электропривода и автоматизации производственных процессов

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.09.02 Проектирование электрических сетей и подстанций

для программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность программы: Электропривод и автоматика

Форма обучения: заочная

Автор: Шабо К.Я., к.т.н., доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: kamilshabo@rambler.ru

<p>РЕКОМЕНДОВАНО</p> <p>Представитель кафедры ЭПиАПП <u>[подпись]</u> /М.А. Новикова/ Заведующий кафедрой ЭПиАПП <u>[подпись]</u> /В.Р. Киушкина/ протокол № <u>12</u> от «<u>28</u>» <u>04</u> 2017 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО</p> <p>Представитель кафедры ЭПиАПП <u>[подпись]</u> /М.А. Новикова/ Заведующий кафедрой ЭПиАПП <u>[подпись]</u> /В.Р. Киушкина/ протокол № <u>12</u> от «<u>28</u>» <u>04</u> 2017 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО</p> <p>Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО <u>[подпись]</u> /С.Р. Санникова «<u>03</u>» <u>05</u> 2017 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОП</p> <p>Председатель УМС <u>[подпись]</u> /Л.А. Яковлева протокол УМС № <u>9</u> от «<u>04</u>» <u>05</u> 2017 г.</p>	<p>Зав. библиотекой <u>[подпись]</u> /И.С. Гошанская «<u>03</u>» <u>05</u> 2017 г.</p>	



Нерюнгри 2017

1. АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
Б1.ДВ.09.02 Проектирование электрических сетей и подстанций
Трудоемкость 6 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Цель освоения: формирование систематизированных знаний в области электрических сетей электроэнергетических систем, питающих системы электроснабжения, энергосбережения, приобретение студентами навыков их проектирования, развитие культуры экономически целесообразного выбора проектируемого варианта схемы сети, расчета режимов сложных систем, регулирования частоты и напряжения, изучение технических и экономических характеристик основных типов источников питания (теплоцентрали, понижающие подстанции).

Краткое содержание дисциплины: основные термины и определения. Стадии проектирования. Проектная и рабочая документация. Задание на проектирование. Проект, рабочий проект. Основные критерии при принятии решений по проектированию объектов электроэнергетики..

1.2. Перечень планируемых результатов обучения, по дисциплине, соотнесенных планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6); готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7).</p>	<p>знать: –нормативные документы, основные источники научно-технической информации по проектированию электроустановок электростанций и подстанций –технические средства для измерения основных параметров на электростанциях и подстанциях –схемы и элементы основногооборудования электростанций и подстанций; уметь: –самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для проектирования электростанций и подстанций; –обосновывать принятие конкретного технического решения, исходя из технико-экономического анализа различных вариантов структурной схемы станции и подстанции; владеть: –основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации по выбору нового оборудования; –современными информационными технологиями, сетевыми компьютерными технологиями, базами данных и пакетами прикладных программ при проектировании электроустановок электростанций и подстанций; –информационными технологиями, в том числе современными средствами компьютерной графики при проектировании электроустановок электростанций и подстанций.</p>

1.3. Место дисциплины в структуру образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля) практики	Сессия	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.ДВ.09.02	Проектирование электрических сетей и подстанций	2-3	Б1.Б.17 Теоретические основы электротехники Б1.Б.19 Электрические машины Б1.В.04 Промышленная электроника Б1.В.05 Метрология и учет электрической и тепловой энергии	Б1.В.ДВ.08.01 Надежность электрооборудования промышленных предприятий Б3.Б.01 (Д) ГИА

1.4. Язык преподавания русский

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана (гр. 3-БА-ЭП-17(5)):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.ДВ.09.02 Проектирование электрических сетей и подстанций	
Курс изучения	5	
Семестр(ы) изучения	Сессия №2-3	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения	Сессия №3	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	6 ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	216	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	29	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	12	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)	4	-
- лабораторные работы	4	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	9	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	178	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	9	

¹Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Установочная лекция	2	2									
Всего часов в сессии №2	2	2									
Проектирование электро-энергетических систем и сетей	54	4	-	1	-		-	-	-	4	44
Расчет установившихся режимов сложных электро-энергетических систем	54	4	-	1	-		-	-	-	4	44
Повышение энергоэффективности и надежности электроэнергетических систем	48	1		1						1	44
Источники питания систем электроснабжения.	49	1		1		4				-	46
Экзамен	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Всего часов за сессию №3	216	10	-	4	-	4	-	-	-	3	178+9

Примечание: ЛР-подготовка к лабораторным занятиям, РГР – выполнение расчетно-графической работы.

