

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 23.08.2022 11:19:29
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной работе
Пятигорского института (филиал) СКФУ
М.В. Мартыненко
«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
«Электроэнергетические системы и сети»

Направленность (профиль)

**Передача и распределение электрической энергии в
системах электроснабжения**

Форма обучения

заочная

Год начала обучения

2022 г

Реализуется в 5,6 семестре

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

1. Назначение фонда оценочных средств – комплекта методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательных программ, рабочих программ дисциплин.

2. ФОС является приложением к программе дисциплины «Электроэнергетические системы и сети».

3. Разработчик Ростова А.Т. – профессор кафедры физики, электротехники и электроэнергетики

4. Проведена экспертиза ФОС.

Члены экспертной группы:

Председатель	Масютина Г.В. – зав. кафедрой физики, электротехники и электроэнергетики (Ф.И.О., должность)
Члены комиссии:	Ростова А.Т. – профессор кафедры физики, электротехники и электроэнергетики (Ф.И.О., должность)
	Колесников Г.Ю. – доцент кафедры физики, электротехники и электроэнергетики (Ф.И.О., должность)
Представитель организации-работодателя	Елисеев М.А. – главный энергетик ОАО «Пятигорский хлебокомбинат» (Ф.И.О., должность)

Экспертное заключение: фонд оценочных средств соответствует ОП ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и рекомендуется для оценивания уровня сформированности компетенций при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»

5. Срок действия ФОС определяется сроком реализации образовательной программы.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код оцениваемой компетенции, индикатора (ов)	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация	Тип контроля	Наименование оценочного средства
ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2}	1-35	Собеседование	Устный	Текущий	Вопросы к собеседованию
ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2}	1-35	Собеседование	Письменный	Текущий	Индивидуальные задания
ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2}	13-32	Собеседование	Письменный	Текущий	Комплект заданий для решения разноуровневых задач
ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2}	1-35	Защита курсового проекта	Письменный	Текущий (курсовой проект)	Оценочные средства для курсового проекта
ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-5 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2}	1-35	Экзамен		Промежуточный (экзамен)	Вопросы к экзамену

2. Описание показателей и критериев оценивания на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенции(ий), индикатора (ов)	Дескрипторы			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно)	Минимальный уровень (удовлетворительно)	Средний уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
Компетенция: ПК-1	3 балла	4 балла	5 баллов	

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Результаты обучения по дисциплине (модулю): Знает схемы и основное оборудование электрических сетей, простые конструкции электроэнергетических объектов питающих энергосистем. ИД-2ПК-1	Отсутствуют знания схем и основного оборудования электрических сетей, простые конструкции электроэнергетических объектов питающих энергосистем.	Демонстрирует уровень знаний, недостаточный для понимания схем и основного оборудования электрических сетей, простые конструкции электроэнергетических объектов питающих энергосистем.	Обладает базовыми знаниями схем и основного оборудования электрических сетей, простые конструкции электроэнергетических объектов питающих энергосистем.	Демонстрирует уверенные знания схем и основного оборудования электрических сетей, простые конструкции электроэнергетических объектов питающих энергосистем.
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Владеет методами выбора и составления схем электрических сетей, навыками типового проектирования электрических сетей и умением правильно выбирать электрические схемы с учетом особенностей их работы и требований потребителей. ИД-3ПК-1	Отсутствуют знания методов выбора и составления схем электрических сетей, навыки типового проектирования электрических сетей и умение правильно выбирать электрические схемы с учетом особенностей их работы и требований потребителей.	Демонстрирует уровень знаний, недостаточный для выбора и составления схем электрических сетей, навыков типового проектирования электрических сетей и умения правильно выбирать электрические схемы с учетом особенностей их работы и требований потребителей.	Обладает базовыми знаниями для выбора и составления схем электрических сетей, навыков типового проектирования электрических сетей и умения правильно выбирать электрические схемы с учетом особенностей их работы и требований потребителей.	Демонстрирует уверенные знания для выбора и составления схем электрических сетей, навыков типового проектирования электрических сетей и умения правильно выбирать электрические схемы с учетом особенностей их работы и требований потребителей.
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Умеет использовать основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач проектирования электрических сетей ИД-5ПК-1	Отсутствуют знания основ теории передачи и распределения электрической энергии для решения задач проектирования электрических сетей	Демонстрирует уровень знания основ теории передачи и распределения электрической энергии недостаточный для решения задач проектирования электрических сетей	Обладает базовыми знаниями основ теории передачи и распределения электрической энергии недостаточный для решения задач проектирования электрических сетей	Демонстрирует уверенные знания основ теории передачи и распределения электрической энергии недостаточный для решения задач проектирования электрических сетей
Компетенция: ПК-3	ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ			
Результаты обучения	Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6			
Результаты обучения	Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна			
Результаты обучения	Демонстрирует			
Результаты обучения	Обладает ба-			
Результаты обучения	Демонстриру-			

