




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)


СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы


Дорогов Е.Ю.
(подпись) (И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Департамента
энергетических систем


Штым К.А.
(подпись) (И.О. Фамилия)

«22»декабря_2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электроэнергетические системы и сети
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Инжиниринг электроэнергетических систем
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №144.

Директор департамента
Составители: к.т.н., доцент
ст. преподаватель

К.А. Штым
О.М. Холянова,
Н.Г. Винаковская

Владивосток
2022

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента энергетических систем и утверждена на заседании Департамента энергетических систем, протокол от «22» декабря 2022 г. № 4

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «___» _____ 20__ г. № _____

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели:

- формирование у бакалавров базовых знаний о конструкциях элементов электроэнергетической системы;
- получение умения решать практические задачи по расчёту режимов в простых (разомкнутых и замкнутых) питающих электрических сетях.

Задачи:

1. Ознакомить с конструкциями элементов линий электропередачи.
2. Научить студентов составлять схемы замещения электрической сети, определять их параметры и рассчитывать режимы электрических сетей и систем.
3. Научить основам проектирования питающих сетей и методам повышения надежности и экономичности электрических сетей и обеспечения качества электроэнергии.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования профессиональных компетенций. Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции выпускников

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологический	ПК-1. Способен осуществлять грамотную эксплуатацию, соблюдение технологической дисциплины, соблюдению параметров производства и передачи тепловой и электрической энергии	ПК-1.1 Умеет: - оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию, формировать целостное и детальное представление об оперативной ситуации; - прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений. ПК-1.2 Способен:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		<ul style="list-style-type: none"> - оперативно принимать решения, определять состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети; - контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции. <p>ПК-1.3 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети; - конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики энергетического оборудования. <p>ПК-1.4 Использует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) электростанции, электроподстанции, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах; - технологические, электрические и другие схемы инженерных систем; - должностные и производственные инструкции оперативного персонала.

Таблица 2 – Индикаторы достижения профессиональных компетенций выпускников

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>ПК-1.1. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию, формировать целостное и детальное представление об оперативной ситуации; - прогнозировать возможные варианты развития ситуации и 	<p>Знает теорию электромагнитного поля и его проявлением в различных электротехнических устройствах</p>
	<p>Умеет оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию; прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений</p>
	<p>Владеет методам математического описания электромагнитных процессов в электрических цепях; методам анализа электрических цепей</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
последствия принимаемых решений.	
<p>ПК-1.3 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети; - конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики энергетического оборудования. 	Знает должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети; конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования
	Умеет объяснить конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования
	Владеет навыками описания конструктивных особенностей и эксплуатационных характеристик электроэнергетического оборудования
<p>ПК-1.2 Способен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оперативно принимать решения, определять состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети; - контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции. 	Знает состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети
	Умеет контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции
	Владеет навыками организации и проведения работ оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети
<p>ПК-1.4 Использует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) электростанции, электроподстанции, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах; - технологические, электрические и другие схемы инженерных систем; 	Знает территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) энергетических комплексов, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах; технологические, электрические и другие схемы электростанции; должностные и производственные инструкции оперативного персонала предприятия.
	Умеет использовать в профессиональной деятельности особенности эксплуатации оборудования в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах
	Владеет должностными и производственными инструкциями оперативного персонала электростанции и энергетических комплексов.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
- должностные и производственные инструкции оперативного персонала.	

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов). Форма обучения – очная.

Структура дисциплины, виды учебных занятий и работы обучающегося представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
ОК	Онлайн-курс

Таблица 4 – Структура дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с тр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль	
1	Раздел 1. Элементы электрической сети	5	8	4	8	-	45	27	экзамен
2	Раздел 2. Расчёт режимов линии электропередачи	5	12	4	22				
3	Раздел 3. Качество	5	4	4	10				

	электрической энергии								
4	Раздел 4. Техно-экономические расчёты в электроэнергетике	5	12	4	14				
Итого:		5	36	-	54	-	45	27	экзамен

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 часов)

РАЗДЕЛ I. ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ (8 ЧАС.).

Тема 1. Введение. Основные понятия (4 часа).

Состояние электроэнергетики в России и за рубежом. Классификация электрических сетей по выполняемым функциям. Электрические сети постоянного и переменного тока. Современные конструкции воздушных и кабельных линий.

Тема 2. Требования к схеме электроснабжения, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (4 час.)

Критерии оценки работы энергосистемы. Задачи курса. Конструкции воздушных линий электропередачи. Конструкции кабельных линий.

РАЗДЕЛ II. РАСЧЁТ РЕЖИМОВ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ (12 ЧАС.).

Тема 3. Расчет режима линии электропередачи (4 час.).

Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки. Векторная диаграмма токов и напряжений. Расчет режима разомкнутой линии электропередачи при заданной мощности нагрузки (в конце линии, в начале линии). Расчет режима линии электропередачи в два этапа.

Тема 4. Расчет режима замкнутой линии электропередачи (4 час.).

Распределение потоков мощности и напряжений в простых замкнутых сетях. Расчет режима замкнутой линии электропередачи.

Тема 5. Рабочие режимы электроэнергетических систем (4 час.).

Баланс активной мощности и его связь с частотой. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Компенсация реактивной мощности.

РАЗДЕЛ III. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ (4 ЧАС.).

Тема 6. Качество электрической энергии и его обеспечение, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа» (4 час.)

ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Методы регулирования напряжения. Встречное регулирование. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.

РАЗДЕЛ IV. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ (12 ЧАС.).

Тема 7. Техничко-экономические расчеты в электрических сетях энергосистем (8 час.).

Техничко-экономические показатели. Приведенные затраты. Техничко-экономическое сравнение вариантов.

Тема 8. Мероприятия по уменьшению потерь мощности и электроэнергии, с использованием метода активного обучения «лекция-беседа», (4 час.)

Методы расчета потерь электроэнергии (Вероятностно-статистические и детерминированные). Классификация потерь электроэнергии. Методы уменьшения потерь мощности и энергии в питающих сетях.

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА, ЛАБОРАТОРНОЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТ

Практические занятия (54 часа)

РАЗДЕЛ I. ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ (8 ЧАС.)

Занятие 1. Конструкции элементов электрической сети. Схемы замещения линий электропередачи (4 час.)

1. Конструкции воздушных линий электропередачи.
2. Конструкции кабельных линий электропередачи.
3. Схемы замещения воздушных и кабельных линий электропередачи.
4. Расчёт параметров схемы замещения.

Занятие 2. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов (2 час.)

1. Схемы замещения одно- и двух-трансформаторных подстанций, автотрансформаторов.
2. Определение параметров схемы замещения

Занятие 3. Схемы замещения электрической сети, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (2 час.)

1. Схемы замещения сети с ВЛ и трансформаторами.
2. Выбор и проверка сечения проводов.
3. Выбор и проверка трансформаторов.

РАЗДЕЛ II. РАСЧЁТ РЕЖИМОВ ЛИНИИ ЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ (22 ЧАС.)

Занятие 4. Методы расчета установившихся режимов электрических сетей (4 час.).

1. Методы расчета установившихся режимов электрических сетей при разных способах задания нагрузки
2. Расчёт режима в два этапа разомкнутой сети.

Занятие 5. Расчёт режима в трансформаторах (4 час.).

1. Расчетные нагрузки подстанции.
2. Определение напряжения на низкой стороне подстанции.

Занятие 6. Расчет установившихся режимов разомкнутых электрических сетей (6 час.).

1. Расчет установившихся режимов электрических сетей с двумя номинальными напряжениями без учета потерь.
2. Расчет установившихся режимов электрических сетей с двумя номинальными напряжениями с учетом потерь.

Занятие 7. Расчёт простой замкнутой электрической сети (2 час.).

1. Уравнения моментов.
2. Определение точки потокораздела.
3. Проверка сечений проводов в аварийном режиме работы.
4. Расчёт режима в два этапа.

Занятие 8. Расчет установившихся режимов электрических сетей, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 час.)

1. Расчет установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей.
2. Решение задач на все прошедшие темы.

Занятие 9. Расчёт электрической сети с двухсторонним питанием (2час.).

1. Расчёт электрической сети при равных напряжениях на шинисточников питания.
2. Расчёт электрической сети при разных напряжениях на шинисточников питания.
3. Уравнительные токи и уравнительные мощности.

РАЗДЕЛ III. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ(10 ЧАС.)

Занятие 10. Регулирование напряжения в электрической сети, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (6 час.)

1. Методы и средства регулирования напряжения в энергосистеме.
2. Расчёт продольной компенсации в электрической сети (УПК).
3. Расчёт поперечной компенсации (компенсация реактивной мощности) в электрической сети.

Занятия 11. Регулирование напряжения на низкой стороне подстанции(4 час.).

1. Встречное регулирование.
2. РПН трансформатора.
3. Условия встречного регулирования.

РАЗДЕЛ IV. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ (14 ЧАС.).

Занятие 12. Техничко-экономические расчеты в электрических сетях (8час.).

1. Выбор номинального напряжения.
2. Типы конфигураций электрических сетей по степени надежности.
3. Схемы понижающих подстанций.
4. Выбор трансформаторов на районной подстанции.
5. Методика выбора и проверки сечений проводов и кабелей по экономической плотности тока. Состояние вопроса.
6. Методика выбора и проверки сечений проводов по экономическим интервалам токов или мощностей. Состояние вопроса.

Занятие 13. Техничко-экономическое сравнение вариантов схем электроснабжения (4 час.).

1. Укрупнённое сравнение вариантов.
2. Стоимостные показатели.
3. Расчёт потерь электроэнергии.
4. Расчёт T_M , τ_M .

Занятие 14. Современные электроэнергетические системы (2 час.).

1. Состояние электрических сетей ЕЭС России и ОЭС Дальнего Востока.
2. Современное оборудование электрических сетей в России и за рубежом.
3. Перспективные технологии в электроэнергетике.

Лабораторные занятия (18 час.).

Лабораторная работа № 1. Натуральное моделирование установившегося режима работы фазы электрической сети с однородным питанием, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 час.).

Лабораторная работа № 2. – Натуральное моделирование установившегося режима работы фазы электрической сети с двухсторонним питанием, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 час.)

Лабораторная работа № 3. – Конструктивные элементы и способы монтажа воздушных линий электропередачи, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 час.)

Лабораторная работа № 4.- Конструктивные элементы, способы прокладки кабельных линий электропередачи, с использованием метода активного обучения «групповая консультация» (4 час.)

Самостоятельная работа (45 часа)

Электроэнергетические системы и сети (18 часов)

1. Подготовка к блиц-опросу на лекции.
2. Подготовка к тестированию.
3. Подготовка к лабораторным работам.
4. Подготовка к контрольным работам.

Подготовка к экзамену (27 часов)

1. Повторение пройденного в рамках дисциплины материала.

2. Подготовка к промежуточной аттестации в соответствии с вопросами к экзамену.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» включает в себя:

- рекомендации по самостоятельной работе студентов;
- рекомендации по подготовке к экзамену;
- характеристику заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде задач по каждому разделу РПУД. Полный комплект задач «Электроэнергетические системы и сети» хранятся в Департаменте энергетических систем. Оценка уровня освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости студентов университета.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (посещаемость всех видов занятий по

аттестуемой дисциплине и активность на занятиях);

– степень усвоения теоретических знаний (блиц-опросы, тестирование поразделам теоретического материала);

– результаты самостоятельной работы (контрольные работы).

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

В случае, если студент не набирает баллов на положительную оценку, то он может участвовать в экзамене по этой дисциплине.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, вопросы подбираются из различных разделов и тем, изучаемых в семестре. Время подготовки к ответу на экзамене составляет 30-40 минут. При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить эти знания на практике.

Изложение материала должно быть четким, кратким и аргументированным. Ответ на экзамене оценивается максимально в 20 баллов, которые суммируются с накопленными баллами в течение семестра.

Суммарные баллы переводятся в традиционные «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Рекомендации по подготовке к экзамену

Каждый учебный семестр заканчивается зачетно-экзаменационной сессией. Подготовка к зачетно-экзаменационной сессии, сдача зачетов и экзаменов является также самостоятельной работой студента. Основное в подготовке к сессии – повторение всего учебного материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет или экзамен. Только тот студент успевает, кто хорошо усвоил учебный материал. Если студент плохо работал

в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое, а заново в короткий срок изучать весь учебный материал. Все это зачастую невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка к зачету или экзамену будет трудным, а иногда и непосильным делом, а конечный результат - возможное отчисление из учебного заведения.

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Варианты задач по разделу «Расчет установившихся режимов разомкнутых электрических сетей».

В вариантах задач задаются разомкнутые схемы районных электрических сетей. Исходной информацией питающих сетей напряжением 220/110 кВ являются нагрузки потребителей и напряжение источника питания. В ходе расчёта необходимо выбрать элементы электрической сети (трансформаторы на РТП и сечения проводов) и рассчитать режим максимальных нагрузок. В первой контрольной работе по условию задачи необходимо предварительно составить электрическую схему районной сети, затем – схему замещения.