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Раздел 1. Проектирование электроэнергетических систем и сетей

Тема 1. Введение. Характеристика и структура электроэнергетической системы. Современное состояние электроэнергетических систем и тенденции их развития. Топливо-энергетический комплекс. Перспективы развития электроэнергетических систем (ЭЭС) по России в целом и на Дальнем Востоке. Неопределенность как фундаментальное свойство ЭЭС.

Тема 2. Исходные данные для проектирования электрических сетей, электроэнергетических систем. Характеристика района проектирования. Электрические нагрузки и их представление при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем. Графики электрических нагрузок (ГЭН) и их анализ при проектировании электрических сетей. Построение ГЭН подстанций из типовых графиков при различных способах задания информации. Долгосрочное прогнозирование ГЭН. Практическое применение формулы сложных процентов при проектировании электрических нагрузок. Переход от реальных ГЭН к ГЭН в относительных единицах и построение прогнозируемого ГЭН.

Тема 3. Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей и систем. Задачи и методы проектирования электроэнергетических систем и электрических сетей.

Общие требования к схемам электрических сетей. Проектирование электрических сетей питающих энергосистем, включая выбор схемных решений, параметров основного электрооборудования. Принципы формирования вариантов конфигурации электрической сети. Выбор вариантов схем построения электрической сети. Критерии выбора оптимального варианта электрической сети. Основные экономические показатели систем передачи и распределения электроэнергии: капитальные вложения (инвестиции); эксплуатационные издержки; чистый дисконтированный доход; эквивалентные годовые расходы (годовые приведенные затраты) и срок окупаемости капитальных затрат. Определение потерь электроэнергии в электрической сети при ее проектировании. Техничко-экономическое сравнение вариантов электрической сети. Выбор рационального напряжения сети. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на подстанциях. Определение сечения проводов воздушных и кабельных линий различными методами. Особенности выбора и проверки сечений линий в замкнутых сетях. Проверка сечений проводов по нагреву длительно допустимым током. Проектирование схем электрических сетей.

Раздел 2. Расчет установившихся режимов сложных электроэнергетических систем

Тема 4. Основы расчета установившихся режимов сложных электроэнергетических систем

Расчеты основных режимов и регулирование напряжения. Специфика расчетов сложных систем. Преобразования сети при расчете режимов электроэнергетических систем большой сложности. Разделение системы на подсистемы. Эквивалентирование схем сложных электроэнергетических систем. Представление системы уравнений узловых напряжений для расчета с помощью программно-вычислительных комплексов (ПВК) на персональном компьютере. Методы решения уравнений узловых напряжений. Способы задания параметров элементов схемы, нагрузочных и генераторных узлов. Балансирующий узел. Определение параметров режимов. Расчет режимов с помощью промышленных программно-вычислительных комплексов СДО – 6, RastrWin. Анализ полученных результатов.

Тема 5. Особые режимы электроэнергетических систем.

Источники, вызывающие особые режимы в электрической сети. Неполнофазные режимы и условия их допустимости. Расчет несимметричных режимов.

Раздел 3. Повышение энергоэффективности и надежности электроэнергетических систем

Тема 6. Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения в электроэнергетических системах. Основы компенсации реактивных нагрузок. Современное состояние проблемы компенсации реактивной мощности. Источники и потребители реактивной мощности. Три задачи компенсации реактивной мощности: балансовая задача, регулирование напряжения в сети, экономическая задача. Методы регулирования напряжения. Технические средства компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения: синхронные генераторы; синхронные компенсаторы; статические источники реактивной мощности; батареи конденсаторов; СТАТКОМ; FACTS - технологии; устройства РПН, их регулировочные характеристики.