по дисциплине (модулю): Умеет обосновывать технические решения при разработке схем распределения и передачи электрической энергии. Владеет навыками расчета параметров электрооборудования систем электроснабжения ИД-1 _{ПК-2}	ния для обоснования технических решений при разработке схем распределения и передачи электрической энергии и навыки расчета параметров электрооборудования систем электроснабжения	уровень знаний, недостаточный для обоснования технических решений при разработке схем распределения и передачи электрической энергии и навыки расчета параметров электрооборудования систем электроснабжения	зовыми знаниями для обоснования технических решений при разработке схем распределения и передачи электрической энергии и навыки расчета параметров электрооборудования систем электроснабжения	ет уверенные знания для обоснования технических решений при разработке схем распределения и передачи электрической энергии и навыки расчета параметров электрооборудования систем электроснабжения
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Знает технические и экономические расчеты, современные аналитические методы комплексного инженерного анализа. Владеет навыками технико-экономических расчетов режимов работы систем электроснабжения. ИД-2 _{ПК-2}	Отсутствуют знания технических и экономических расчетов, современных аналитических методов комплексного инженерного анализа и навыки технико-экономических расчетов режимов работы систем электроснабжения	Демонстрирует, недостаточный уровень знаний технических и экономических расчетов, современных аналитических методов комплексного инженерного анализа и навыков технико-экономических расчетов режимов работы систем электроснабжения	Обладает базовыми знаниями технических и экономических расчетов, современных аналитических методов комплексного инженерного анализа и навыками технико-экономических расчетов режимов работы систем электроснабжения	Демонстрирует уверенные знания технических и экономических расчетов, современных аналитических методов комплексного инженерного анализа и навыки технико-экономических расчетов режимов работы систем электроснабжения

Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Рейтинговая оценка знаний студента

Рейтинговая оценка знаний студента ЗФО не предусмотрена.

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

Комплект заданий для контрольной работы

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Задание 1

Общая характеристика электрических систем и сетей

5

Вар.	0	ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	4	5	6	7	8	9
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6	8		8	9	11	12	13
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна							
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022			6					

Таблица 3

Коэффициент мощности

Вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\cos \varphi$	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89

Таблица 4

Число часов использования наибольшей нагрузки, час

Вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T_{max}	2600	3200	3600	4200	4700	5000	5300	5700	6000	6500

Таблица 5

Длина линии электропередач (ЛЭП), км

Вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

Пользуясь исходными данными, выполните расчёт заданной на рис. 1 электрической сети. Выполнить:

1. Выбор параметров элементов электрической сети.
2. Выбор и проверка сечения проводов линии электропередачи.
3. Выбор трансформаторов на подстанции.
4. Составление схемы замещения электрической сети и определение её параметров.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он своевременно выполнил работу, использовал актуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты, представил обоснование выбранной методики расчета; выбрал верную последовательность выполнения работы; произвел точные расчеты; предоставил обоснованные выводы по работе.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он своевременно выполнил работу; использовал достаточно актуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; представил верную методику расчета; выбрал верную последовательность выполнения работы; произвел точные расчеты; предоставил выводы по работе.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он выполнил работу не вовремя; использовал неактуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; представил верную методику расчета; выбрал верную последовательность выполнения работы; произвел неточные расчеты; не предоставил обоснованные выводы по работе.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он несвоевременно выполнил работу; использовал неактуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; выбрал неверную последовательность выполнения работы; произвел неточные расчеты со значительными ошибками; не предоставил обоснованные выводы по работе.

2. Описание шкалы оценивания

Рейтинговая оценка знаний студента ЗФО не предусмотрена.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, включают в себя выполнение расчета режима максимальной нагрузки радиальной электрической сети, по вариантам и ответ на теоретические вопросы. Предлагаемые студенту задания позволяют проверить профессиональную компетенцию.

Документ подписан ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

мероприятия включает в себя выполнение расчета режима максимальной нагрузки радиальной электрической сети, по вариантам и ответ на теоретические вопросы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить профессиональную компетенцию.

ПК-1, ПК-2.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо ознакомиться с конспектом лекций, основной и дополнительной литературой и/или информационными источниками. Задания выполняются самостоятельно, вне аудиторных занятий.

При выполнении задания студенту предоставляется право пользования пакетами прикладных программ, калькулятором.

При проверке задания оцениваются:

- своевременное выполнение работы;
- обоснование выбранной методики расчета;
- последовательность выполнения работы;
- точность расчетов;
- наличие выводов;
- обоснованность выводов.

Пример оценочного листа
Выполнение контрольной работы

Критерии	Оценка
своевременное выполнение работы	
обоснование выбранной методики расчета	
последовательность выполнения работы	
точность расчетов	
наличие выводов	
обоснованность выводов	
Итого	

Комплект разноуровневых задач

1 Задачи репродуктивного уровня

Задания по разделу «Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы»

ЗАДАЧА № 1

На рис. 1, а изображена принципиальная схема сети, состоящая из линии и понижающего двухобмоточного, трехобмоточного трансформатора или автотрансформатора.

Для одного из заданных вариантов (табл. 1 и табл. 2) исполнения сети вычертить:

- 1) принципиальную схему сети, содержащую заданное количество линий и понижающих трансформаторов;
- 2) однолинейную схему замещения с учетом эквивалентирования линий и трансформаторов (рис. 1, б);
- 3) расчетную схему замещения (рис. 1, в)