Варианты задач по разделу «Расчет установившихся режимов замкнутых электрических сетей» и «Встречное регулирование».

Задачи во второй контрольной работе задаются электрической схемой с большим количеством элементов электрической сети. Рассматриваются как разомкнутые схемы, так и простые замкнутые и схемы с двухсторонним питанием. Необходимо составить схему замещения, определить её параметры и рассчитать режим максимальных нагрузок. При этом на

удаленной подстанции, согласно ГОСТу 32144-2013, необходимо обеспечить качественное напряжение на низкой стороне подстанции.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного отчета, содержащего пояснительную записку и генплан микрорайона с электрическими сетями 0,38 кВ.

Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на РГР или ИДЗ;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы пояснительной записки должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Пояснительная записка выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4. Объем отчета составляет не более 8- 10 страниц.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты расчётно-графического задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при выборе и проверке оборудования или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 балл – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах РГР или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов - Работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Таблица 5 – Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Элементы электрической сети	ПК-1	Знает параметры схемы замещения кабельной и воздушной линий, трансформаторов и автотрансформаторов.	1,5,9,13,17 недели – лабораторные работы (ПР-6)	Экзамен. Вопросы 4-8 перечня типовых экзаменационных вопросов. (Приложение 2).
			Умеет составлять схемы замещения ВЛ, КЛ и трансформаторов Владеет методикой выбора и проверки параметров схемы замещения ВЛ, КЛ и трансформаторов	1-4 недели – практические занятия	
2	Расчёт режимов линии электропередачи	ПК-1	Знает методику расчёта установившегося режима разомкнутой сети в два этапа. Знает методику расчёта установившегося режима замкнутой сети	3-11 недели- блиц-опрос на лекции (УО);	Экзамен Вопросы 9-20 перечня типовых экзаменационных вопросов. (Приложение 2).

		Умеет выполнить расчёт режима электрической схемы питающих сетей 35-110-220 кВ (определить напряжение в каждой точке схемы).	10 неделя-контрольная работа № 1 (ПР-2), 11 неделя - тестирование № 1 (ПР-1)
--	--	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств.

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / О.М. Ларин, В.И. Бирюлин, А.Н. Горлов [и др.]. — 3-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 130 с. - Текст : электронный. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1058860>
2. Николаева, С. И. Электроэнергетические сети и системы: Учебное пособие / Николаева С.И. - Волгоград:Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 64 с.: ISBN. - Текст : электронный. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1007833>
3. Ярош, В. А. Электрические системы и сети. Курсовое проектирование : учебное пособие / В. А. Ярош, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 172 с. — Текст : электронный

// Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа:
<https://e.lanbook.com/book/147106>

Дополнительная литература

1. Энергетическая стратегия России до 2030 года.- М.: Изд-во РИА ТЭК, 2009.- 113 с. – Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-4283&theme=FEFU> (1)

2. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчётов.- М.: НЦ ЭНАС, 2009.- 456 с.- Режим доступа:

http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:/usr/vtls/ChamoHome/visualizer/data_lan/dat a_lan+%281093%29.xml&theme=FEFU (1)

3. Электрические системы. Электрические сети: Учеб. Для электроэнерг. спец. вузов/В.А.Веников, А.А.Глазунов, Л.А.Жуков и др.: Под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева.- 2 –е изд., перераб. и доп. – М.; Высш. шк., 1998. – 511 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:379569&theme=FEFU> (4 экз)

4. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учеб. для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с. - Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381816&theme=FEFU> (10 экз)

5. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учеб. Пособие для электроэнерг. спец./В.В. Ежков, Г.К. Зарудский, Э.Н. Зуев и др.; Под ред. В.А. Строева. – М.: Высш. шк., 1999 – 352 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:360671&theme=FEFU> (1 экз)

6. Савина Н.В., Мясоедов Ю.В., Дудченко Л.Н. Электрические сети в примерах и расчетах : Учебное пособие. Благовещенск, изд-во АмГУ, 1999. – 238 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:379379&theme=FEFU> (10 экз)

7. Дудченко Л.Н. Регулирование частоты и активной мощности в энергосистеме.- Благовещенск: Издательство АмГУ, 1997.- 74 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:364926&theme=FEFU> (1)

8. Холянова О.М., Винаковская Н.Г. Руководство к лабораторной работе № 4 «Конструкция линий электрических сетей» по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» для студентов направления 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника». Ч. 1. Конструкция воздушных линий [Электронный ресурс] / ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2014. – [41 с.]. – Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог.- Режим доступа: <http://www.dvfu.ru/web/is/metodiceskie-rekomendacii>

9. Системы электроснабжения : учебное пособие / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко.; Ростов-на-Дону: Изд-во Феникс, 2011. – 382 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:419117&theme=FEFU>

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

11. Александров Г.Н. Режимы работы воздушных линий электропередачи: учебное пособие. – СПб.: Центр подготовки кадров энергетики, 2006.- 139 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/995/70995>

12. Эксплуатация электроэнергетических систем и сетей: Учебное пособие. Автор/создатель: Мастерова О.А., Барская А.В. Пособие соответствует программе дисциплины и предназначено для студентов

специальности 100200 "Электроэнергетические системы и сети".
Подготовлено в Томском политехническом университете. – Томск: Изд-во
ТПУ, 2006.- 114 с. – Режим доступа:

<http://window.edu.ru/resource/894/73894>

Нормативно-справочные материалы

1. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7.- Новосибирск: сиб. унив. изд-во, 2006. – 854 с. -
Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:694239&theme=FEFU> (1)

2. Справочник по проектированию электроснабжения, линий электропередачи и сетей / под ред. Я. М. Большама, В. И. Круповича, М. Л. Самовера, Москва : Энергия , 1975. – 695 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663311&theme=FEFU> (3)

3. Справочник по проектированию электроэнергетических систем/В.В. Ершевич, А.Н. Зейлигер, Г.А. Илларионов и др.; Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро. – 3.е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 349 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381772&theme=FEFU>(8)

4. Электротехнический справочник: В 3-х т. : Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии/ под ред.: В.Г. Герасимова, П.Г. Грудинского, Л.А. Жукова и др. – М.: Энергоиздат, 1982. – 656 с. - Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381836&theme=FEFU> (1)

5. Карапетян И.Г. Справочник по проектированию электрических сетей [Электронный ресурс] / Карапетян И.Г., Файбисович Д.Л., Шапиро И.М. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЭНАС, 2012. – 376 с. – Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/5046> .

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Министерство энергетики РФ : официальный сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://www.minenergo.gov.ru>. – Текст. Изображение : электронные.
2. Россети ФСК ЕЭС : официальный сайт. – Москва, 2007. – URL: <http://www.fsk-ees.ru>. – Текст. Изображение : электронные.
3. ПАО РусГидро : официальный сайт. – Москва, 2006. – URL: <http://www.rushydro.ru>. – Текст. Изображение : электронные.
4. Научная электронная библиотека : [сайт]. – Москва, 2005. – URL: <https://www.elibrary.ru>. – Текст. Изображение : электронные.
5. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ : [сайт]. – Москва, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Текст: электронный.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д); программное обеспечение для выполнения математических расчётов Mathcad; программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, профессиональная поисковая система JSTOR, электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", электронно-библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» отводится 90 часов аудиторных занятий и 54 часов самостоятельной работы.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- лекции (рассмотрение теоретического материала) с использованием мультимедийных технологий (презентации), диалог с аудиторией, устные блиц- опросы в начале лекции ориентированы на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

-практические занятия проводятся с использованием учебного пособия, разработанного на кафедре электроэнергетики и электротехники.
Лабораторные работы

1. Основы электроэнергетики: учебно-методический комплекс/
В.С.Холянов, О.М.Холянова; Владивосток: Изд-во Дальневосточный государственный технический университет, 2007. – 193 с. - Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:386662&theme=FEFU>

- лабораторные работы проводятся бригадами по 4 человека с использованием учебного пособия:

2. Холянова О.М., Винаковская Н.Г. Руководство к лабораторной работе №

4 «Конструкция линий электрических сетей» по дисциплине

«Электроэнергетические системы и сети» для студентов направления 140400.62

«Электроэнергетика и электротехника». Ч. 1. Конструкция воздушных линий [Электронный ресурс] / ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА) ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2014. – [41 с.]. – Режим доступа: <http://www.dvfu.ru/web/is/metodiceskie-rekomendacii>

-самостоятельная работа в виде подготовки к рубежной контрольной работе и тестированию направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций, практических занятий и лабораторных работ.

Для студентов заочной формы обучения разработаны методические указания к контрольным работам:

Основы электроэнергетики: учеб. программа, метод. указания и контр. задания / О.М. Холянова, Н.Г. Винаковская ; Дальневосточный государственный технических университет.- Владивосток: Издат. Дом Дальневост. федерал. Ун-та, 2012.- 24 с.

Сами пособия приложены к РПУД в печатном (изданном) виде, либо в электронном виде в приложении к РПУД (Приложение 1).

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные и практические занятия по дисциплине «Электроснабжение городов и сельской местности» проходят в аудиториях, оборудованных компьютерами типа Lenovo C360G-i34164G500UDK с лицензионными программами MicrosoftOffice 2010 и аудио-визуальными средствами проектор Panasonic DLPProjectorPT-D2110XE, плазма LG FLATRON M4716CCBAM4716CJ. Для выполнения самостоятельной работы студенты в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi.

Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств включает в себя:

- шкалу оценивания уровня сформированности компетенций с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенциям (таблица 6);
- методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины;
- перечень типовых экзаменационных вопросов;
- критерии выставления оценки студенту на экзамене (таблица 7);
- типовые задачи для выполнения контрольной работы №1;
- типовые задачи для выполнения контрольной работы №2;
- критерии оценки контрольной работы;
- тесты для текущего контроля;
- критерии оценки промежуточного тестирования;
- критерии оценки выполнения тестирования;
- темы рефератов;
- критерии оценки рефератов.

Таблица 6 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенций	Этапы формирования компетенций		критерии	показатели
<p>ПК-1. Способен осуществлять грамотную эксплуатацию, соблюдение технологической дисциплины, соблюдению параметров производства и передачи тепловой и электрической энергии</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>назначение, принцип действия, способы преобразования энергии, основные электрические и механические параметры электроэнергетического и электротехнического оборудования питающих сетей; обозначения электрооборудования на схемах электроэнергетических систем и сетей;</p>	<p>Методику выбора и проверки сечения проводов в питающих сетях 35-220 кВ;</p>	<p>Конструктивные и режимные особенности трансформаторов для питающих сетей напряжением 35-220 кВ. Конструктивные особенности проводов для воздушных линий (ВЛ) питающих сетей.</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>выбирать электротехническое оборудование питающих электрических сетей;</p>	<p>Найти в справочнике тип и мощность трансформатора для питающих сетей 35-220 кВ. Найти в справочнике марки сечения провода для питающих сетей Составить схему замещения для расчёта режимов</p>	<p>Рассчитать нагрузку (КВА) на шинах ТП и выбрать мощность трансформатора. Рассчитать рабочий и аварийный токи для выбора и проверки сечения провода. Рассчитать коэффициент загрузки трансформаторов в нормальном и аварийном режимах.</p>

	<p>владеет (высокий)</p>	<p>способами определения состава оборудования питающих электрических сетей и его параметров; методиками выбора и проверки электротехнического оборудования в питающих электрических системах и сетях;</p>	<p>Готовностью работать со справочной и нормативной литературой</p>	<p>Готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (трансформаторы, сечения проводов)</p>
--	-------------------------------------	---	---	--

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, контрольных работ, тестирования, выполнения лабораторных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» предусмотрен экзамен, который проводится в устной форме.

В экзаменационном билете один вопрос связан с выполнением расчёта в общем виде и оценивается в 3 балла. Второй вопрос связан с общими понятиями конструкции, проектирования и эксплуатации питающих электрических сетей и оценивается в 2 балла.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень типовых экзаменационных вопросов

1. Состояние и перспективы развития электрических сетей в РФ и зарубежом.
2. Классификация электрических сетей.
3. Требования к электрическим сетям.
4. Конструкции воздушных линий электропередач.
5. Конструктивные элементы кабельных линий.
6. Кабельные линии и способы их прокладки.
7. Схемы замещения линий электропередачи и их параметры.
8. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов и их параметры.
9. Потери мощности в трансформаторах.
10. Способы задания электрических нагрузок.
11. Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки.
12. Векторная диаграмма токов и напряжений. Потери и падение напряжения.
13. Расчет режима линии электропередачи при известных мощности и напряжения в начале линии.
14. Расчет режима линии электропередачи при заданных мощности и напряжения в конце линии.
15. Расчет разомкнутой сети в два этапа. Задана мощность нагрузки и напряжение источника питания.
16. Расчетные нагрузки подстанции.
17. Определение напряжения на стороне низкого напряжения подстанции.
18. Расчет сети с разными номинальными напряжениями.