Тема 7. Методы расчета и анализа потерь мощности и электрической энергии в электрических сетях, мероприятия по снижению потерь. Общая характеристика проблемы потерь электроэнергии. Методы расчета потерь. Структурный анализ потерь. Мероприятия по снижению технических потерь. Мероприятия по снижению метрологических и коммерческих потерь.

Тема 8. Методы регулирования частоты.

Балансы активной и реактивной мощности электроэнергетических систем;

регулирование частоты. Первичное, вторичное и третичное регулирования частоты.

Противоаварийные мероприятия при снижении частоты в электроэнергетических системах.

Раздел 4. Источники питания систем электроснабжения.

Тема 1. ТЭЦ – источники питания систем электроснабжения (6 час.) Основные источники питания электроэнергией объектов – ТЭЦ, их структуры, схемы, основное электрооборудование, режимы работы и конструктивное выполнение.

Формирование схем электрических соединений ТЭЦ в связи с режимами их работы в составе электроэнергетических систем и как источников питания систем электроснабжения. Выбор основного электрооборудования. Конструкции и схемы распределительных устройств.

Режимы работы ТЭЦ.

Тема 2. Понижающие подстанции электрических сетей 35-220 кВ – источники питания систем электроснабжения (6 час.) Основные источники питания электроэнергией объектов – главные понижающие подстанции: их структуры, схемы, основное электрооборудование, режимы работы и конструктивное выполнение. Принципы выбора схем подстанций. Установка заземляющих ножей и оперативные блокировки. Выбор схем понижающих подстанций 35-220/6-20 кВ, питающих потребителей системы электроснабжения. Схемы ГПП и ПГВ 35-220 кВ.

Присоединение РУ напряжением 6-10 кВ к понижающим трансформаторам. Схемы с двумя системами шин. Схемы РП напряжением выше 1 кВ. Схемы ТП 6-10/0,4 кВ. Схемы РП напряжением до 1 кВ.

Раздел 2. Расчеты и выбор основного электрооборудования подстанций.

Тема 3. Выбор и проверка основного электрооборудования подстанций (8 час.) Выбор и проверка выключателей. Выбор и проверка предохранителей. Выбор и проверка разъединителей. Выбор и проверка токоограничивающих реакторов. Выбор и проверка трансформаторов напряжения. Выбор и проверка автоматических выключателей.

Выбор и проверка трансформаторов тока. Выбор и проверка шин и изоляторов. Выбор и проверка кабелей. Выбор и проверка проводов. Выбор и проверка кабелей и проводов до кВ с учетом выбора защиты.

Раздел 3. Конструкции распределительных устройств подстанций и режимы работы электрооборудования.

Тема 4. Современные конструкции распределительных устройств подстанций (6 час) Конструктивное исполнение РУ напряжением 0,4 кВ. Конструктивное исполнение РУ напряжением 6-10 кВ. Конструктивное исполнение РУ напряжением 35-220 кВ.

Комплектные РУ напряжением до 1 кВ. Комплектные РУ напряжением выше 1 кВ Тема 5. Режимы питающих электроэнергетических систем и управление качеством электроэнергии (6 час.) Режимы работы электрооборудования и обеспечение нормативного качества напряжения. Баланс активной и реактивной мощности в питающих электроэнергетических системах. Выбор мощности и размещение компенсирующих устройств. Основы регулирования частоты. Методы и средства регулирования напряжения.

Практические занятия проводятся с целью закрепления знаний, полученных при изучении теоретического курса.

Расчет вероятностных характеристик графиков нагрузки подстанций и режимных характеристик сети.

Разработка и технический анализ вариантов конфигурации электрической сети. Определение рационального напряжения сети.

Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на ПС. Выбор и проверка сечений воздушных и кабельных линий Расчет экономических показателей электрических сетей. Выбор оптимального варианта схемы электрической сети.

Регулирование напряжения в электрической сети.

Преобразование и эквивалентирование схем электрических сетей сложной конфигурации Определение потерь электроэнергии в электрической сети На практических занятиях каждому студенту выдаются индивидуальные домашние задания.

Цель проведения практических занятий – научить студентов выбирать схемы и конструкции РУ ТЭЦ и подстанций, выбирать и проверять оборудование ТЭЦ и подстанций, рассчитывать режимы в эл. сетях, уметь выбирать номинальное напряжение сети, сечение проводов и мощности трансформаторов.

3 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на ПС с учетом КРМ 4 Понижающие подстанции эл. сетей 35-220 кВ. Выбор схем электрических соединений.

5 Понижающие подстанции 35-220 кВ. Компоновка электрооборудования 6 Электродинамическое и термическое воздействие токов КЗ на оборудование ПС Практические занятия проводятся с привлечением пакета программ автоматизации математических расчетов «MathCad» и задач для самостоятельного решения.

На практических занятиях каждому студенту выдаются индивидуальные домашние задания.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, расчетно-графические задания, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

В процессе преподавания дисциплины специальные интерактивные технологии не предусмотрены.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы² обучающихся по дисциплине

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Проектирование электроэнергетических систем и сетей	Выполнение РГР	44	Анализ теоретического материала, выполнение РГР (внеауд.СРС)
2	Расчет установившихся режимов сложных электроэнергетических систем	Выполнение РГР	44	Анализ теоретического материала, выполнение РГР (внеауд.СРС)
3	Повышение энергоэффективности и надежности электроэнергетических систем	Выполнение РГР	44	Анализ теоретического материала, выполнение РГР (внеауд.СРС)
4	Источники питания систем электроснабжения.	Выполнение РГР	46	Анализ теоретического материала, выполнение РГР (внеауд.СРС)
	Всего часов		178	

Лабораторные работы или лабораторные практикумы

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Источники питания систем электроснабжения.	Основное электрооборудование, его конструкции,	1	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по

² Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

		принципы работы и условия эксплуатации.		выполнению лабораторных работ.
2	Источники питания систем электроснабжения.	Типы конструкций распределительных устройств.	1	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
3	Источники питания систем электроснабжения.	Конструкции и схемы РУ ТЭЦ Электрооборудование и режимы работы ТЭЦ.	2	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
	Всего часов		4	

Работа на лабораторном занятии

В период освоения дисциплины студенты посещают лекционные занятия, самостоятельно изучают дополнительный теоретический материал к лабораторным занятиям. Критериями оценки работы на лабораторных занятиях является: владение теоретическими положениями по теме, выполнение лабораторных работ. Самостоятельная работа студентов включает проработку методических рекомендаций и дополнительной учебной литературы в соответствии с планом занятия; выполнение лабораторных работ. Основной формой проверки СРС является проведение лабораторных работ и письменное написание полученных результатов согласно методическим рекомендациям.

Критериями для оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ;
- правильность выполнения лабораторных работ;
- обоснованность и четкость изложения результатов.

Максимальный балл, который студент может набрать на лабораторном занятии, - 20 баллов.

Расчетно-графическая работа

ЗАДАНИЕ

Тема 2: «Проектирование отпительной подстанции», которая питается по двум параллельным линиям. От этой подстанции питаются четыре предприятия».