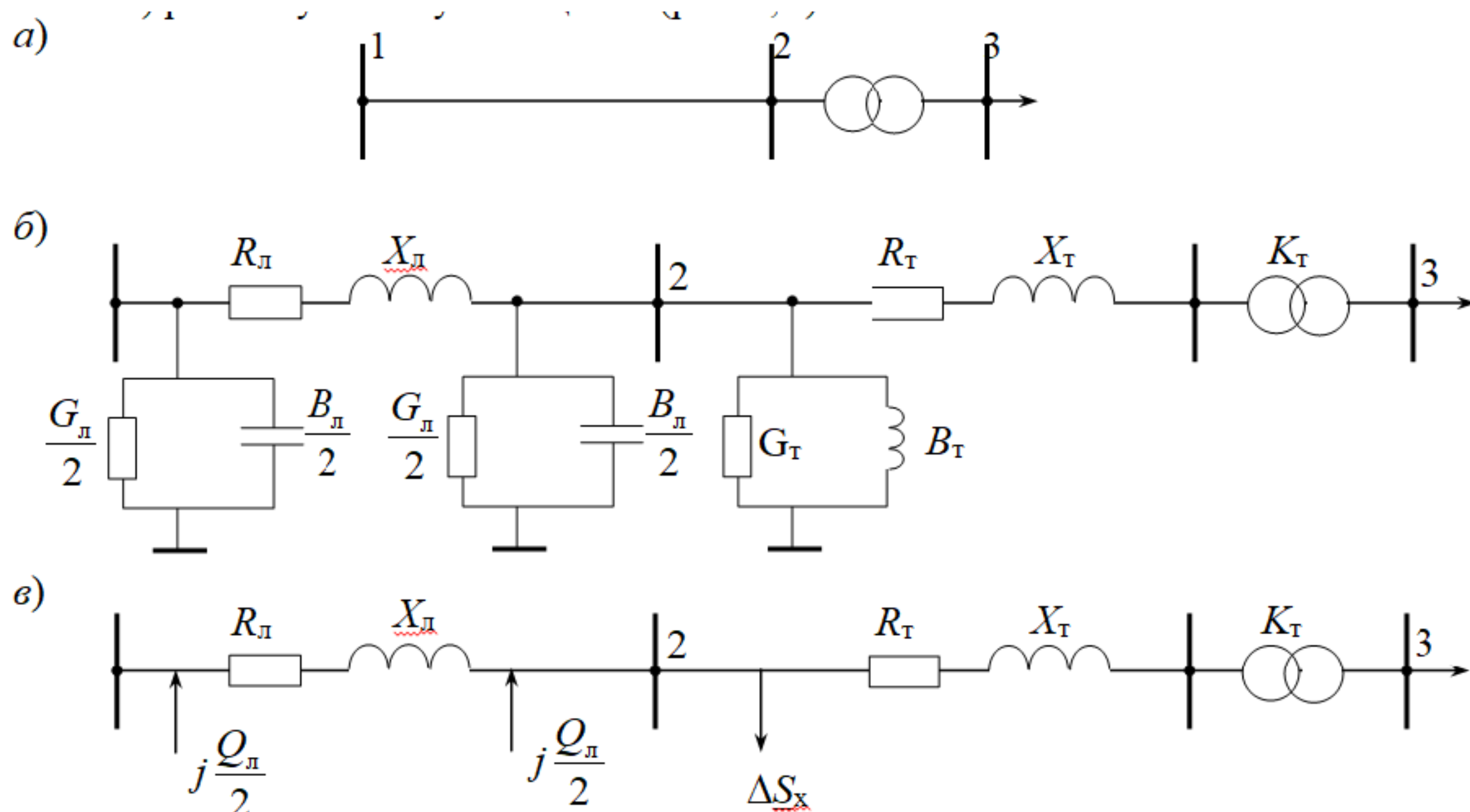


Рис. 1. Схемы сети: а – принципиальная; б – замещения; в – расчетная

Таблица 1

Параметры линий электропередачи

Номер варианта	Номинальное напряжение, кВ	Марка провода АС	Среднегеометрическое расстояние между фазами, м	Длина линии, км	Тип и мощность понижающих трансформаторов
1	10	35/6,2	1,5	5	ТМ-250/10
2		50/8	1,5	7	ТМ-400/10
3		70/11	1,5	8	ТМ-630/10
4	35	70/11	3,5	10	ТДН-10000/35
5		95/16	3,5	12	ТДН-16000/35
6		120/19	3,5	15	ТРДН-25000/35
7	110	70/11	4,5	40	ТДН-16000/110
8		95/16	4,5	35	ТРДН-25000/110
9		120/19	4,8	38	ТРДН-40000/110
10		150/24	4,8	40	ТДТН-25000/110
11		185/29	5,0	45	ТДТН-40000/110
12		240/32	5,0	50	ТДТН-63000/110
13	220	240/32	8,0	70	ТРДН-40000/220
14		300/39	8,0	80	ТРДЦН-63000/220
15		240/32	8,0	90	ТДТН-25000/220
16		240/32	8,0	65	ТДТН-40000/220
17		240/32	8,0	70	АТДЦТН-63000/220
18		300/39	8,0	100	АТДЦТН-125000/220
19		400/51	8,0	95	АТДЦТН-200000/220
20		400/51	8,0	120	АТДЦТН-250000/220

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Количественная характеристика элементов сети

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Номер варианта	Количество параллельных элементов	
	линий	трансформаторов
1 – 4	1	1
5 – 8	1	2
9 – 11	2	1
12 – 15	2	2

ЗАДАЧА № 2

По данным табл. 1 определить параметры схемы замещения линий электропередачи, учитывая количество цепей, указанное в табл. 2.

Определить следующие погонные (на 1 км линии) и полные параметры ее схемы замещения:

активное сопротивление, $\frac{\text{Ом}}{\text{км}}$, Ом;
 реактивное сопротивление, $\frac{\text{Ом}}{\text{км}}$, Ом;
 емкостную (реактивную) проводимость, $\frac{\text{См}}{\text{км}}$, См;
 зарядную мощность, $\frac{\text{Мвар}}{\text{км}}$, Мвар.

Сопоставить найденные погонные параметры линий с каталожными данными.

Определить отношение реактивного сопротивления линии к активному.

Найденные полные параметры нанести на схему замещения линии электропередачи и расчетную схему замещения (рис. 1, б, в) с учетом имеющихся параллельных цепей.

ЗАДАЧА № 3

Для заданного в табл. 1 типа трансформатора выписать паспортные данные, определить параметры схемы замещения и расчетной схемы замещения (см. рис. 1, б, в):

активные сопротивления обмоток, Ом;
 реактивные сопротивления обмоток, Ом;
 активные проводимости, См;
 реактивные проводимости, См;
 потери холостого хода, МВ·А.