19. Допущения при расчете разомкнутых распределительных сетей с номинальным напряжением 35 кВ и ниже.
20. Определение наибольшей потери напряжения.
21. Распределение потоков мощности в простой замкнутой сети без учета потерь мощности. Заданы одинаковые напряжения по концам линии $U_1 = U_4$.
22. Распределение потоков мощности в простой замкнутой сети без учета потерь мощности. Заданы различные напряжения по концам линии, $U_1 > U_4$.
23. Расчет сети с двухсторонним питанием с учетом потерь мощности.
24. Баланс активной мощности и его связь с частотой.
25. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением.
26. Показатели качества электроэнергии.
27. Методы регулирования напряжения. Встречное регулирование напряжения.
28. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети.
29. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.
30. Определение допустимой потери напряжения в сети.
31. Выбор сечения проводов по экономической плотности тока.
32. Выбор сечения проводов по экономическим интервалам токов и мощностей.
33. Техничко-экономические показатели в расчетах электрических сетей энергосистем.
34. Техничко-экономическое сравнение вариантов сети.
35. Выбор номинального напряжения.

36. Схемы построения электрических сетей и подстанций. Выбор трансформаторов.

37. Детерминированные методы расчета потерь мощности и потерь энергии в электрических сетях.

38. Обработка контрольных замеров в режимные дни и оценка состояния энергосистемы.

39. Организационные мероприятия по снижению потерь электроэнергии.

40. Технические мероприятия по снижению потерь электроэнергии.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине
«Электроэнергетические системы и сети»**

Таблица 7 – Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100 – 86	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил требования, предъявляемые к электроэнергетической системе, умеет оценить полученные результаты расчёта согласно требованию обеспечения потребителей качественной электроэнергией, владеет методикой регулирования параметров режима работы электрических сетей.
85 – 76	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо усвоил требования, предъявляемые к электроэнергетической системе, способен рассчитать режимы работы электроэнергетического оборудования, правильно применяет теоретические положения при выборе элементов электрической сети.
75 – 61	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания только основного материала, но не усвоил конструктивные особенности электротехнического оборудования (проводов, кабелей, трансформаторов), допускает неточности, испытывает затруднения при выборе оборудования питающих электрических сетей.

60 и менее	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, с большими затруднениями выполняет выбор оборудования и расчёт режимов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
------------	-----------------------	--

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Типовые задачи для выполнения контрольной работы №1 по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»

Задача №

От шин 220 кВ районной электростанции по двухцепной линии длиной 150 км питается двухтрансформаторная подстанция с нагрузкой на низкой стороне $S = 100 + j 24 \text{ МВ} \cdot \text{А}$. Напряжение источника питания 221 кВ.

Выполнить расчёт режима в два этапа. Хабаровский край, сталь, II район по гололеду.

Задача № 2.

От шин 220 кВ районной подстанции по линии длиной 120 км питается инструментальный завод с нагрузкой на низкой стороне $180 + j 104 \text{ МВ} \cdot \text{А}$.

Напряжение источника питания 230 кВ. Выполнить расчет режима в два этапа. Амурская область, III район по гололеду, сталь.

Задача № 3.

На подстанции установлены два понижающих трансформатора.

Напряжение на шинах высокого напряжения:

- в режиме наибольших нагрузок $U_{НБ} = 228,5$ кВ

- в режиме наименьших нагрузок $U_{НМ} =$

229,8 кВ значения нагрузок на низкой стороне:

$P_{НБ} = 75,25$ МВт; $\cos\varphi = 0,83$

$P_{НМ} = 22,51$ МВт; $\cos\varphi = 0,88$.

Определить напряжение на низкой стороне подстанции в обоих режимах.

Задача № 4.

На подстанции установлены трехобмоточные трансформаторы с нагрузками: $S_{СР} = 32 + j 18$ МВ*А и $S_{Н} = 14 + j 8$ МВ*А.

Напряжение на высокой стороне подстанции 109 кВ. Выполнить расчёт режима в два этапа.

Задача № 5.

От шин питающей подстанции 1 по резервированной магистральной схеме получают питание потребители в узле 2 ($S_2 = 104 + j24$ МВА) и 3 ($S_3 = 234 + j49$ МВА). Длина участка 1-2 - 80 км, 2-3 - 140 км. Напряжение источника питания 222 кВ.

Выполнить расчёт режима в два этапа. Камчатская область, 1У район по гололеду, сталь.

Задача № 6

От шин 220 кВ районной электростанции по двухцепной линии длиной 120 км питается двухтрансформаторная подстанция с нагрузкой на низкой стороне $S = 144 + j 38 \text{ МВ*А}$.

Выполнить расчёт режима в два этапа.

Амурская область, сталь, II район по гололеду.

Задача № 7.

От шин 220 кВ районной подстанции по линии длиной 160 км питается авторемонтный завод с нагрузкой на низкой стороне $200 + j 105 \text{ МВ*А}$.

Напряжение источника питания 231 кВ. Выполнить расчет режима в два этапа. Красноярский край, III район по гололеду, сталь.

Задача № 8.

На подстанции установлены два понижающих трансформатора.

Напряжение на шинах высокого напряжения:

- в режиме наибольших нагрузок $U_{\text{НБ}} = 224,72 \text{ кВ}$

- в режиме наименьших нагрузок $U_{\text{НМ}} = 231,44 \text{ кВ}$

Значения нагрузок потребителей:

$P_{\text{НБ}} = 38,71 \text{ МВт}; \cos\varphi = 0,82$

$P_{\text{НМ}} = 11,45 \text{ МВт}; \cos\varphi = 0,85.$

Определить напряжение на низкой стороне подстанции в обоих режимах.

Задача № 9.

На подстанции установлены трехобмоточные трансформаторы с нагрузками: $S_{CP} = 18 + j 10,2 \text{ МВ*А}$ и $S_H = 12,4 + j 8,9 \text{ МВ*А}$. Напряжение на высокой стороне подстанции 112 кВ.

Определить напряжение на шинах низкого и высокого напряжений.

Задача № 10.

От шин питающей подстанции 1 по резервированной магистральной схеме получают питание потребители в узле 2 ($S_2 = 20,13 + j6,21 \text{ МВА}$) и 3 ($S_3 = 30,42 + j 18,32 \text{ МВА}$). Длина участка 1-2 - 45 км, 2-3 - 40 км. Напряжение источника питания 117 кВ.

Определить напряжение в каждой точке схемы.. Сахалинская обл., 1У район по гололеду, сталь.

Задача № 11

От шин 110 кВ районной электростанции по двухцепной линии длиной 70 км питается двухтрансформаторная подстанция с нагрузкой на низкой

стороне $S = 16 + j 10 \text{ МВ*А}$. Напряжение источника питания 109 кВ.

Определить напряжение в каждой точке схемы.

Иркутская обл., II район по гололеду, сталь.

Задача № 12.

От шин 220 кВ районной подстанции по линии длиной 20 км питается тракторостроительный завод с нагрузкой на низкой стороне $120 + j 64 \text{ МВ*А}$.

Напряжение источника питания 227 кВ. Выполнить расчет режима в два этапа.

Новосибирская обл., III район по гололеду, сталь.

Задача № 13.

На понижающей подстанции установлены два понижающих трансформатора.

Напряжение на шинах высокого напряжения:

- в режиме наибольших нагрузок $U_{НБ} = 112,2$ кВ
 - в режиме наименьших нагрузок $U_{НМ} = 116,2$ кВ.
- Значения нагрузок потребителей на низкой стороне: $P_{НБ} = 25,17$ МВт; $\cos\varphi = 0,88$,
 $P_{НМ} = 9,74$ МВт; $\cos\varphi = 0,79$.

Определить напряжение на низкой стороне подстанции в обоих режимах.

Задача №1 4.

На подстанции установлены трехобмоточные трансформаторы с нагрузками: $S_{СР} = 64,3 + j 27,4$ МВ*А и $S_{Н} = 31,7 + j 17,8$ МВ*А. Напряжение источника питания 113 кВ.

Рассчитать напряжение на низкой стороне подстанции.

Задача № 15.

От шин питающей подстанции 1 по резервированной магистральной схеме получают питание потребители в узле 2 ($S_2 = 105,56 + j24,6$ МВА) и 3 (S_3

$= 50,42 + j13,6 \text{ MVA}$). Длина участка 1-2 - 70 км, 2-3 - 110 км.
Напряжение источника питания 230 кВ.

Рассчитать напряжение во всех точках схемы. Челябинская обл., III район по гололеду, сталь.

Задача № 16.

От шин 110 кВ районной электростанции по двухцепной линии длиной 50 км питается двухтрансформаторная подстанция с нагрузкой на низкой стороне $S = 28 + j 121 \text{ MVA}$.

Напряжение источника питания 112 кВ. Определить напряжение во всех точках схемы. Краснодарский край, сталь, II район по гололеду.

Задача № 17.

От шин 110 кВ районной подстанции по линии длиной 40 км питается приборостроительный завод с нагрузкой на низкой стороне $84 + j 39 \text{ MVA}$.

Напряжение источника питания 115 кВ. Выполнить расчет режима в два этапа. Томская обл., III район по гололеду, сталь.

Задача № 18.

На понижающей подстанции установлены два понижающих трансформатора.

Напряжение на шинах высокого напряжения:

- в режиме наибольших нагрузок $U_{\text{НБ}} = 112,1 \text{ кВ}$

- в режиме наименьших нагрузок $U_{\text{НМ}} = 117,4 \text{ кВ}$ Значения нагрузок на

низкой стороне:

$P_{\text{НБ}} = 12,8 \text{ МВт}; \cos\varphi = 0,92,$

$$P_{\text{HM}} = 8,32 \text{ МВт}; \cos\varphi = 0,9.$$

Определить напряжение на низкой стороне подстанции в обоих режимах.

Задача № 19.

На подстанции установлены трехобмоточные трансформаторы с нагрузками: $S_{\text{CP}} = 94,8 + j 52,1 \text{ МВ*А}$ и $S_{\text{H}} = 39,7 + j 24,4 \text{ МВ*А}$. Напряжение на высокой стороне подстанции 108 кВ.

Рассчитать напряжение на шинах среднего и низкого напряжения.

Задача № 20.

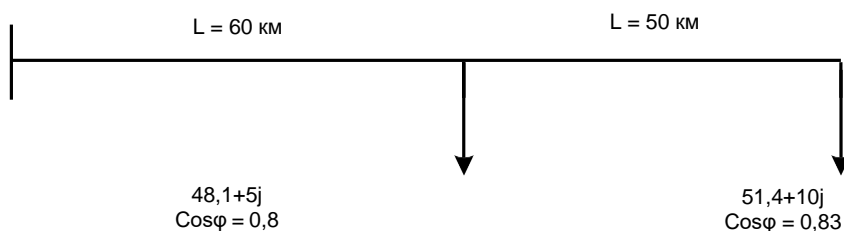
От шин питающей подстанции 1 по резервированной магистральной схеме получают питание потребители в узле 2 ($S_2 = 30,15 + j20,4 \text{ МВА}$) и 3 ($S_3 = 45,24 + j18,5 \text{ МВА}$). Длина участка 1-2 - 15 км, 2-3 - 20 км. Напряжение источника питания 115 кВ.

Выполнить расчёт режима в два этапа. Омская обл., II район по гололеду, сталь.

Типовые задачи
для выполнения контрольной работы №2 по дисциплине
«Электроэнергетические системы и сети»

Задача № 1.

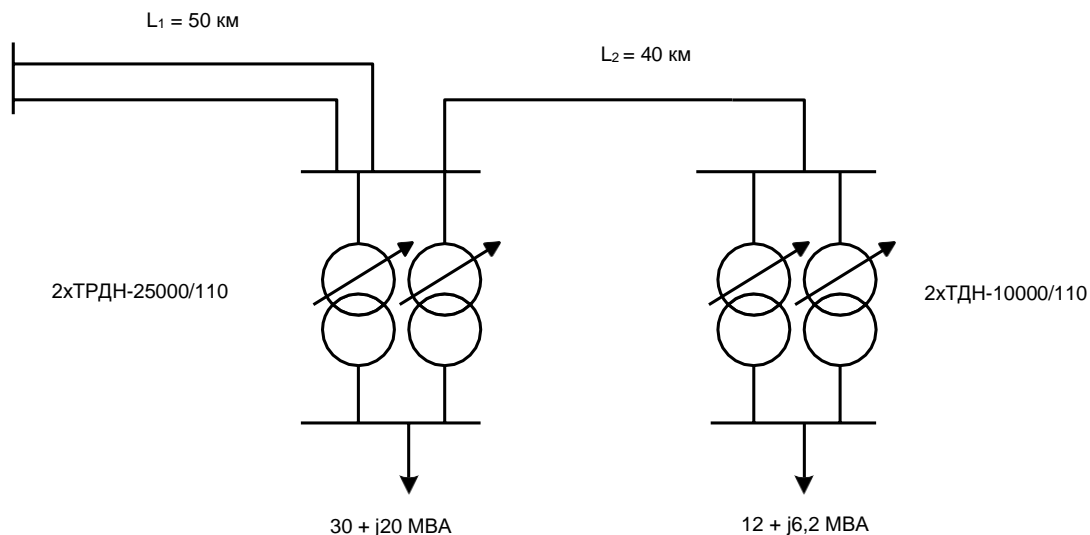
От магистральной линии напряжением 110 кВ питаются две ГПП, которые потребляют мощности (в МВт), указанные на рисунке. Определить напряжение в узлах нагрузок (выполнить расчет режима в два этапа). Сибирь, стальные опоры, III район по гололёду.
 $U_1 = 117$ кВ.