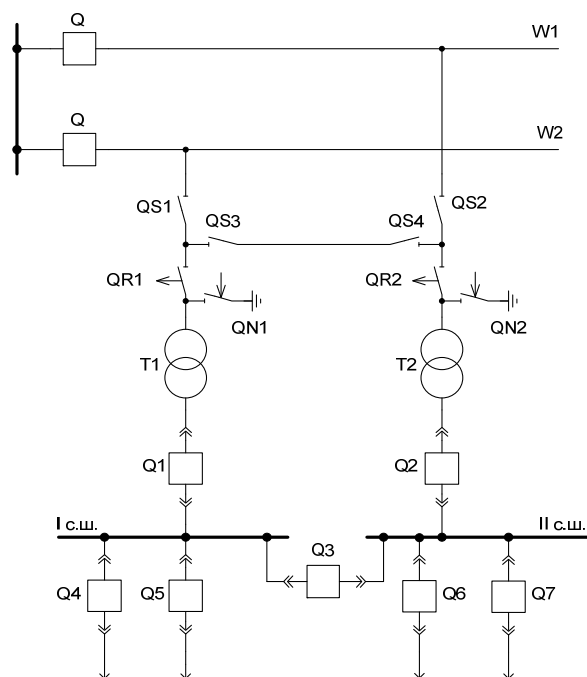
Выбор варианта — по журналу.

Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные

Параметры	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Напряжение*, кВ	35/6	110/3	35/1	110/1	220/3	110/1	220/1	35/1	110/3	110/1
		5	0	0	5	0	0	0	5	0
1 потребитель**	Рис. А	Рис. Г	Рис. Д	Рис. И	Рис. Б	Рис. П	Рис. Г	Рис. А	Рис. З	Рис. К
P_{1max} , МВт	10	8	12	6	9	11	7	5	4	6
2 потребитель**	Рис. Ж	Рис. Л	Рис. П	Рис. Б	Рис. Л	Рис. Н	Рис. М	Рис. О	Рис. Д	Рис. Л
P_{2max} , МВт	4	9	5	3	4	6	10	7	8	4
3 потребитель**	Рис. М	Рис. Н	Рис. О	Рис. П	Рис. Ж	Рис. Е	Рис. И	Рис. Б	Рис. П	Рис. И
P_{3max} , МВт	5	7	8	7	5	4	12	10	6	11
4 потребитель**	Рис. Р	Рис. З	Рис. К	Рис. Е	Рис. К	Рис. Р	Рис. В	Рис. Н	Рис. Ж	Рис. Е
P_{4max} , МВт	3	6	4	10	7	8	5	9	5	6



Примечание: * – в числителе приведено напряжение высшей стороны, в знаменателе – напряжение низшей стороны.

** – на рис. 1 приложения А представлены типовые графики нагрузок предприятий.

Критерии выставления оценок за выполнение и защиту РГР:

Компетенции	Характеристика выполнения и защиты РГР	Количество набранных баллов
ПК-5, ПК-6, ПК-7	<ul style="list-style-type: none"> - РГР сдана в срок, - оформление соответствует требованиям ГОСТ ЕСКД, - имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных, - практическое задание решено правильно, с обоснованием применяемых теоретических положений и сопровождается необходимым анализом и интерпретацией полученных результатов; - теоретическая взаимосвязь с практической частью освещена в полном объеме, глубоко, с использованием различных источников научно-технической информации. - при защите указывается взаимосвязь выполненных расчетов с последующими, четко обосновывается выполненный расчет; - при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений - на вопросы даются полные исчерпывающие обоснованные ответы 	17-20, «отлично»
	<ul style="list-style-type: none"> РГР сдана в срок, - оформление соответствует требованиям ГОСТ ЕСКД, - имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных, - в практической части задания имеются отдельные недостатки, не влияющие на окончательный результат исследования; - при освещении теоретической взаимосвязи с практической частью был использован только один источник научной информации, но вопрос освещен в целом правильно; - четко обосновывается выполненный расчет; - при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, 	18-20,5 /14-16,5, «хорошо»