Найденные параметры в табличной форме сопоставить с каталожными данными и согласовать с преподавателем. Найденные параметры нанести на схемы рис. 1, б, в (с учетом имеющихся параллельных трансформаторов).

Задания по разделу: Анализ режимов работы электрических сетей.

ЗАДАЧА № 4

Задан вариант линии электропередачи (табл. 3) и годовые графики активной и полной нагрузки по продолжительности (табл. 4). Построить годовой график нагрузки по продолжительности и определить величину нагрузочных потерь электрической энергии следующими методами:

- 1) методом графического интегрирования (по заданному графику нагрузки);
- 2) методом среднеквадратичной мощности (тока);
- 3) методом времени наибольших потерь;

Среднеквадратичную мощность и время наибольших потерь вычислить двумя способами:

- 1) на основе годового графика нагрузки по продолжительности;
- 2) приближенным способом, через понятие времени использования наибольшей нагрузки.

Вычислить различия в потерях энергии (в процентах) по различным методам, приняв

Параметры линий электропередачи

Номер варианта	Номинальное напряжение, кВ	Марка провода АС	Длина линии, км	Наибольшая передаваемая мощность, МВт
1	35	70/11	10	3
2	35	95/16	10	4
3	35	95/16	15	5
4	35	120/19	20	7
5	35	120/19	30	6
6	35	150/24	25	9
7	110	70/11	30	15
8	110	95/16	40	12
9	110	95/16	35	20
10	110	120/19	40	25
11	110	120/19	20	40
12	110	150/24	45	30
13	110	185/29	50	35
14	110	240/32	55	40
15	220	240/32	150	100
16	220	240/32	190	80
17	220	300/39	170	120
18	220	400/51	190	140
19	220	500/64	200	160
20	220	500/64	180	190

Количество параллельных линий принять равным 1, 2 или 3 по согласованию с преподавателем.

Таблица 4

Характеристика годового графика нагрузки по продолжительности

Номера ступеней графика нагрузки	1	2	3	4
Величина нагрузки в долях от наибольшей передаваемой активной мощности	1,0	0,8	0,6	0,4
Длительность ступеней, час	1000	2000	3000	2760
Коэффициент мощности	0,9	0,85	0,82	0,79

Таблица 5

Результаты расчета потерь электроэнергии в линии

Метод	Потери энергии, МВт·ч	Потери энергии в процентах от передаваемой энергии	Погрешность расчета, %
Графического интегрирования			
Среднеквадратичной мощности	Способ 1		
	Способ 2		
Времени наибольших потерь	Способ 1		
	Способ 2		

ЗАДАЧА № 5

1. Для заданного варианта трансформатора (трансформаторов) (табл. 6) и годового графика нагрузки по продолжительности (табл. 4) определить годовые потери электроэнергии холостого хода трансформатора. Расчеты выполнить:
а) методом графического интегрирования (по заданному графику нагрузки);
б) методом времени наибольших потерь по заданному годовому графику нагрузки по

продолжительности.

2. Вычислить потери энергии холостого хода и нагрузочные в процентах от суммарных потерь. Результаты расчетов свести в таблицу 7.

3. Определить потери реактивной мощности холостого хода и нагрузочные потери реактивной мощности.

Таблица 6

Данные по трансформаторам

Номер варианта	Тип трансформатора	Номинальная мощность, МВ·А	Наибольшая передаваемая мощность, МВт
1	ТМ – 100/10	0,1	0,08
2	ТМ – 250/10	0,25	0,2
3	ТМ – 400/10	0,4	0,35
4	ТМН – 1000/35	1,0	0,8
5	ТМН – 2500/35	2,5	2,0
6	ТМН – 4000/35	4,0	3,8
7	ТМН – 4000/35	4,0	2,3
8	ТДН – 10000/35	10,0	9,0
9	ТМН – 63000/110	6,3	5,7
10	ТДН – 10000/110	10,0	9,2
11	ТДН – 16000/110	16,0	15,0
12	ТДН – 16000/110	16,0	12,0
13	ТРДН – 25000/110	25,0	23,0
14	ТРДН – 40000/110	40,0	36,0
15	ТДТН – 40000/110	40,0	37,0
16	ТРДН – 40000/220	40,0	35,0
17	ТРДЦН – 63000/220	63,0	60,0
18	ТДТН – 25000/220	25,0	22,0
19	ТДТН – 40000/220	40,0	38,0
20	ТДТН – 40000/220	40,0	34,0

Количество трансформаторов на подстанции можно принять равным 1, 2.

Таблица 7

Результаты расчетов потерь электроэнергии в трансформаторах

Метод	Потери электроэнергии, МВт·ч			Потери электроэнергии в процентах от суммарных потерь	
	Холостого хода	Нагрузочные	Суммарные	Холостого хода	Нагрузочные
Графического интегрирования					
Времени наибольших потерь					

Задачи реконструктивного уровня

Задания по разделу: Расчёты режимов электрических сетей

ЗАДАЧА № 6

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Для линии электропередачи номинальным напряжением U_n , кВ, длиной l км, выполненной кабелем марки АС с нагрузкой в конце линии S_2 и напряжением в конце линии U_2 опре-

мощность в начале линии $\underline{S}_1$,
напряжение в начале линии U_1 ,
потери активной и реактивной мощности в линии,
зарядную мощность линии Q_c ,
продольную и поперечную составляющие падения напряжения,
модуль полного падения напряжения.

Номинальное напряжение, марку провода, числовые значения 1, $\underline{S}_2$ и U_2 принять из табл. 8.

Результаты расчетов занести в таблицу 9.

Построить в масштабе векторную диаграмму напряжений.