1. Для электрической схемы составить схему замещения и определить её параметры. Алтайский край, железобетонные опоры, II район по гололёду.

2. Определить напряжение на низкой стороне подстанции 3 (без учета потерь мощности).

$$U_1 = 117 \text{ кВ.}$$



Задача № 3.

1. Выполнить расчёт режима в два этапа.

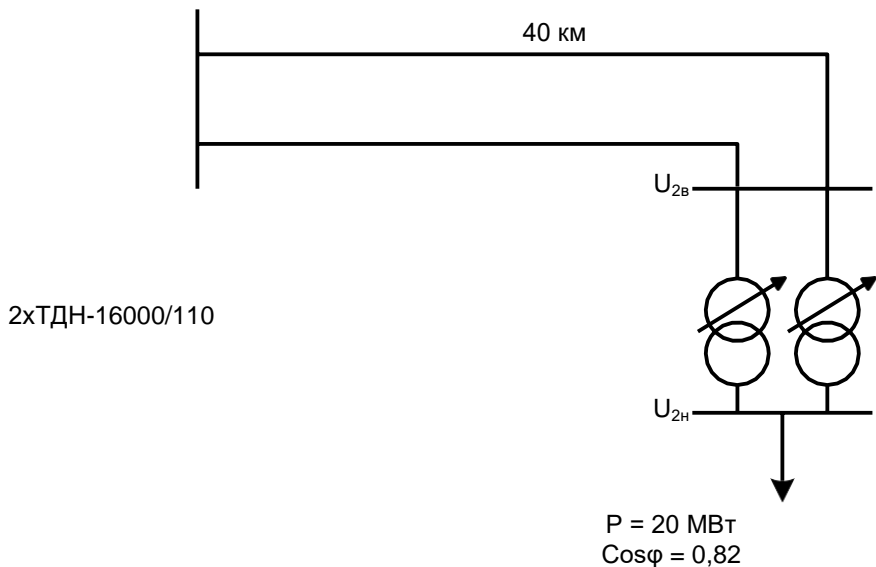
2. Обеспечить качественное напряжение на низкой стороне подстанции 2

– $U_{2Н}$ в режиме наибольших нагрузок.

Нагрузка в МВА,

Краснодарский край, ж/б опоры, II район по гололёду.

$$U_1 = 119 \text{ кВ}$$

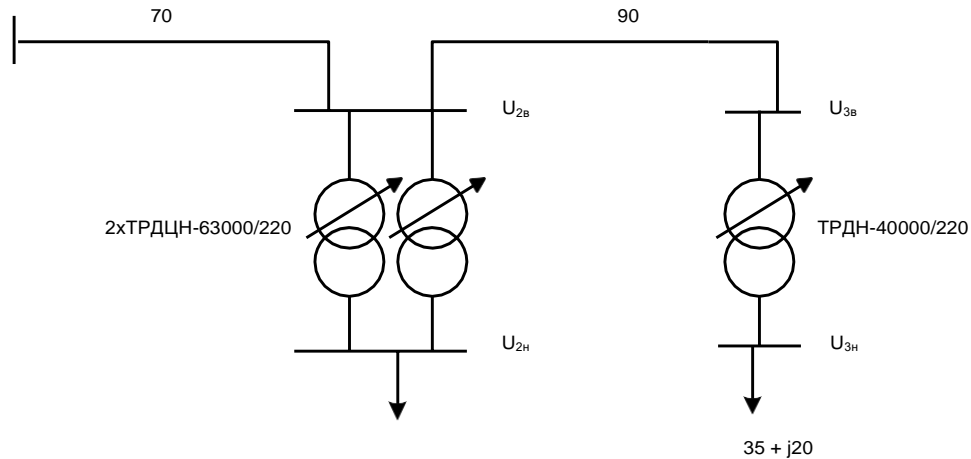


Задача №4

1. Проверить условие надежности схемы электроснабжения.
2. Выбрать регулировочное ответвление трансформатора на подстанции 2, обеспечивающее встречное регулирование напряжения в режиме наибольших нагрузок.

Нагрузки в МВА, длины в км, Камчатский край, стальные опоры, III – IV район по гололеду.

$$U_1 = 231 \text{ кВ}$$

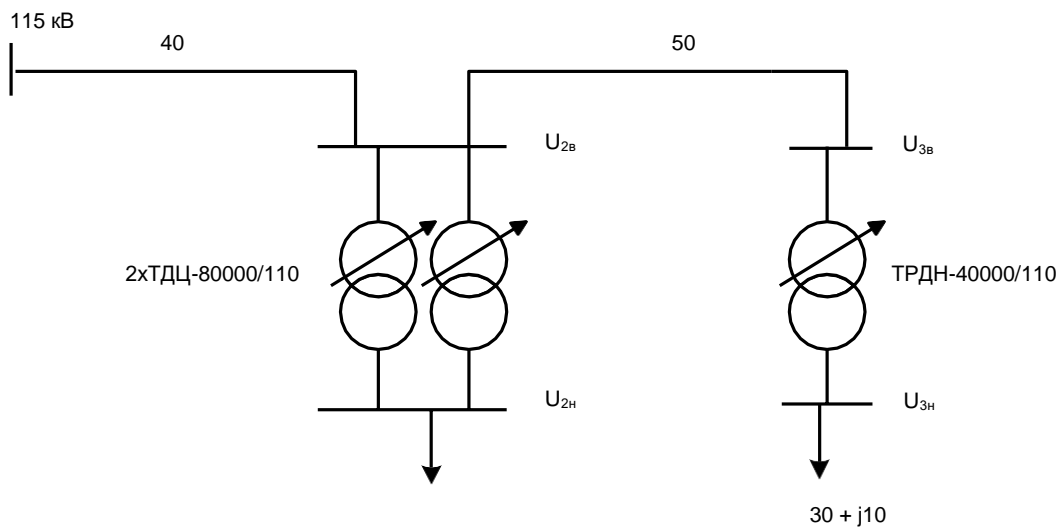


Задача № 5.

1. Проверить выполнение условия надежности схемы электроснабжения.
2. Определить напряжение на низкой стороне подстанции 3 – $U_{3н}$ (без учета потерь мощности).

Нагрузки в МВА, длины в км, Амурская область, стальные опоры, III-IV район по гололеду.

$$U_1 =$$

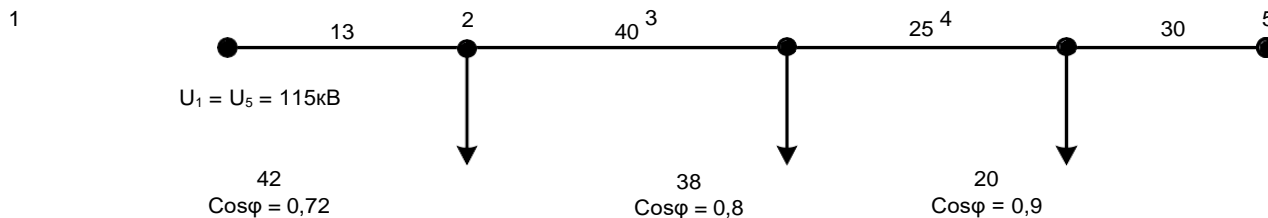


Задача № 6.

Составить схему замещения и определить её параметры.

Нагрузки в МВт, длины в км, Сахалинская область, стальные опоры, район по гололеду.

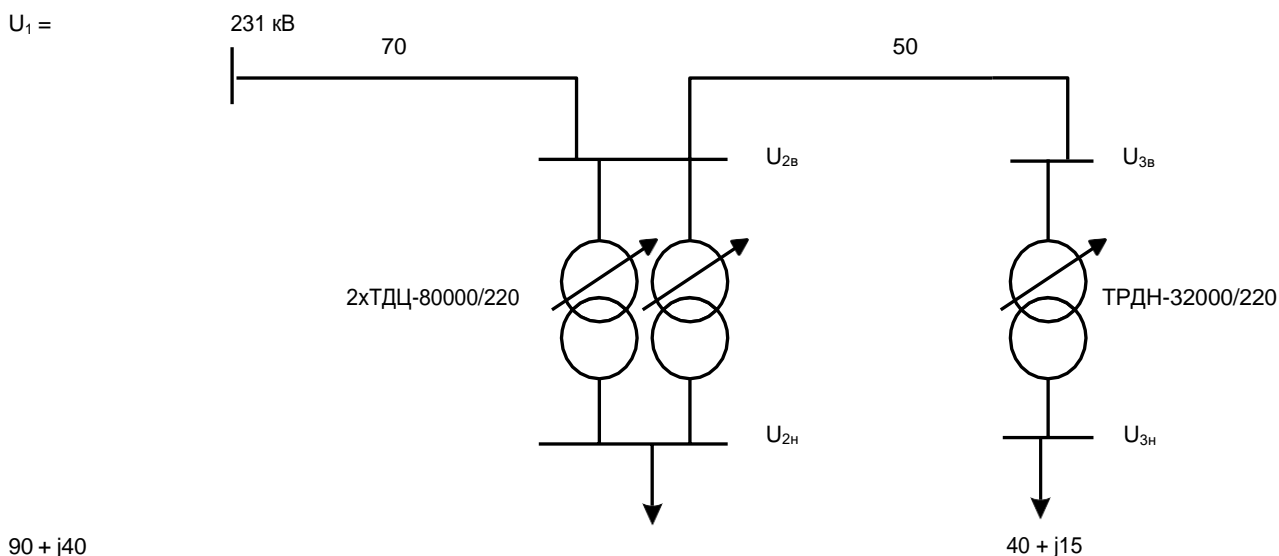
III



Задача № 7.

1. Проверить условие надежности схемы электроснабжения.
2. Определить напряжение на низкой стороне подстанции 3 – $U_{3н}$ (без учета потерь мощности).

Нагрузки в МВА, длины в км, Хабаровский край, стальные опоры, III - IV район по гололеду.

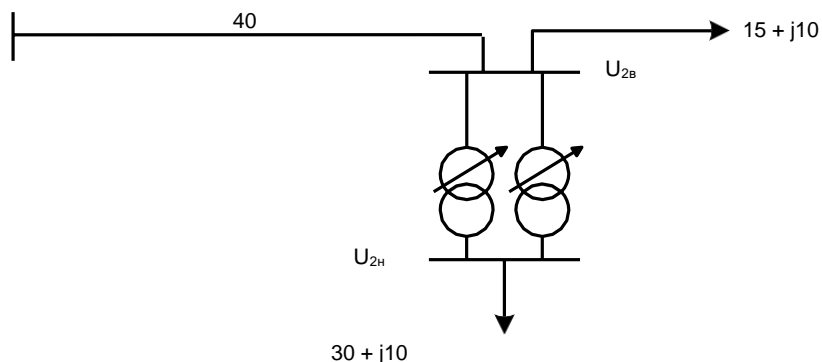


Задача № 8.

Выбрать регулировочное ответвление трансформаторов на подстанции 2, обеспечивающее встречное регулирование напряжения в режиме наибольших нагрузок.

Нагрузки в МВА, длина в км, Приморский край, ж/б опоры, I - II район по гололеду.

$U_1 = 115 \text{ кВ}$



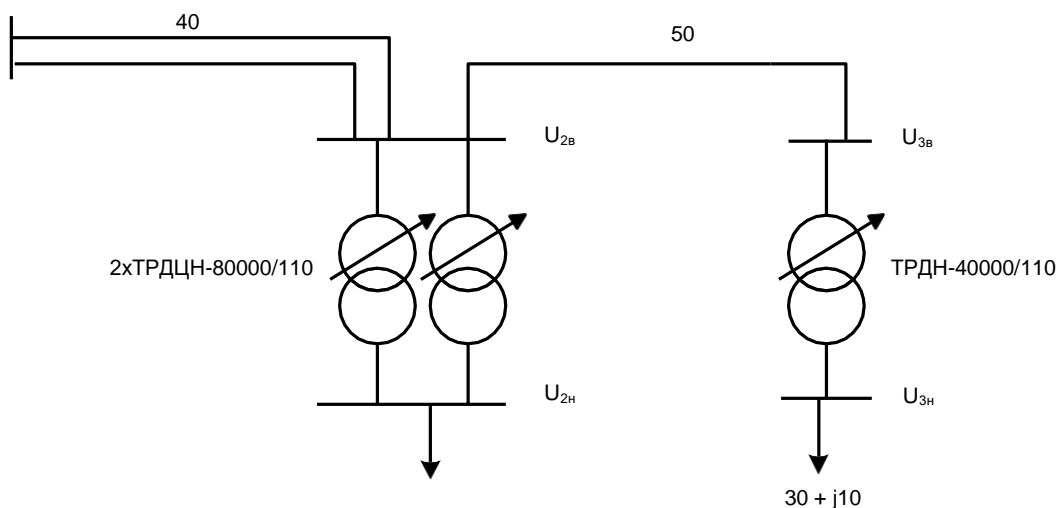
2xТРДН-40000/110

Задача № 9.