	теорий, явлений. - на вопросы даются обоснованные ответы, допускаются незначительные недочеты	
	- РГР сдана в срок, - оформление соответствует требованиям, - имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал, - практическое задание выполнено со значительными ошибками - не в полном объеме освещена теоретическая взаимосвязь с практической частью, поверхностное обоснование без примеров и необходимых обобщений; - при защите прослеживается не четкая последовательность, не совсем верно с затруднениями обосновывается выполненный расчет; - допускаются неточности в формулировках, исправленные студентом, с помощью преподавателя - ответы на дополнительные вопросы даны в полном объеме, могут содержать небольшие неточности - в схемах допущены неточности	13-17,5/10-13,5 «удовлетворительно»
	- оформление не соответствует требованиям, - список литературы содержит справочный материал, - неуверенность в применении справочной литературы, - не выполнены требования на оценку «удовлетворительно» -отсутствует выполнение большей части задания или неверность решения. - при защите допущены неточности в изложении, грубые ошибки, - не верно обосновывается выполненный расчет; - изложение основных аспектов несвязно, - отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения, - структура расчетов не соответствует содержанию, - на большую часть дополнительных вопросов даны неправильные ответы, - в схемах допущены неточности, чертежи выполнены не верно - ответы на наводящие вопросы не верные.	менее 13/10 «неудовлетворительно»

Программа экзамена

Программа экзамена включает в себя 1 практическое задание, направленное на выявление уровня владения базовыми навыками решения типовых практических задач и 2 теоретических вопроса. Минимальное количество баллов, которое студенту необходимо набрать для допуска к экзамену, равно 45.

Перечень теоретических вопросов:

1. Тенденции и перспективы развития электроэнергетических систем.
2. Цели и задачи проектирования электроэнергетических систем прогнозируемого ГЭН Влияние режимов работы потребителей на формирование ГЭН подстанций
3. Понятие "Число часов использования наибольшей нагрузки" и его определение
4. Характеристика района проектирования электрической сети
5. Проектирование электрических сетей питающих энергосистем
6. Общие требования к схемам электрических сетей. Принципы формирования вариантов конфигурации электрической сети Выбор схемных решений
7. Принципы технического отбора конкурентоспособных вариантов сетей при проектировании
8. Критерии выбора оптимального варианта электрической сети
9. Капитальные вложения
10. Эксплуатационные издержки
11. Чистый дисконтированный доход, эквивалентные годовые расходы (приведенные затраты) и срок окупаемости капитальных затрат
12. Технико-экономическое сравнение вариантов электрической сети. Выбор оптимального варианта схемы электрической сети при проектировании Определение потерь электрической энергии при проектировании электрической сети
13. Выбор рационального напряжения сети
14. Выбор параметров основного электрооборудования
15. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на ПС
16. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока
17. Определение сечения проводов по экономическим токовым интервалам
18. Определение сечений линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения Выбор сечения линии из условия его равенства на всех участках
19. Выбор сечения линии из условия минимума потерь мощности

20. Выбор сечения линии из условия минимума расхода проводникового материала на сооружение линии Особенности выбора и проверки сечений в замкнутых сетях
21. Проверка сечений линий по нагреву длительно допустимым током
22. Проектирование схем электрических сетей
23. Расчеты основных режимов и регулирование напряжения
24. Представление системы уравнений узловых напряжений (УУН) для ее решения на ПЭВМ. Раздельное решение уравнений узловых напряжений Сходимость решения уравнений установившегося режима
25. Существование решения системы УУН
26. Единственность решения нелинейных УУН
27. Чувствительность решения нелинейных УУН
28. Преобразование сети при расчете режимов электроэнергетических систем большой
29. Исключение узлов при расчете режимов электроэнергетических систем большой
30. Метод расщепления сети
31. Расчет системы УУН при перспективном проектировании схем энергосистем
32. Учет слабой заполненности матрицы узловых проводимостей
33. Эквивалентирование при расчетах УУН систем большой сложности
34. Разделение электроэнергетических систем на подсистемы при расчете режимов
35. Методы решения уравнений узловых напряжений
36. Матричные и топологические методы расчета режимов электроэнергетических систем
37. Способы задания параметров элементов схемы, нагрузочных и генераторных узлов 51.
38. Балансирующий узел Расчет режимов с помощью промышленных программно-вычислительных комплексов
39. Анализ установившихся режимов
40. Особые режимы в ЭЭС и их анализ
41. Источники, вызывающие особые режимы в электрической сети
42. Уравнения несимметричных режимов в фазных координатах и переход в систему
43. симметричных координат Уравнения несимметричных режимов в системе симметричных координат и переход в систему фазных координат УУН в сложннесимметричных режимах
44. Симметрирование режима
45. Порядок расчета неполнофазного режима
46. Условия допустимости работы с длительно неполнофазным режимом
47. Применение метода симметричных составляющих при расчете несимметричных
48. Представление системы УУН для анализа несинусоидальных режимов
49. Балансы активной и реактивной мощности электроэнергетических систем
50. Основы компенсации реактивных нагрузок
51. Источники и потребители реактивной мощности
52. Балансовая задача компенсации реактивной мощности
53. Экономическая задача компенсации реактивной мощности
54. Регулирование напряжения в сети продольной компенсацией реактивной мощности
55. Регулирование напряжения в сети поперечной компенсацией реактивной мощности
56. Технические средства компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения
57. Методы расчета потерь электроэнергии в электрических сетях
58. Структурный анализ потерь
59. Мероприятия по снижению технических потерь
60. Мероприятия по снижению метрологических потерь
61. Мероприятия по снижению коммерческих потерь
62. Регулирование частоты: первичное, вторичное и третичное регулирование частоты
63. Противоаварийные мероприятия при снижении частоты в электроэнергетических