ЗАДАЧА № 7

Для линии электропередачи с параметрами из задачи № 6 (см. табл. 8) определить мощность и напряжение в конце линии $\underline{S}_2$ и U_2 , если известны рассчитанные в задаче № 6 мощность и напряжение $\underline{S}_1$ и U_1 (см. табл. 9). Определить также потери активной и реактивной мощности, зарядную мощность, продольную и поперечную составляющие падения напряжения и полное падение напряжения. Результаты расчетов занести в табл. 9.

ЗАДАЧА № 8

Для линии электропередачи с параметрами из задачи № 6 (см. табл. 8) определить мощность в конце линии $\underline{S}_2$ и напряжение в начале линии U_1 , если известны напряжение U_2 и мощность $\underline{S}_1$, полученные в задаче № 6 (см. табл. 9). Результаты занести в табл. 9.

ЗАДАЧА № 9

Для линии электропередачи с параметрами из задачи № 6 (см. табл. 8) определить мощность в начале линии $\underline{S}_1$ и напряжение в конце линии U_2 , если известны нагрузка в конце линии $\underline{S}_2$ из табл. 8 и напряжение в начале линии U_1 , полученное в задаче № 6 (см. табл. 9). Результаты расчетов занести в табл. 9.

Таблица 8

Параметры линии электропередачи и режима

Номер варианта	Марка провода	Длина линии, км	Нагрузка в конце линии $\underline{S}_2$, МВ·А	Напряжение в конце линии U_2 , кВ
1	АС-70/11	20	13+j7	112
2	АС-95/16	25	18+j6	113
3	АС-95/16	30	20+j5	115
4	АС-120/19	40	24+j8	117
5	АС-120/19	35	25+j9	114
6	АС-150/24	45	28+j12	117
7	АС-150/24	28	30+j14	112
8	АС-185/29	47	35+j13	116
9	АС-185/29	50	38+j15	114
10	2×АС-185/29	37	64+j28	109
11	АС-240/32	55	42+j20	108
12	АС-300/35	55	45+j18	111
13	2×АС-300/35	50	87+j30	110

14	АС-240/32	60	90+j35	214
15	АС-240/32	70	85+j30	220
16	2×АС-240/32	65	175+j70	218
17	АС-300/39	75	120+j40	219
18	АС-300/39	100	115+j70	213
19	2×АС-300/39	110	230+j90	215
20	АС-400/51	140	150+j40	210
21	АС-400/51	150	145+j50	214
22	2×АС-400/51	145	300+j70	211
23	АС-500/64	130	190+j60	210
24	АС-500/64	150	200+j65	209

Таблица 9

Результаты решения задач 6, 7, 8, 9

Номер задачи	$\underline{S}_1 = P_1 + jQ_1$ МВ·А	$\underline{S}_2 = P_2 + jQ_2$ МВ·А	Q_c , Мвар	ΔP , МВт	ΔQ , Мвар	U_1 кВ	U_2 , кВ	ΔU кВ	δU , кВ	$ \Delta U $, кВ

ЗАДАЧА № 10

Для разомкнутой электрической сети напряжением 110 кВ (рис. 2) определить потоки мощности в начале и в конце каждого участка сети, потери мощности и падения напряжения в линиях, напряжения в узлах сети, в том числе на вторичных сторонах трансформаторов, с учетом коэффициентов трансформации. Исходная информация о параметрах схемы сети и нагрузок узлов, напряжения на шинах источника питания А приведена в табл. 10, 11.

Результаты расчетов представить в виде схемы с нанесенными на нее потоками мощности в начале и в конце каждого участка и напряжениями во всех узлах, как показано в [3], с. 126.

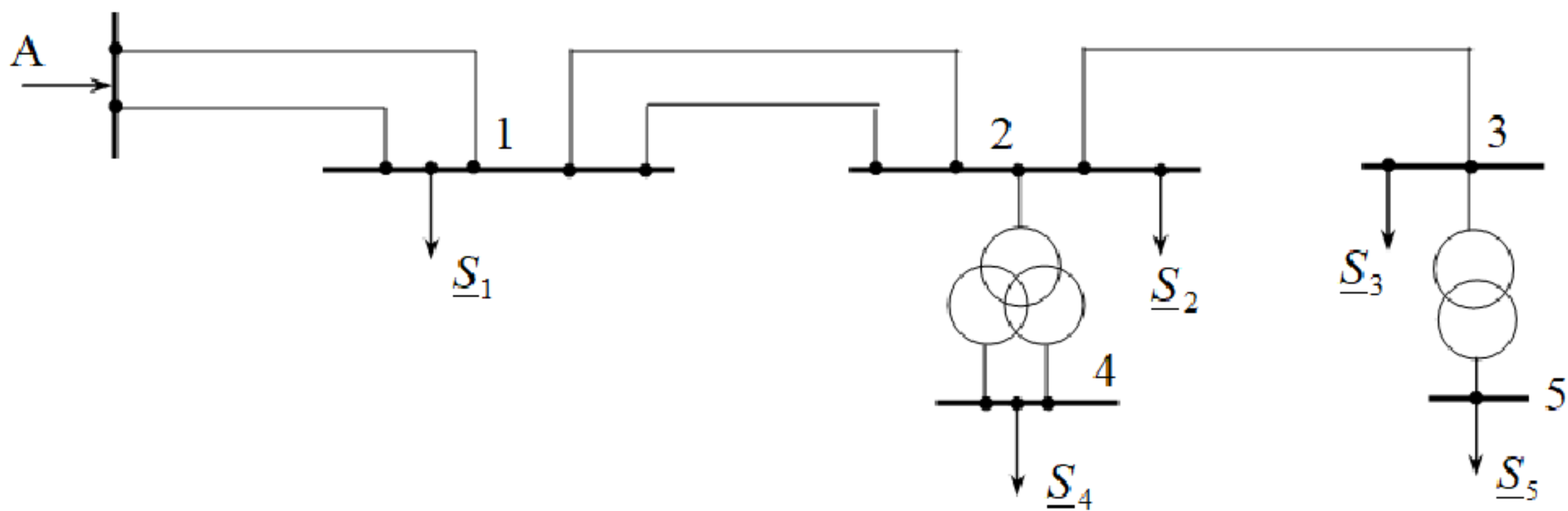


Рис. 2. Схема разомкнутой электрической сети с одним номинальным напряжением

Таблица 10

Исходная информация о параметрах схемы сети

Номер варианта	Сечение проводов длина (км) участков сети		Тип и мощность трансформаторов	
	1-2	2-3	в узле 2	в узле 3
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6	3			
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна				
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	14			