Определить напряжение на низкой стороне подстанции 3 – $U_{3н}$ (без учета потерь мощности).

Нагрузки в МВА, длина в км, Камчатская область, IV район по гололеду, сталь.

$U_1 = 115 \text{ кВ}$



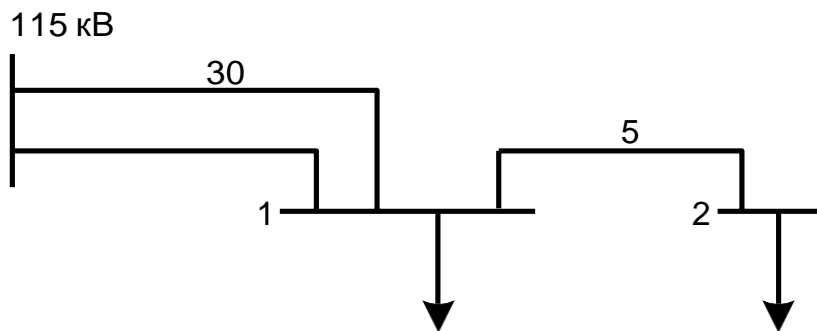
70 + j30

Задача № 10.

Рассчитать рабочий режим линии в два этапа.

Красноярский край, стальные опоры, III – IV район по гололеду.

$U_A =$



$P = 60 \text{ МВт}$
 $\cos\varphi = 0,8$

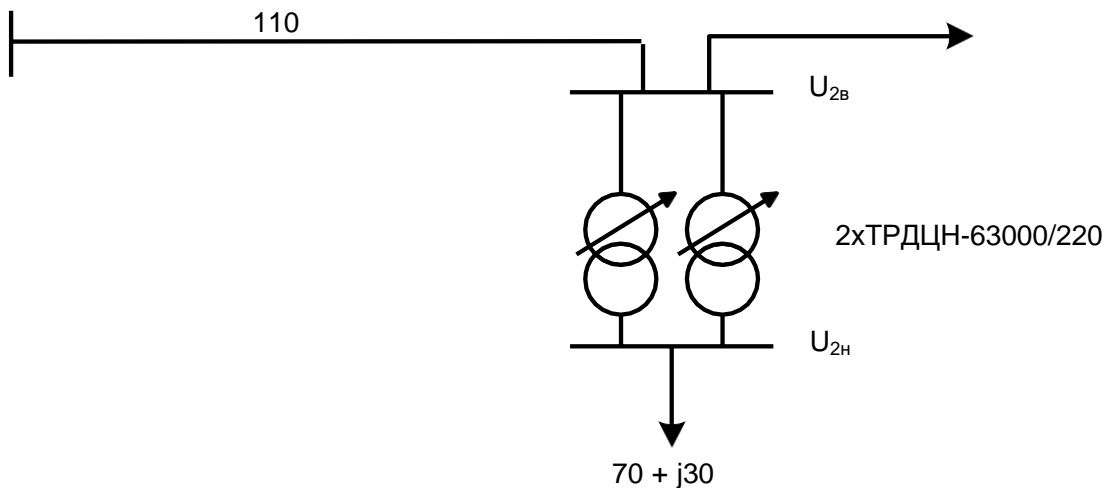
$P = 20 \text{ МВт}$
 $\cos\varphi = 0,82$

Задача № 11.

1. Проверить требование надежности схемы электроснабжения.
2. Выбрать регулировочное ответвление трансформаторов на подстанции 2, обеспечивающее встречное регулирование напряжения в режиме наибольших нагрузок.

Нагрузки в МВА, длины в км, Омская область, стальные опоры, III - IV район по гололеду.

$U_1 = 231 \text{ кВ}$

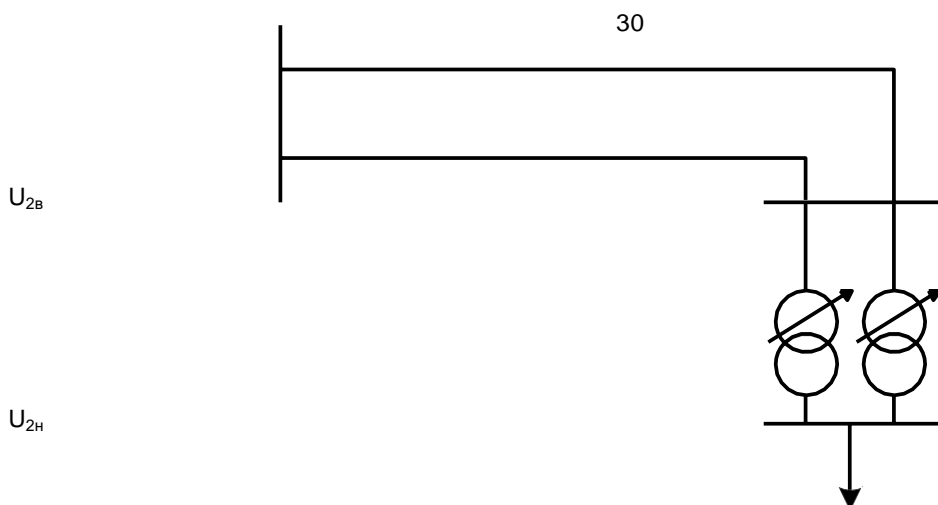


Задача № 12.

Определить напряжение на низкой стороне подстанции 2 – $U_{2н}$, обеспечить его качественным.

Нагрузки в МВА, длины в км, Хабаровский край, стальные опоры, Прайон по гололеду.

$$U_1 = 121 \text{ кВ}$$



Задача № 13.

1. Для электрической схемы составить схему замещения и определить её параметры. Брест, II район по гололёду, железобетон.

2. Определить напряжение на низкой стороне подстанции 3 (без учёта потерь мощности).

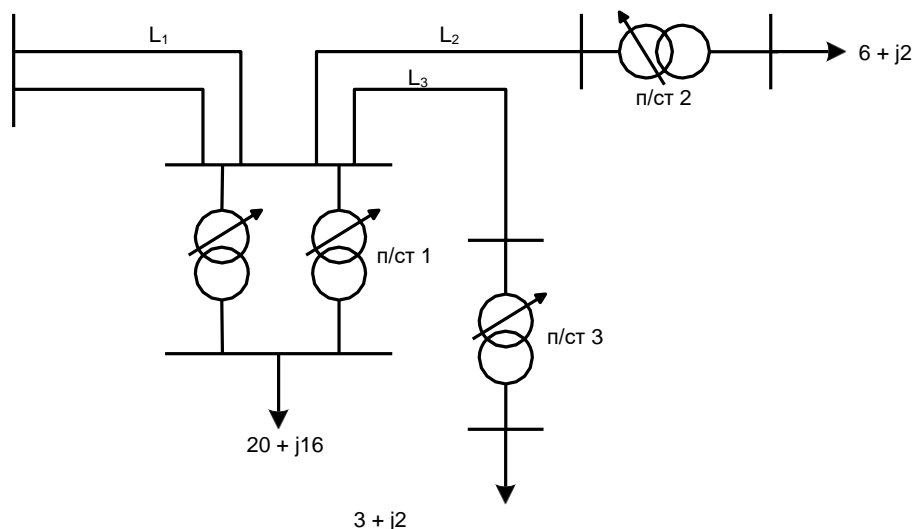
$$L_1 = 30 \text{ км}, L_2 = 20 \text{ км}, L_3 = 40 \text{ км}$$

Подст. 1 – 2хТРДН-25000/110 Подст. 2 – ТДН-10000/110

Подст. 3 – ТМН-6300/110

Нагрузки в МВА

$$U_1 = 117 \text{ кВ}$$

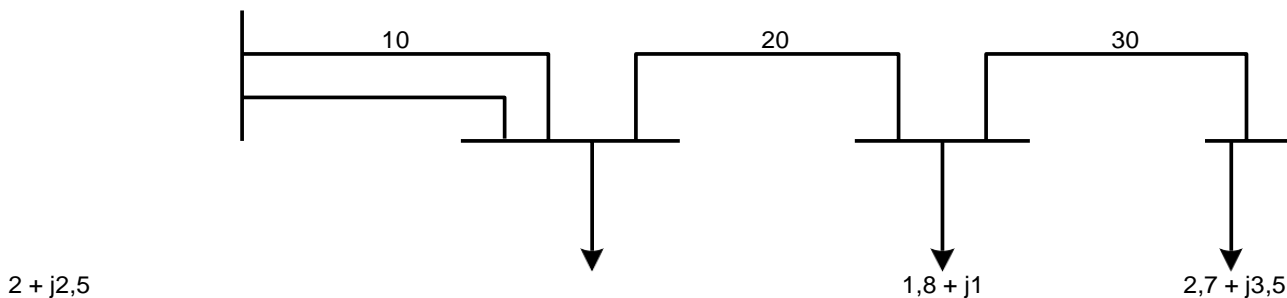


Задача № 14.

Рассчитать рабочий режим линии в два этапа.

Мощности в МВА, длины в км, Новосибирская область, стальные опоры, III – IV район по гололёду.

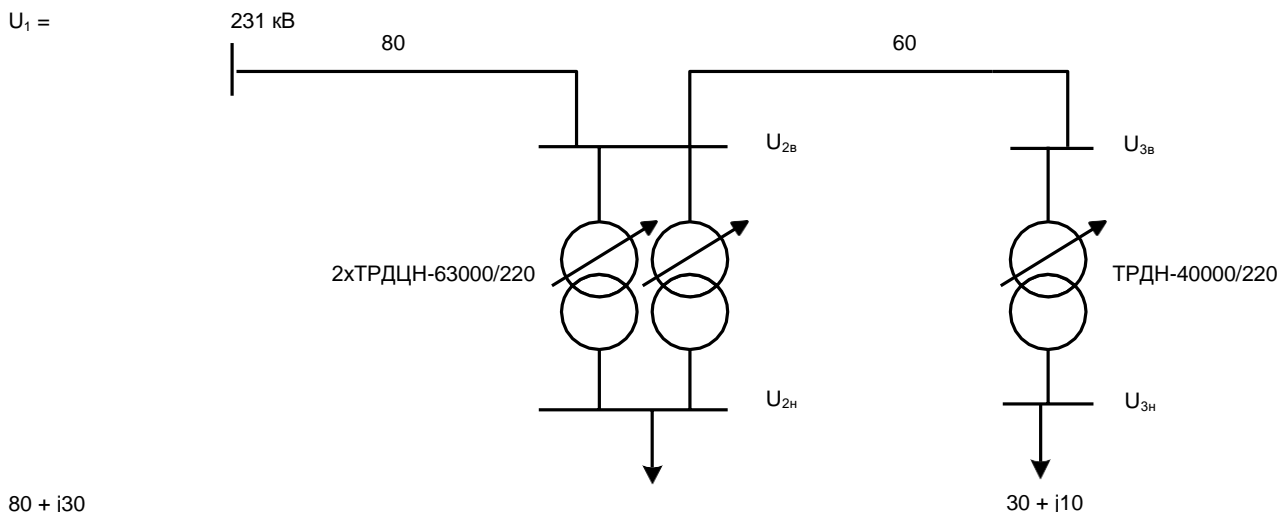
$U_A = 37 \text{ кВ}$



Задача № 15.

1. Проверить требование надежности схемы электроснабжения.
2. Определить напряжение на низкой стороне подстанции 3 – $U_{3н}$. (без учета потерь мощности).

Нагрузки в МВА, длины в км, г. Уссурийск, ж/б опоры, I - II район погололеду.

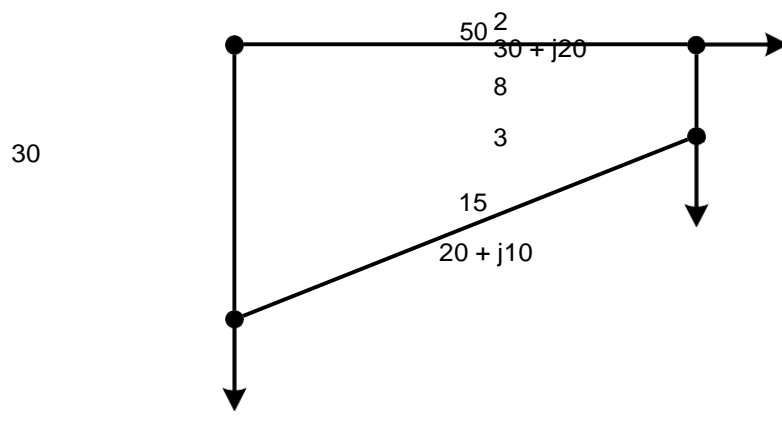


Задача № 16.

Составить схему замещения и определить её параметры.

Нагрузки в МВА, длины в км, Томская область, стальные опоры, Шрайон по гололеду.

$U_1 = 115 \text{ кВ}$



Примечание: В точках 2, 3 и 4 – двухтрансформаторные подстанции с нагрузкой на низкой стороне, указанной в схеме.