Компетенции	Характеристика выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ПК-6, ПК-7	Верное решение задачи.	10
	Неверное решение задачи.	0
ПК-6, ПК-7	Поставленные вопросы раскрыты полностью, для пояснения приведены рисунки, схемы, графики, расчетные формулы, верно указаны единицы измерения; в ответе используется специальная терминология и показаны знания, освоенные студентом самостоятельно при изучении современных периодических изданий по дисциплине, ответ структурирован и логичен. Показана совокупность осознанных знаний по дисциплине с учетом междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	17-30, «отлично»
	Поставленные вопросы раскрыты полностью, для пояснения приведены рисунки, схемы, графики, расчетные формулы, верно указаны единицы измерения; в ответе используется специальная терминология. Ответ структурирован и логичен. Могут быть	13-16,5, «хорошо»

допущены 2-3 незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	
Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент затрудняется привести поясняющие формулы, схемы, рисунки и графики, путает единицы измерения величин.	11-12,5, «удовлетворительно»
Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Студент не осознает связь обсуждаемых вопросов по билету с другими объектами дисциплины. В ответе отсутствуют поясняющие формулы, схемы, рисунки и графики, специальная терминология. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента или ответ на вопрос полностью отсутствует или отказ от ответа.	менее 11, «неудовлетворительно»

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

- Александров А.М. Выбор уставок срабатывания защит асинхронных электродвигателей напряжением выше 1 кВ. – С-Пб: Издание ПЭИпк, 2001.

- Небрат И.Л. Расчеты токов короткого замыкания для релейной защиты. В 2-х частях. – С-Пб: Издание ПЭИпк, 2000.

Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Испытания/Формы СРС	Время на подготовку/выполнение, час	Баллы	Примечание
1	Расчетно-графическая работа	166	20	Выполнение и защита
2	Практические работы	4	20	Решение практических задач
3	Лабораторные работы	4	20	Выполнение и защита
4	Подготовка к коллоквиуму	4	10	Самостоятельная работа
5	Экзамен	9	30	Экзаменационные вопросы
	Итого	178+9	100	

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5); способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);	знать: принципы работы основных электронных элементов; систему условных графических обозначений элементов; принципы проектирования типовых электронных аналоговых и цифровых систем; состояние рынка элементной базы на текущий момент (ОПК-2, ПК-7);	Высокий	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в	отлично