1	$\frac{AC - 240/32}{35}$	$\frac{AC - 150/24}{25}$	$\frac{AC - 95/16}{18}$	ТРДН-40000 115/10,5/10,5	ТДН- 16000/115/11
2	$\frac{AC - 240/32}{40}$	$\frac{AC - 150/24}{30}$	$\frac{AC - 70/11}{15}$	ТРДН-40000 115/10,5/10,5	ТДН- 10000/115/11
3	$\frac{AC - 240/32}{45}$	$\frac{AC - 120/19}{25}$	$\frac{AC - 95/16}{17}$	ТРДН-40000 115/10,5/10,5	ТДН- 10000/115/11
4	$\frac{AC - 240/32}{30}$	$\frac{AC - 120/19}{20}$	$\frac{AC - 70/11}{10}$	ТРДН-25000 115/10,5/10,5	ТМН- 6300/115/11
5	$\frac{AC - 185/29}{35}$	$\frac{AC - 150/24}{28}$	$\frac{AC - 95/16}{18}$	ТРДН-25000 115/10,5/10,5	ТДН- 16000/115/11
6	$\frac{AC - 185/29}{32}$	$\frac{AC - 120/19}{25}$	$\frac{AC - 70/11}{12}$	ТРДН-25000 115/10,5/10,5	ТДН- 10000/115/11
7	$\frac{AC - 240/32}{43}$	$\frac{AC - 150/24}{23}$	$\frac{AC - 95/16}{10}$	ТРДН-40000 115/10,5/10,5	ТМН- 6300/115/11
8	$\frac{AC - 240/32}{45}$	$\frac{AC - 120/19}{30}$	$\frac{AC - 70/11}{8,5}$	ТРДН-40000 115/10,5/10,5	ТМН- 2500/110/11
9	$\frac{AC - 185/29}{30}$	$\frac{AC - 150/24}{25}$	$\frac{AC - 95/16}{15}$	ТРДН-25000 115/10,5/10,5	ТМН- 2500/110/11
10	$\frac{AC - 240/32}{48}$	$\frac{AC - 185/29}{32}$	$\frac{AC - 95/16}{15}$	ТРДН-63000 115/10,5/10,5	ТДН- 16000/115/11
11	$\frac{AC - 240/32}{42}$	$\frac{AC - 185/29}{28}$	$\frac{AC - 70/11}{12}$	ТРДН-63000 115/10,5/10,5	ТДН- 10000/115/11
12	$\frac{AC - 240/32}{35}$	$\frac{AC - 150/24}{22}$	$\frac{AC - 70/11}{14}$	ТРДН-40000 115/10,5/10,5	ТДН- 16000/115/11
13	$\frac{AC - 240/32}{30}$	$\frac{AC - 185/29}{25}$	$\frac{AC - 95/16}{10}$	ТРДН-40000 115/10,5/10,5	ТДН- 10000/115/11
14	$\frac{AC - 240/32}{45}$	$\frac{AC - 185/29}{32}$	$\frac{AC - 70/11}{12}$	ТРДН-63000 115/10,5/10,5	ТДН- 6300/115/11

Таблица 11

Исходная информация о параметрах режима

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ			Коэффициент мощности	Напряжение
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6				
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна				
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022				

	$\frac{S_1}{\cos\varphi_1}$	$\frac{S_2}{\cos\varphi_2}$	$\frac{S_3}{\cos\varphi_3}$	$\frac{S_4}{\cos\varphi_4}$	$\frac{S_5}{\cos\varphi_5}$	$U_A, \text{кВ}$
1	$\frac{35}{0,95}$	$\frac{8}{0,95}$	$\frac{5}{0,9}$	$\frac{35}{0,92}$	$\frac{12}{0,9}$	121
2	$\frac{30}{0,9}$	$\frac{7}{0,9}$	$\frac{6}{0,93}$	$\frac{37}{0,95}$	$\frac{8}{0,92}$	119
3	$\frac{40}{0,9}$	-	$\frac{10}{0,95}$	$\frac{32}{0,9}$	$\frac{8,5}{0,9}$	120
4	$\frac{45}{0,93}$	$\frac{10}{0,95}$	$\frac{8}{0,9}$	$\frac{22}{0,93}$	$\frac{5,8}{0,93}$	118,5
5	$\frac{15}{0,9}$	$\frac{17}{0,92}$	$\frac{4}{0,92}$	$\frac{21}{0,94}$	$\frac{14}{0,9}$	119,8
6	$\frac{17}{0,93}$	$\frac{9}{0,9}$	$\frac{5}{0,9}$	$\frac{23}{0,92}$	$\frac{9}{0,95}$	120
7	$\frac{35}{0,9}$	-	$\frac{12,5}{0,93}$	$\frac{37}{0,9}$	$\frac{5,6}{0,92}$	119,5
8	$\frac{21}{0,93}$	$\frac{24}{0,95}$	$\frac{10}{0,9}$	$\frac{35}{0,92}$	$\frac{2,2}{0,9}$	119,2
9	$\frac{14}{0,9}$	$\frac{18}{0,9}$	$\frac{15}{0,92}$	$\frac{22}{0,9}$	$\frac{2,3}{0,94}$	118,7
10	$\frac{20}{0,9}$	-	$\frac{4}{0,92}$	$\frac{54}{0,9}$	$\frac{14}{0,92}$	117,5
11	$\frac{22}{0,95}$	$\frac{8}{0,92}$	-	$\frac{55}{0,9}$	$\frac{8,0}{0,92}$	118,2
12	$\frac{40}{0,9}$	$\frac{6,5}{0,9}$	-	$\frac{38}{0,95}$	$\frac{13}{0,9}$	120
13	$\frac{18}{0,95}$	$\frac{18}{0,95}$	$\frac{10}{0,92}$	$\frac{35}{0,92}$	$\frac{8,5}{0,9}$	120,5
14	$\frac{20}{0,9}$	$\frac{3,0}{0,9}$	$\frac{7,5}{0,9}$	$\frac{55}{0,92}$	$\frac{5,8}{0,92}$	121