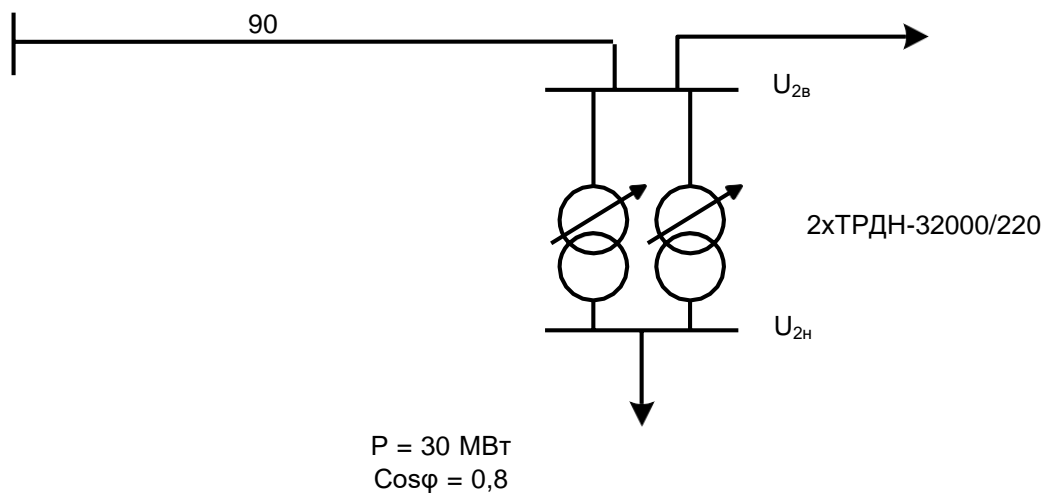
Необходимо выбрать трансформаторы и рассчитать приведенные нагрузки.

Задача № 17.

Выбрать регулировочное ответвление трансформаторов на подстанции 2, обеспечивающее встречное регулирование напряжения в режиме наибольших нагрузок.

Московская область, стальные опоры, I – II район по гололеду.

$U_1 = 239 \text{ кВ}$



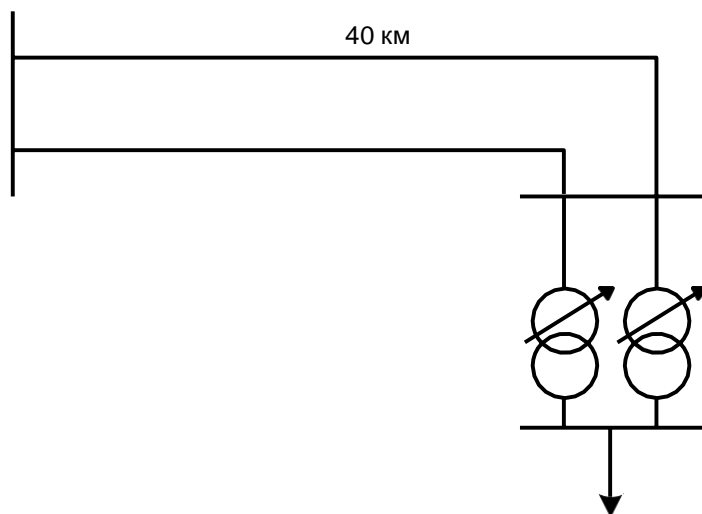
Задача № 18.

1. Рассчитать рабочий режим в два этапа.
 2. Обеспечить качественное напряжение на низкой стороне подстанции.
- Новосибирская область, ж/б опоры, I – II район по гололеду.

$$U_1 = 119 \text{ кВ}$$

$$U_{2в}$$

$$U_{2н}$$



$$P = 20 \text{ МВт}$$

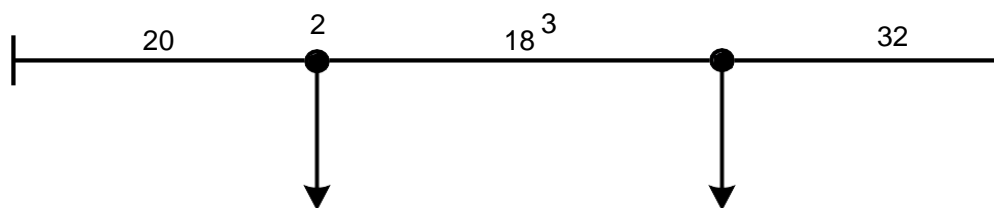
$$\cos\varphi = 0,82$$

Задача № 19.

Рассчитать параметры схемы замещения.

Хабаровский край, стальные опоры, I – II район по гололеду.

1



$$U_1 = U_4 = 115 \text{ кВ}$$

$$P_2 = 30 \text{ МВт}$$

$$\cos\varphi = 0,7$$

$$P_3 = 24 \text{ МВт}$$

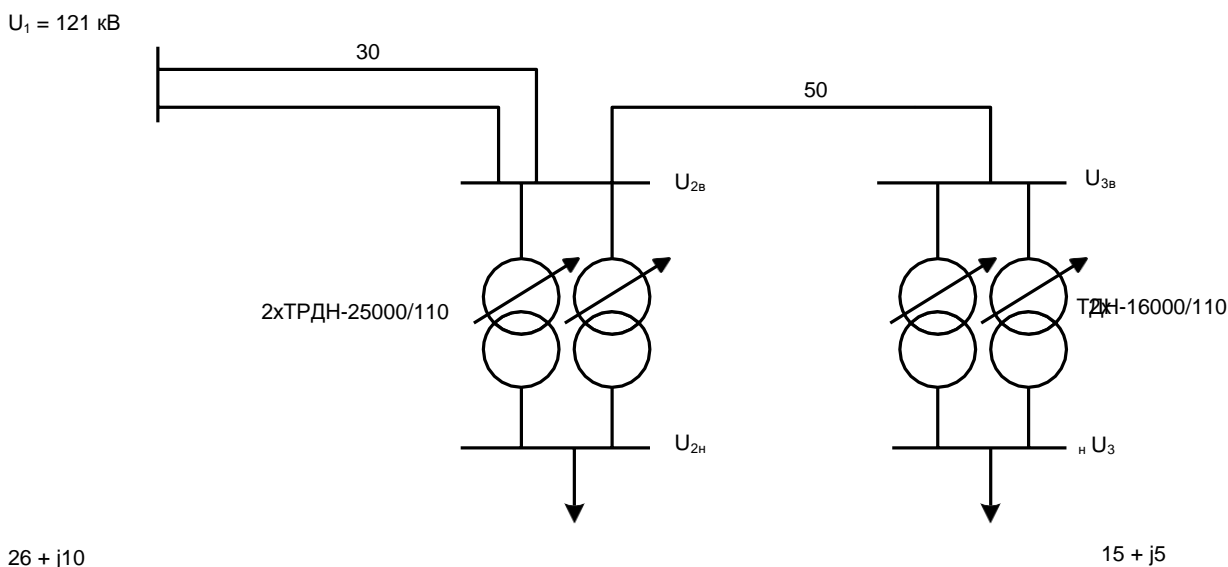
$$\cos\varphi = 0,82$$

Примечание: В точках 2, 3 и 4 – двухтрансформаторные подстанции с нагрузкой на низкой стороне, указанной в схеме.

Необходимо выбрать трансформаторы и рассчитать приведенные нагрузки.

Задача № 20.

Определить напряжение на низкой стороне подстанции 2. Нагрузки в МВА, длины в км, Хабаровский край, стальные опоры, I – II район по гололеду.



Примечание: Полный комплект задач хранится на кафедре Электроэнергетикии электротехники.

Критерии оценки контрольной работы:

✓ 10 баллов выставляется студенту, если студент правильно составил электрическую схему и схему замещения питающей сети. Правильно выбрал и проверил элементы электрической сети. Правильно использовал формулы из теоретического материала. Правильно выполнил расчёт режима питающей сети. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

✓ 8 баллов – выставляется студенту, если студент правильно составил электрическую схему и схему замещения питающей сети. Правильно выбрал и проверил элементы электрической сети. Правильно использовал формулы из теоретического материала. Правильно выполнил расчёт режима питающей сети. Допущено не более 1 ошибки при расчёте. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

✓ 6 баллов – выставляется студенту, если студент правильно составил

электрическую схему и схему замещения питающей сети. Правильно выбрал и проверил элементы электрической сети. Правильно использовал формулы из

теоретического материала. Правильно выполнил расчёт режима питающей сети. Допущено не более 2 ошибок при расчёте. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

✓ 5 баллов –выставляется студенту, если студент правильно составил электрическую схему и схему замещения питающей сети. Правильно выбрал и проверил элементы электрической сети. Правильно использовал формулы из теоретического материала. Правильно выполнил расчёт режима питающей сети. Допущено три или более трёх ошибок в схеме замещения и расчёта. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

Тесты для текущего контроля Раздел 1 «Расчёт режима разомкнутой сети»

Вопрос 1. Назначение линий связи сверхвысокого напряжения. Найдите неправильный ответ.

1. Для перетоков активной мощности при ее дефиците в энергосистеме.
2. Для поддержания номинальной частоты в энергосистеме.
3. Для перетоков реактивной мощности при ее дефиците в энергосистеме.
4. Для повышения надежности электроснабжения электроприемников в энергосистеме.

Вопрос 2. Основные функции Бурейской ГЭС в ОЭС Дальнего Востока.

Найти неправильный ответ.

1. Участие в регулировании частоты и мощности энергосистемы.
2. Участие в покрытии пиковой части суточного графика нагрузки.
3. Аварийный резерв энергосистемы.
4. Покрытие дефицита реактивной мощности в энергосистеме.

Вопрос 3. Классификация электрических сетей по выполняемым функциям. Найти неправильный ответ.

1. Системообразующие, питающие, распределительные.
2. Сельские, городские, промышленные.
3. Питающие, распределительные, местные.
4. Распределительные, сельские, воздушные.

Вопрос 4.

Согласно ПУЭ все электроприемники по надежности разделяются на категории.

1. Первая, вторая.
2. Первая, вторая, третья.
3. Первая, вторая, третья, особая.
4. Первая, вторая, нулевая.

Вопрос 5. Элементы воздушной линии. Найти наиболее полный ответ.

1. Опоры, провода, изоляторы.
2. Опоры, провода, изоляторы, муфты.
3. Опоры, провода, изоляторы, арматура.
4. Опоры, провода, концевые заделки, изоляторы.

Вопрос 6. Элементы кабельной линии.

1. Кабель, стопорные и соединительные муфты, концевые заделки.
2. Кабель, зажимы, муфты.
3. Кабель, заземлитель, концевые заделки.
4. Кабель, грозозащитный трос, муфты.

Вопрос 7. Проводниковый материал проводов и кабелей.

1. Медь, алюминий, сплав алюминия, сталь.
2. Медь, цинк, свинец, алюминий.
3. Медь, алюминий, сплав цинка, сталь.
5. Медь, медь посеребренная, алюминий.

Вопрос 8. Параметры схемы замещения линии электропередачи 110 кВ.

1. R , x , b , g .
2. R , x .
3. R , x , Q_C .
4. R , x , g .

Вопрос 9. Параметры схемы замещения автотрансформатора. R_B , X_B , R_H , X_H , R_K , $I_X\%$.

1. $R_B, X_B, R_C, X_C, R_H, X_H, \Delta P_X, \Delta Q_X$.
2. $R_B, R_C, R_H, \Delta P_X, \Delta Q_X$.
3. $R_B, X_B, R_C, X_C, R_H, X_H, P_K, I_X\%$.

Вопрос 10. Что такое зарядная мощность воздушной линии электропередачи.

1. Потери реактивной мощности.
2. Мощность, генерируемая воздушной линией.
3. Потери на «корону».
4. Утечки через изоляцию.

Вопрос 11. От чего зависит R линии электропередачи.

1. Сечения проводника, напряжения и длины линии.
2. Материала проводника, тока, напряжения.
3. Сечения проводника, проводникового материала, длины линии.
4. Напряжения, проводникового материала, длины линии.

Вопрос 12. Что называется расчетной нагрузкой.

1. Нагрузка на низкой стороне подстанции.
2. Нагрузка на высокой стороне подстанции.
3. Наибольшая полная мощность за время 30 минут в конце расчетного периода.
4. Наибольшее значение мощности в суточном графике.

Вопрос 13. Что такое приведенная нагрузка.

1. Нагрузка потребителя на низкой стороне подстанции.
2. Нагрузка потребителя, приведенная к шинам высокого напряжения подстанции.
3. Нагрузка потребителей первой и второй категорий надежности.
4. Мощность трансформатора на подстанции.

Вопрос 14. Расчет режима электрической сети в два этапа.

1. От начала к концу схемы и от конца к началу – расчет напряжений в узлах.
2. От конца к началу – расчет потерь мощности, от начала к концу – расчет напряжений в узлах.
3. От начала к концу – расчет потерь мощности и падения напряжения.
4. От конца к началу – расчет потерь мощности и падения напряжения.

Вопрос 15. Методы регулирования напряжения у потребителя.

1. УПК, ПБВ, АВР.
2. РПН, УПК, АЧР.