<p>готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7).</p>	<p>уметь: анализировать работу электронных схем; разрабатывать простейшие электронные схемы;</p> <p>иметь: измерения характеристик и параметров элементов и устройств радиоэлектронной аппаратуры; определения по условным обозначениям функциональное назначение электронных элементов(ОПК-2, ПК-7).</p>		<p>системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. В лабораторном задании может быть допущена 1 фактическая ошибка.</p>	
		Базовый	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. В лабораторном задании могут быть допущены 2-3 фактические ошибки.</p>	хорошо
		Минимальный	<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. В лабораторном задании могут быть допущены 4-5 фактических ошибок.</p>	удовлетворительно
		Не освоены	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют вы-</p>	неудовлетворительно

			<p>воды, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В лабораторном задании допущено более 5 фактических ошибок.</p> <p><i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует</p> <p><i>или</i> Отказ от ответа</p>	
--	--	--	--	--

6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	Экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ПК-6, ПК-7.
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 5 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	Зимняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме по билетам. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса, один практический. Время на подготовку – 0,5 астрономических часа.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п. 5. Рейтинговый регламент по дисциплине.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины³

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа. Вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ	Текущий контингент студентов
Обязательная литература				
1	Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 3 ч. / В.В.Афонин, К.А.Набатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». -Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. -Ч. 1. -91 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)		10	15
2	Кулеева, Л.И. Проектирование подстанции [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И.Кулеева, С.В.Митрофанов, Л.А.Семенова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. -Оренбург : ОГУ, 2016. - 111 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)			15
Дополнительная учебная литература				
2	Электрическая часть станций и подстанций: учеб. для вузов по спец. "Электр. станции" / И. П. Крючков [и др.] ; под ред. А. А. Васильева. -2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Энергоатомиздат, 1990. -575 с.			
3	Гук, Ю.Б. Проектирование электрической части станций подстанций: учеб. пособие / Ю. Б. Гук. -Ленинград : Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1985. -312с.			
4	Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: учеб. пособие / И. П. Крючков, Б. Н. Неклепаев, В. А. Старшинов. -Москва : Академия, 2005. -411 с.			
5	Алиев, И.И. Электротехнический справочник/ И. И. Алиев, 4-е изд.,испр. -Москва : РадиоСофт, 2001. -384 с			
6	Беркович М.А., Молчанов В.В., Семенов В.А. Основы техники релейной защиты. – М.: Энергоатомиздат, 1984.			
Методические пособия				
1	Александров А.М. Выбор уставок срабатывания защит асинхронных электродвигателей напряжением выше 1 кВ. – С-Пб: Издание ПЭИпк, 2001.			
2	Небрат И.Л. Расчеты токов короткого замыкания для релейной защиты. В 2-х частях. – С-Пб: Издание ПЭИпк, 2000.			
3	Электрические станции и подстанции: метод. указ. к лаб. раб. для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. 140400 -Электротехника и электротехника / КГТУ ; В. Ф. Белей, А. Ю. Никишин. -Калининград : КГТУ. Ч. 1. -2012. -63 с..			

³ Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

- 1) «Электронная библиотека студента»-<http://www.twirpx.com/>
- 2) СПРавочная ИНТерактивная система по проектированию электроснабжения <https://project-energy-ken.ru/literatura/>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий*	Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень оборудования
1.	Лекционные занятия	ауд №А507	Доска (1 шт.), комплект мебели (25 шт.), стол 1-тумбовый (1 шт.), стул (1 шт.), проектор (1 шт.), компьютер в комплекте Пентиум 4 (монитор 19") (1 шт.), экран (1 шт.).
2.	Подготовка к СРС	Кабинет для СРС № 511	Компьютер, доступ к интернет

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине⁴

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия), видео- и аудиоматериалов (через Интернет);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2. Перечень программного обеспечения

- Windows 7, пакет MS Office 2013, MS Visio 2013, ZOOM.

10.3. Перечень информационных справочных систем

«Электронная библиотека студента»-<http://www.twirpx.com/>

⁴В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса или оболочки) и т.п.

**ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.ДВ.09.02 Проектирование электрических сетей и подстанций**

Учебный год	Внесенные изменения	Преподаватель (ФИО)	Протокол заседания выпускающей кафедры(дата,номер), ФИО зав.кафедрой, подпись

В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.