ЗАДАЧА № 11

Для разомкнутой электрической сети с двумя номинальными напряжениями 110 и 35 кВ (рис. 3) определить потоки мощности в начале и в конце каждого участка линии, потери мощности и напряжения в линиях, модули напряжений в узлах, в том числе на шинах вторичного напряжения подстанций. Исходная информация о параметрах схемы сети и нагрузках узлов, напряжения на шинах источника питания А приведена в табл. 12, 13.

Результаты расчетов представить в виде схемы с нанесенными на нее потоками мощности в начале и в конце каждого участка, напряжениями во всех узлах.

6	$\frac{AC - 150/24}{25}$	$\frac{AC - 120/19}{8,5}$	ТДТН-25000/ 115/38,5/11	ТМН- 6300/35/11
7	$\frac{AC - 120/19}{20}$	$\frac{AC - 70/11}{6}$	ТДТН-16000/ 115/38,5/11	ТМН- 1600/35/11
8	$\frac{AC - 185/29}{28}$	$\frac{AC - 95/16}{7}$	ТДТН-40000/ 115/38,5/11	ТМН- 4000/35/11
9	$\frac{AC - 150/24}{25}$	$\frac{AC - 70/11}{5}$	ТДТН-16000/ 115/38,5/11	ТМН- 2500/35/11
10	$\frac{AC - 185/29}{30}$	$\frac{AC - 95/16}{9}$	ТДТН-25000/ 115/38,5/11	ТМН- 2500/35/11
11	$\frac{AC - 120/19}{18}$	$\frac{AC - 70/11}{4}$	ТДТН-16000/ 115/38,5/11	ТМН- 1600/35/11
12	$\frac{AC - 240/32}{42}$	$\frac{AC - 95/16}{5}$	ТДТН-40000/ 115/38,5/11	ТМН- 6300/35/11
13	$\frac{AC - 240/32}{35}$	$\frac{AC - 120/19}{7}$	ТДТН-63000/ 115/38,5/11	ТДН- 10000/36,75/11
14	$\frac{AC - 150/24}{25}$	$\frac{AC - 70/11}{4,5}$	ТДТН-25000/ 115/38,5/11	ТМН- 1600/35/11

Таблица 13

Исходная информация о параметрах режима

Номер варианта	Нагрузка в узлах (МВ·А) и коэффициент мощности					Напряжение U_A , кВ
	$\frac{S_1}{\cos\varphi_1}$	$\frac{S_2}{\cos\varphi_2}$	$\frac{S_3}{\cos\varphi_3}$	$\frac{S_4}{\cos\varphi_4}$	$\frac{S_5}{\cos\varphi_5}$	
1	$\frac{9}{0,92}$	$\frac{45}{0,95}$	$\frac{24}{0,9}$	$\frac{7}{0,92}$	$\frac{7,5}{0,9}$	120
2	-	$\frac{42}{0,9}$	$\frac{30}{0,95}$	$\frac{3}{0,9}$	$\frac{12}{0,92}$	121
3	$\frac{20}{0,94}$	$\frac{25}{0,92}$	$\frac{20}{0,94}$	-	$\frac{8}{0,9}$	119
4	$\frac{40}{0,9}$	$\frac{25}{0,95}$	$\frac{15}{0,9}$	$\frac{2}{0,95}$	$\frac{13}{0,9}$	118
5	$\frac{37}{0,92}$	$\frac{12}{0,9}$	$\frac{13,5}{0,94}$	$\frac{3,5}{0,92}$	$\frac{5}{0,93}$	120
6	$\frac{23}{0,9}$	$\frac{10}{0,93}$	$\frac{10}{0,93}$	$\frac{6}{0,9}$	$\frac{8,2}{0,92}$	119
7	$\frac{25}{0,92}$	$\frac{9}{0,9}$	$\frac{4}{0,9}$	$\frac{7}{0,95}$	$\frac{2}{0,95}$	118,5
8	$\frac{17}{0,9}$	$\frac{10}{0,92}$	$\frac{10}{0,9}$	$\frac{6,5}{0,92}$	$\frac{5,2}{0,9}$	119,5