3. УПК, РПН, поперечная компенсация.
4. УПК, РПН, АРВ.

Вопрос 16. Необходимость поддержания в энергосистеме баланса активной мощности.

1. Поддерживается номинальным напряжением.
2. Поддерживается номинальной реактивной мощностью.
3. Поддерживается номинальной частотой.
4. Поддерживается номинальной полной мощностью.

Вопрос 17. Необходимость поддержания в энергосистеме баланса реактивной мощности.

1. Поддерживается номинальной частотой.
2. Поддерживается номинальной активной мощностью.
3. Поддерживается номинальным напряжением.
4. Поддерживается номинальной полной мощностью.

Вопрос 18. Конструктивные особенности проводов марки АС.

1. Внешняя скрутка из алюминиевых проволок для протекания тока, внутренняя – из стальных для механической прочности.
2. Внешняя скрутка из стальных проволок для протекания тока, внутренняя – из алюминиевых для механической прочности.
3. Полый проводник.
4. Провод из сплава алюминия и стали.

Вопрос 19. Главное конструктивное отличие кабелей напряжением 10 кВ от кабелей напряжением 35 кВ.

1. На 35 кВ отсутствует герметичная оболочка.
2. На 35 кВ каждая фаза в своей герметичной оболочке.
3. На 10 кВ отсутствует броня.
4. На 35 кВ отсутствует броня.

Вопрос 20. Как снизить потери мощности на «корону» в воздушной линии электропередачи.

1. Увеличить диаметр провода.
2. Уменьшить диаметр провода.
3. Увеличить расстояния между фазами.
4. Уменьшить расстояния между фазами.

Вопрос 21. От чего зависят потери мощности в линии.

1. От напряжения и длины передачи.
2. От передаваемой мощности, длины линии, напряжения передачи.

3. От протекающей мощности, параметров схемы замещения ВЛ, напряжения передачи.

4. От протекающей мощности, активного сопротивления линии, напряжения передачи.

Вопрос 22. От чего зависят потери мощности в трансформаторе.

1. От номинальной мощности трансформатора, параметров схемы замещения трансформатора.

2. От мощности потребителя, параметров схемы замещения трансформатора и напряжения обмотки высокого напряжения.

3. От номинальной мощности трансформатора, параметров схемы замещения трансформатора, напряжения высокой обмотки

4. От мощности потребителя, параметров схемы замещения трансформатора.

Вопрос 23. В чем состоит различие между падением и потерей напряжения.

1. Потери напряжения в линиях, а падение напряжения в трансформаторах.

2. В первом случае - векторная разница между напряжением начала и конца линии, а во втором – скалярная.

3. Потери напряжения – в продольной части ВЛ, падение – в поперечной.

4. Потери напряжения – в поперечной части схемы замещения ВЛ, падение – в продольной.

Вопрос 24. Как рассчитать напряжение на стороне НН подстанции.

1. Сначала U_B , затем U_H .

2. Сначала U_H , затем U_B .

3. Через коэффициент трансформации.

4. Разделить U_B на коэффициент трансформации.

Вопрос 25. Какие допущения применяют при расчете распределительных сетей $U_H \leq 35$ кВ.

1. Не учитываются X_L и Q_C .
2. Не учитывают Q_C , ΔS_X , δU .
3. Не учитывают Q_C , δU .
4. Не учитывают B_L , X_L , ΔS_X .

Вопрос 26. Что понимается под резервом активной мощности энергосистемы.

1. Установка дополнительных генераторов.
2. Наличие «холодного» и «горячего» резерва.
3. Компенсация реактивной мощности.
4. Продольная компенсация.

Вопрос 27. Активную мощность в основном потребляют:

1. Электроприемники жилого сектора.
2. Воздушные линии, трансформаторы.
3. Генераторы, батареи конденсаторов.
4. Синхронные двигатели, батареи конденсаторов.

Вопрос 28. Реактивную мощность в основном потребляют:

1. Генераторы, синхронные компенсаторы.
2. Батареи конденсаторов, лампы накаливания.
3. Воздушные линии, трансформаторы, асинхронные двигатели.
4. Асинхронные и синхронные двигатели

Вопрос 29. Источники реактивной мощности.

1. Трансформаторы, воздушные линии.
2. Генераторы, синхронные двигатели, батарея конденсаторов.
3. Генераторы, асинхронные двигатели, батарея конденсаторов.
4. Генераторы, трансформаторы, асинхронные двигатели.

Вопрос 30. В каком документе нормируются показатели качества электроэнергии.

1. ПУЭ, 7-ое издание.
2. ВСН 59-88
3. ГОСТ – 32144-2013
4. ГОСТ- 13109-97

Вопрос 31. Составляющие капитальных вложений на 1 км воздушной линии.

1. Проектирование, провода, опоры, изоляторы, сцепная арматура, приобретение, транспортировка и монтаж оборудования.
2. Проектирование, подъездные дороги, монтаж оборудования, кабели.

3. Провода, опоры, сцепная арматура.
4. Вырубка просеки, подъездные дороги, муфты.

Вопрос 32. Составляющие эксплуатационных затрат на эксплуатацию электрических сетей.

1. На амортизацию, ремонт, заработную плату персонала, компенсацию потерь электроэнергии.
2. На амортизацию и ремонт подстанций, заработную плату персонала.
3. На эксплуатацию воздушной линии и подстанций, заработную плату персонала.
4. На эксплуатацию воздушной линии.

Вопрос 33. Что такое приведенные затраты.

1. $Z = K + p_H I$
2. $Z = K + I$
3. $Z = p_H K + I$
4. $Z = p_H (K + I)$

Вопрос 34. От каких факторов зависит $j_{ЭК}$.

1. T_M, R, U .
2. $T_M, p_H, \alpha_{Э}, R$.
3. $T_M, \alpha_{Э}, R$.
4. $B, \tau_M, \alpha_{Э}, p_H, C_0$.

Вопрос 35. Какую информацию учитывает метод выбора сечений проводов по экономическим интервалам мощности.

1. Напряжение, количество цепей в линии, район по гололеду.
2. Материал опор, количество цепей в линии, район по гололеду.
3. Напряжение, материал опор, количество цепей в линии, район по гололеду, переток активной мощности на участке линии.
4. Материал опор, район по гололеду, переток активной мощности.

Вопрос 36. В чем заключается проверка сечений проводов по допустимому длительному току.

1. Сравнение рабочего тока с длительно допустимым.
2. Сравнение расчетного тока с длительно допустимым.
3. Сравнение аварийного тока с длительно допустимым.
4. Сравнение мгновенного тока с длительно допустимым.

Вопрос 37. Чем определяется выбор экономичного напряжения.

1. Длиной передачи, районом по гололеду.

2. Длиной передачи и передаваемой активной мощности.
3. Длиной передачи и передаваемой полной мощности.
4. Длиной передачи и передаваемой реактивной мощности.

Вопрос 38. Схемы соединения сетей для электроприемников 1 и 2 категорий. Найти неверный ответ.

1. Замкнутые.
2. Разомкнутые резервированные.
3. Сложнозамкнутые.
4. Разомкнутые нерезервированные.

Вопрос 39. Что понимают под термином «технические» потери электроэнергии.

1. Потери электроэнергии в результате хищений.
2. Потери электроэнергии, рассчитанные с учетом параметров схемы замещения элементов сети.
3. Потери электроэнергии в асинхронных двигателях.
4. Зарядная мощность линии.

Вопрос 40. Методы снижения потерь электроэнергии. Найти неверный ответ.

1. Переход на следующий класс напряжения.
2. Увеличение сечения проводов.
3. Использование УПК.
4. Использование АВР.

Вопрос 41. Назначение анкерной опоры ВЛ.

1. Поддерживать провод в зажиме.
2. Держать провод в зажиме.
3. Менять местами фазы проводов.
4. Переход через препятствия на местности.

Вопрос 42. Глубина траншеи для прокладки кабеля напряжением 0,38 кВ.

1. 1,5 м.
2. 2,0 м.
3. 0,8 м.
4. 2,5 м.

Вопрос 43. Очередность покровов в кабеле напряжением 0,38 кВ, накладываемых на жилу.

1. Фазная изоляция, оболочка, защитный покров, броня.
2. Фазная и поясная изоляция, оболочка, броня, защитный покров.
3. Фазная изоляция, броня, защитный покров.
4. Фазная изоляция, оболочка, защитный покров.

Вопрос 44. Максимальное количество кабелей, прокладываемых в одной траншее.

1. Два.
2. Три.
3. Четыре.
4. Шесть.

Вопрос 45. Достоинства изолированных проводов СИП.

1. Отсутствие траверс и изоляторов, уменьшение безопасных расстояний от зданий и сооружений, снижение эксплуатационных затрат.
2. Снижение индуктивного сопротивления, увеличение зарядной мощности, исключение междуфазных коротких замыканий.
3. Отсутствие замен изоляторов, повышение надёжности электроснабжения, снижение активного сопротивления линии.
4. Простота конструктивного исполнения СИП, наличие изоляции на токоведущих жилах, практическое отсутствие гололёда, снижение зарядной мощности.

Вопрос 46. Возможное количество проводов в конструкции СИП. (Найти неправильный ответ).

1. Один.
2. Два.
3. Три.
4. Пять.

Вопрос 47. Назначение церезина в конструкции кабелей с бумажной изоляцией.

1. Для исключения маслоканифольного пропиточного состава.
2. Для создания не стекающего состава.
3. Для замены масла в бумажной изоляции.
4. Для усиления изоляционных свойств бумажной изоляции.

Вопрос 48. Какие материалы используются для изоляции в кабелях.

1. Масло, поливинилхлорид, резина.
2. Элегаз, алюминий.
3. Сшитый полиэтилен, медь, бумага.
4. Свинец, сшитый полиэтилен, масло.

Вопрос 49. Применение какого типа ВЛ существенно увеличивает пропускную способность воздушной линии.

1. Двухцепная линия.
2. ДКВЛ.
3. МВДТ.
4. ГИЛ.

Вопрос 50. Наименьшие затраты на прокладку кабеля.

1. В туннеле.
2. В коллекторе.
3. В траншее.
4. В блоках.

Тесты для текущего контроля

Раздел 2 «Встречное регулирование», «Технико-экономические расчеты в энергетике»

Билет 1

Составляющие капитальных вложений на 1 км воздушной линии.

1. Проектирование, провода, опоры, изоляторы, сцепная арматура, приобретение, транспортировка и монтаж оборудования.
2. Проектирование, подъездные дороги, монтаж оборудования, кабели
3. Провода, опоры, сцепная арматура.
4. Вырубка просеки, подъездные дороги, муфты

Билет 2

Составляющие эксплуатационных затрат на эксплуатацию электрических сетей.

5. На амортизацию, ремонт, заработную плату персонала, компенсацию потерь электроэнергии.
6. На амортизацию и ремонт подстанций, заработную плату персонала.
7. На эксплуатацию воздушной линии и подстанций, заработную плату персонала.
8. На эксплуатацию воздушной линии.

Билет 3

Что такое приведенные затраты.

5. $Z = K + p_H I$
6. $Z = K + I$
7. $Z = p_H K + I$
8. $Z = p_H (K + I)$

Билет 4

От каких факторов зависит $j_{ЭК}$.

5. T_M, R, U .
6. $T_M, p_H, \alpha_{Э}, R$.
7. $T_M, \alpha_{Э}, R$.
8. $V, \tau_M, \alpha_{Э}, p_H, C_0$.

Билет 5.

Чем определяется выбор экономического напряжения.

5. Длиной передачи, районом по гололеду.
6. Длиной передачи и передаваемой активной мощности.
7. Длиной передачи и передаваемой полной мощности.
8. Длиной передачи и передаваемой реактивной мощности.

Билет 6.

Схемы соединения сетей для электроприемников 1 и 2 категорий. Найдите неверный ответ.

5. Замкнутые.
6. Разомкнутые резервированные.
7. Сложнозамкнутые.

8. Разомкнутые нерезервированные.

Билет 7

Что понимают под термином «технические» потери электроэнергии.

5. Потери электроэнергии в результате хищений.
6. Потери электроэнергии, рассчитанные с учетом параметров схемы замещения элементов сети.
7. Потери электроэнергии в асинхронных двигателях.
8. Зарядная мощность линии.

Билет 8

От чего зависят потери на «корону».

1. От климатических условий.
2. От климатических условий, напряжения, сечения провода.
3. Сечения провода, напряжения.
4. Длины линии и напряжения.

Билет 9

Что даёт расщепление проводов.

1. Увеличение сечения проводника, уменьшение активного сопротивления линии.
2. Снижение массы проводника, снижение индуктивного сопротивления линии.
3. Увеличение напряжения, увеличение пропускной способности линии.
4. Увеличение напряжения, снижение пропускной способности линии.

Билет 10

Какие кабели можно прокладывать в земле.

1. АВВГ, АСБ.
2. АВВБ, ААБ, ААШВ.
3. ААБ, АВВГ.
4. ААБ, АСБ, АВВГ.

Билет 11

Какие кабели можно прокладывать при перепаде высот более 20 метров.

1. ААБ, АВВБ.
2. АП_ВВ_{2г}, ЦААБ, АСБ-В.
3. АВВБ, ААБ, ААШ_В
4. ААБ, АСБ, АВВГ.

Билет 12

Какие кабели можно прокладывать при перепаде высот более 20 метров.

1. ЦААБ, АВВБ, АСБ.
2. АП_ВВ_{2г}, ЦААБ, АСБ-В.
3. АВВБ, ААБ, ААШ_В, АСБ-В.
4. ААБ, АСБ, АВВГ.

Билет 13

Элементы кабельной линии.

1. Кабель, соединительные муфты, стопорные муфты, зажимы.
2. Кабель, соединительные муфты, зажимы, концевые муфты.
3. Кабель, соединительные муфты, стопорные муфты, концевые заделки.
4. Кабель, концевые муфты, стопорные муфты, зажимы.

Билет 14

Покровы по токоведущей жиле в кабеле.

1. Фазная изоляция, герметичная оболочка, броня, защитный покров.
2. Защитный покров, фазная изоляция, герметичная оболочка, броня.
3. Фазная изоляция, герметичная оболочка, броня, защитный покров.
4. Герметичная оболочка, фазная изоляция, броня, защитный покров.

Билет 15

Изоляционный материал в кабелях.

1. Бумага, масло, церезин, бакелит.
2. Бумага, масло, поливинилхлорид, церезин, бакелит.
3. Бумага, масло, поливинилхлорид, резина, сшитый полиэтилен.

4. Бумага, масло, церезин, бакелит, сшитый полиэтилен.

Билет 16

Сколько кабелей необходимо проложить к объекту 1 категории надёжности.

1. Один.
2. Два.
3. Три.
4. Четыре.

Билет 17

Сколько кабелей необходимо проложить к объекту 2 категории надёжности.

1. Один.
2. Два.
3. Три.
4. Четыре.

Билет 18

Сколько кабелей необходимо проложить к объекту 3 категории надёжности.

1. Один.
2. Два.
3. Три.
4. Четыре.

Билет 19

Сколько кабелей необходимо проложить к объекту 0 категории надёжности?

1. Один.
2. Два.
3. Три.
4. Четыре.

Билет 20

Сколько кабелей максимально можно проложить в одной траншее.

1. Один.
2. Два
3. Четыре.

4. Шесть.

Билет 21

Что такое τ_M .

1. Время максимальной нагрузки.
2. Время использования максимальной нагрузки.
3. Время максимальных потерь.
4. Время эксплуатации ВЛ.

Билет 22

Что такое T_M .

1. Время максимальной нагрузки.
2. Время использования максимальной нагрузки.
3. Время максимальных потерь.
4. Время эксплуатации ВЛ.

Билет 23

Что такое приведенные затраты.

1. Приведённые к одному месяцу.
2. Приведённые к одному году.
3. Приведённые к десяти годам.
4. Приведённые к пяти годам.

Билет 24

Чему равен нормативный коэффициент экономической эффективности в приведённых затратах.

1. 0,1
2. 0,12
3. 0,15
4. 0,17

Билет 25

Формула потерь электроэнергии в трансформаторе.

1. $\Delta W = \Delta P_H * 8760$
2. $\Delta W = \Delta P_H * \tau_M + \Delta P_X * 8760$
3. $\Delta W = \Delta P_X * 8760$
4. $\Delta W = (\Delta P_H + \Delta P_X) * 8760$

Билет 26

Методы регулирования напряжения на низкой стороне подстанции.

1. Продольная компенсация, компенсация зарядной мощности.
2. Поперечная компенсация, компенсация нагрузки.
3. Продольная компенсация, поперечная компенсация, встречное

Билет 27.

Какие устройства применяются для регулирования напряжения на низкой стороне подстанции.

1. Синхронный двигатель, асинхронный двигатель.
2. Синхронный компенсатор, РПН, ПБВ.
3. Асинхронный двигатель, РПН, ПБВ.

Билет 28

На какой стороне трансформатора установлен РПН.

1. На высокой стороне трансформатора.
2. На низкой стороне трансформатора.
3. На высокой и низкой стороне трансформатора.

Билет 29.

В каких двухобмоточных трансформаторах используется устройство ПБВ.

1. В трансформаторах с высоким напряжением 220 кВ.
2. В трансформаторах с высоким напряжением 110 кВ.
3. В трансформаторах с высоким напряжением 35 кВ.
4. В трансформаторах с высоким напряжением 10 кВ.

Билет 30

Что из себя представляет устройство ПБВ.

1. Дополнительные резисторы в трансформаторе.
2. Дополнительные витки в трансформаторе.
3. Дополнительная ёмкость в трансформаторе.

Билет 31

Что из себя представляет устройство РПН.

1. Дополнительные резисторы в трансформаторе.
2. Дополнительные витки в трансформаторе.
3. Дополнительная ёмкость в трансформаторе.

Билет 32

Что такое регулировочное ответвление трансформатора.

1. Дополнительные витки в обмотке высокого напряжения.
2. Дополнительные витки в обмотке низкого напряжения.
3. Дополнительные витки в обмотке высокого и низкого напряжения.

Билет 33

В каких пределах допускается отклонение напряжения по ГОСТ Р 54149-2010.

1. $\pm 5\%$.
2. $\pm 10\%$.
3. $\pm 5\% - \pm 10\%$.
4. $\pm 15\%$.

Билет 34

Что такое продольная компенсация в электрической сети.

1. Уменьшение активного сопротивления сети.
2. Уменьшение индуктивного сопротивления сети.
3. Уменьшение активного и индуктивного сопротивления сети.
4. Уменьшение емкостной проводимости сети.

Билет 35

Что такое поперечная компенсация в электрической сети.

1. Уменьшение активного сопротивления сети.
2. Уменьшение индуктивного сопротивления сети.
3. Уменьшение активного и индуктивного сопротивления сети.
4. Уменьшение передаваемой реактивной нагрузки в сети.

Билет 36

Что такое компенсация реактивной мощности в электрической сети.

1. Уменьшение активного сопротивления сети.
2. Уменьшение индуктивного сопротивления сети.
3. Уменьшение активного и индуктивного сопротивления сети.
4. Уменьшение передаваемой реактивной нагрузки в сети.

Билет 37

Каковы последствия компенсации реактивной мощности в электрической сети.

1. Увеличивается пропускная способность линии электропередачи.
2. Уменьшается передача активной мощности в сети.
3. Уменьшается длина электрической сети.

Билет 38

Источники реактивной мощности.

1. Генераторы, трансформаторы, кабели.
2. Генераторы, синхронные компенсаторы, батареи конденсаторов.
3. Трансформаторы, генераторы, воздушные линии.

Билет 39

Максимальное количество кабелей в одной траншее.

1. Один.
2. Два.
3. Четыре.
4. Шесть.

Билет 40

Глубина траншеи при прокладке кабелей 10 кВ.

1. 0,5 метра
2. 1 метр
3. 1,5 метра
4. 2 метра

Билет 41

Рассчитать годовые потери электроэнергии в двухцепной ВЛ 110 кВ длиной 80 км с нагрузкой $84 + j18$ МВ*А в СЭС Приморского края.

$T_M = 4500$ час.

1. $46 \cdot 10^6$ кВт*ч.
2. $8,46 \cdot 10^6$ кВт*ч.
3. $10,21 \cdot 10^6$ кВт*ч
4. $3,12 \cdot 10^6$ кВт*ч.

Билет 42

Рассчитать годовые потери электроэнергии в двухцепной ВЛ 110 кВ длиной 80 км с нагрузкой $110 + j22$ МВ*А в СЭС Приморского края.

$T_M = 4700$ час.

1. $46 \cdot 10^6$ кВт*ч.
2. $8,46 \cdot 10^6$ кВт*ч.
3. $15,43 \cdot 10^6$ кВт*ч
4. $3,12 \cdot 10^6$ кВт*ч.

Билет 43

Рассчитать годовые потери электроэнергии в двухцепной ВЛ 220 кВ длиной 80 км с нагрузкой $110 + j22$ МВ*А в СЭС Приморского края.

$T_M = 4700$ час.

1. $46 \cdot 10^6$ кВт*ч.
2. $8,46 \cdot 10^6$ кВт*ч.
3. $10,21 \cdot 10^6$ кВт*ч
4. $1,93 \cdot 10^6$ кВт*ч.

Билет 44

Рассчитать годовые потери электроэнергии в двухцепной ВЛ 110 кВ длиной 43 км с нагрузкой $82 + j28$ МВ*А в г.Находке Приморского края.

$T_M = 4700$ час.

1. $46 \cdot 10^6$ кВт*ч.
2. $8,46 \cdot 10^6$ кВт*ч.
3. $5,64 \cdot 10^6$ кВт*ч
4. $1,93 \cdot 10^6$ кВт*ч.

Билет 45

Рассчитать годовые потери электроэнергии в двухцепной ВЛ 220 кВ длиной 43 км с нагрузкой $82 + j28$ МВ*А в г.Находке Приморского края.

$$T_M = 5100 \text{ час.}$$

1. $7,04 \cdot 10^6$ кВт*ч.
2. $8,46 \cdot 10^6$ кВт*ч.
3. $5,64 \cdot 10^6$ кВт*ч
4. $1,93 \cdot 10^6$ кВт*ч.

Билет 46

Рассчитать годовые потери электроэнергии в двухцепной ВЛ 110 кВ длиной 37 км с нагрузкой $94 + j20$ МВ*А в г.Уссурийске Приморского края. T_M

$$= 5700 \text{ час.}$$

1. $7,15 \cdot 10^6$ кВт*ч.
2. $8,46 \cdot 10^6$ кВт*ч.
3. $5,64 \cdot 10^6$ кВт*ч
4. $1,93 \cdot 10^6$ кВт*ч.

Билет 47

Рассчитать годовые потери электроэнергии в двухцепной ВЛ 220 кВ длиной 37 км с нагрузкой $94 + j20$ МВ*А в г.Уссурийске Приморского края. T_M

$$= 5700 \text{ час.}$$

1. $7,15 \cdot 10^6$ кВт*ч.
2. $0,89 \cdot 10^6$ кВт*ч.
3. $5,64 \cdot 10^6$ кВт*ч
4. $1,93 \cdot 10^6$ кВт*ч.

Билет 48

Рассчитать годовые потери электроэнергии в двухцепной ВЛ 220 кВ длиной 70 км с нагрузкой $120 + j30$ МВ*А в г.Уссурийске Приморского края. $T_M = 5700$ час.

1. $7,15 \cdot 10^6$ кВт*ч.
2. $0,89 \cdot 10^6$ кВт*ч.

3. $2,96 \cdot 10^6$ кВт*ч

4. $1,93 \cdot 10^6$ кВт*ч.

Билет 49

Рассчитать годовые потери электроэнергии в двухцепной ВЛ 220 кВ длиной 140 км с нагрузкой $190 + j32$ МВ*А в ЦЭС Приморского края.

$T_M = 5700$ час.

1. $7,15 \cdot 10^6$ кВт*ч.

2. $14,39 \cdot 10^6$ кВт*ч.

3. $5,64 \cdot 10^6$ кВт*ч

4. $1,93 \cdot 10^6$ кВт*ч.

Билет 50

Рассчитать годовые потери электроэнергии в двухцепной ВЛ 220 кВ длиной 180 км с нагрузкой $190 + j32$ МВ*А в ЦЭС Приморского края.

$T_M = 6200$ час.

1. $20,08 \cdot 10^6$ кВт*ч.

2. $0,89 \cdot 10^6$ кВт*ч.

3. $5,64 \cdot 10^6$ кВт*ч

4. $1,93 \cdot 10^6$ кВт*ч.

Критерии оценки промежуточного тестирования

Цель тестов – определение уровня усвоения студентами знаний по вопросам электрических сетей в соответствии с учебной программой при проведении промежуточной аттестации.

Содержание тестов. В соответствии с учебной рабочей программой тесты соответствуют разделам дисциплины «Электроэнергетические системы и сети»:

1. Конструкции кабельных и воздушных линий.
2. Схемы замещений воздушных линий и трансформаторов и их

параметры.

3. Расчёт режимов разомкнутых электрических сетей.
4. Расчёт режимов замкнутых электрических сетей.
5. Методы регулирования напряжения.
6. Встречное регулирование.
7. Техничко-экономические расчёты в электрических сетях.

Структура тестов. В каждом из указанных разделов выделяется по несколько тем, в соответствии с которыми формируются тесты. К каждому вопросу дается по четыре ответа, один из которых может быть правильным или, наоборот, три вопроса могут быть верными и только один неправильный.

Условия применения. Для проверки знаний для промежуточной аттестации студент получает 8 вопросов (билетов). Два билета содержат небольшое расчётное задание, ответ на которое необходимо подтвердить соответствующими расчётами. Правильный ответ (с предоставленным расчётом) оценивается в 2 балла. Остальные 6 билетов требуют выбора правильного ответа, который оценивается в 1 балл. В итоге студент может

набрать 10 баллов. Билеты формируются из вопросов по всем пройденным разделам курса. Проверка знаний на экзамене по этим билетам не производится.

Для ответа на все вопросы студенту предоставляется 20-25 минут.