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

9	$\frac{35}{0,94}$	$\frac{9}{0,9}$	$\frac{5}{0,93}$	$\frac{5}{0,9}$	$\frac{3,2}{0,94}$	117,8
10	$\frac{37}{0,9}$	$\frac{13}{0,92}$	$\frac{10}{0,93}$	$\frac{8}{0,93}$	$\frac{3,4}{0,9}$	120
11	$\frac{24}{0,94}$	$\frac{10}{0,93}$	$\frac{4}{0,9}$	$\frac{6,5}{0,9}$	$\frac{1,9}{0,95}$	120,5
12	$\frac{38}{0,9}$	$\frac{30}{0,9}$		$\frac{4}{0,9}$	$\frac{7,5}{0,93}$	120
13	$\frac{5}{0,9}$	$\frac{39}{0,95}$	$\frac{35}{0,9}$	-	$\frac{13,5}{0,92}$	121
14	$\frac{23}{0,92}$	$\frac{20}{0,9}$	$\frac{6,5}{0,95}$	$\frac{6,0}{0,92}$	$\frac{2,2}{0,95}$	119

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Таблица 14

Исходная информация о параметрах схемы и параметрах режима

Номер варианта	Сечение проводов участков сети длины(км)					Нагрузки (МВт) и коэффициенты мощности ($P/\cos\varphi$) в узлах сети					Напряже- ние, UA, кВ
	A – 1	1 – 2	2 – 3	1 – 4	2 – 5	1	2	3	4	5	
1	$\frac{AC - 70/11}{1,2}$	$\frac{AC - 70/11}{1,0}$	$\frac{AC - 70/11}{0,8}$	$\frac{AC - 35/6,2}{0,8}$	$\frac{AC - 35/6,2}{0,6}$	$\frac{0,4}{0,92}$	$\frac{0,14}{0,9}$	$\frac{0,3}{0,95}$	$\frac{0,2}{0,95}$	$\frac{0,18}{0,9}$	10,5
2	$\frac{AC - 70/11}{1,2}$	$\frac{AC - 70/11}{1,5}$	-	$\frac{AC - 35/6,2}{0,9}$	$\frac{AC - 35/6,2}{1,5}$	$\frac{0,5}{0,89}$	$\frac{0,26}{0,93}$	-	$\frac{0,2}{0,95}$	$\frac{0,25}{0,93}$	10,54
3	$\frac{AC - 70/11}{1,1}$	$\frac{AC - 70/11}{0,9}$	$\frac{AC - 50/8}{1,0}$	-	$\frac{AC - 35/6,2}{0,8}$	$\frac{0,2}{0,94}$	$\frac{0,2}{0,94}$	$\frac{0,6}{0,95}$	-	$\frac{0,4}{0,9}$	10,45
4	$\frac{AC - 70/11}{1,3}$	$\frac{AC - 70/11}{0,8}$	$\frac{AC - 50/8}{1,6}$	$\frac{AC - 35/6,2}{0,6}$	-	$\frac{0,38}{0,92}$	$\frac{0,42}{0,9}$	$\frac{0,28}{0,95}$	$\frac{0,22}{0,91}$	-	10,48
5	$\frac{AC - 95/16}{1,3}$	$\frac{AC - 70/11}{1,2}$	$\frac{AC - 70/11}{0,8}$	$\frac{AC - 35/6,2}{0,5}$	$\frac{AC - 35/6,2}{0,5}$	$\frac{0,65}{0,92}$	$\frac{0,3}{0,95}$	$\frac{0,2}{0,9}$	$\frac{0,2}{0,9}$	$\frac{0,25}{0,9}$	10,52
6	$\frac{AC - 95/16}{1,8}$	$\frac{AC - 70/11}{1,5}$	-	$\frac{AC - 50/8}{0,7}$	$\frac{AC - 50/8}{0,8}$	$\frac{0,4}{0,95}$	$\frac{0,5}{0,9}$	-	$\frac{0,5}{0,95}$	$\frac{0,4}{0,92}$	10,53
7	$\frac{AC - 120/19}{1,2}$	$\frac{AC - 70/11}{1,7}$	$\frac{AC - 70/11}{0,8}$	$\frac{AC - 35/6,2}{0,8}$	$\frac{AC - 35/6,2}{0,65}$	$\frac{0,8}{0,92}$	$\frac{0,45}{0,9}$	$\frac{0,5}{0,95}$	$\frac{0,2}{0,89}$	$\frac{0,19}{0,92}$	10,5
8	$\frac{AC - 120/19}{2,0}$	$\frac{AC - 95/16}{0,8}$	$\frac{AC - 70/11}{0,7}$	$\frac{AC - 50/8}{1,3}$	$\frac{AC - 35/6,2}{0,5}$	$\frac{0,5}{0,9}$	$\frac{0,7}{0,95}$	$\frac{0,4}{0,92}$	$\frac{0,29}{0,94}$	$\frac{0,14}{0,91}$	10,49

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

9	$\frac{AC - 120/19}{1,9}$	$\frac{AC - 70/11}{1,4}$	$\frac{AC - 50/8}{0,9}$	$\frac{AC - 35/6,2}{0,55}$	-	$\frac{0,8}{0,92}$	$\frac{0,5}{0,9}$	$\frac{0,5}{0,9}$	$\frac{0,3}{0,92}$	-	10,48
10	$\frac{AC - 70/11}{1,4}$	$\frac{AC - 70/11}{1,3}$	$\frac{AC - 70/11}{0,9}$	-	$\frac{AC - 35/6,2}{0,6}$	$\frac{0,5}{0,9}$	$\frac{0,28}{0,95}$	$\frac{0,25}{0,92}$	-	$\frac{0,15}{0,92}$	10,5

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ЗАДАЧА № 13

Для схемы сети, приведенный на рис. 5, выполнить расчет потоков мощности, потерь мощности и падений напряжений в линиях, напряжений в узлах, в том числе на шинах вторичного напряжения подстанции. Исходная информация о параметрах схемы сети и нагрузках узлов, напряжения на шинах источника питания А приведена в табл. 15.

Результаты расчетов представить в виде схемы с нанесенными на нее потоками мощности в начале и в конце каждого участка, напряжениями во всех узлах.

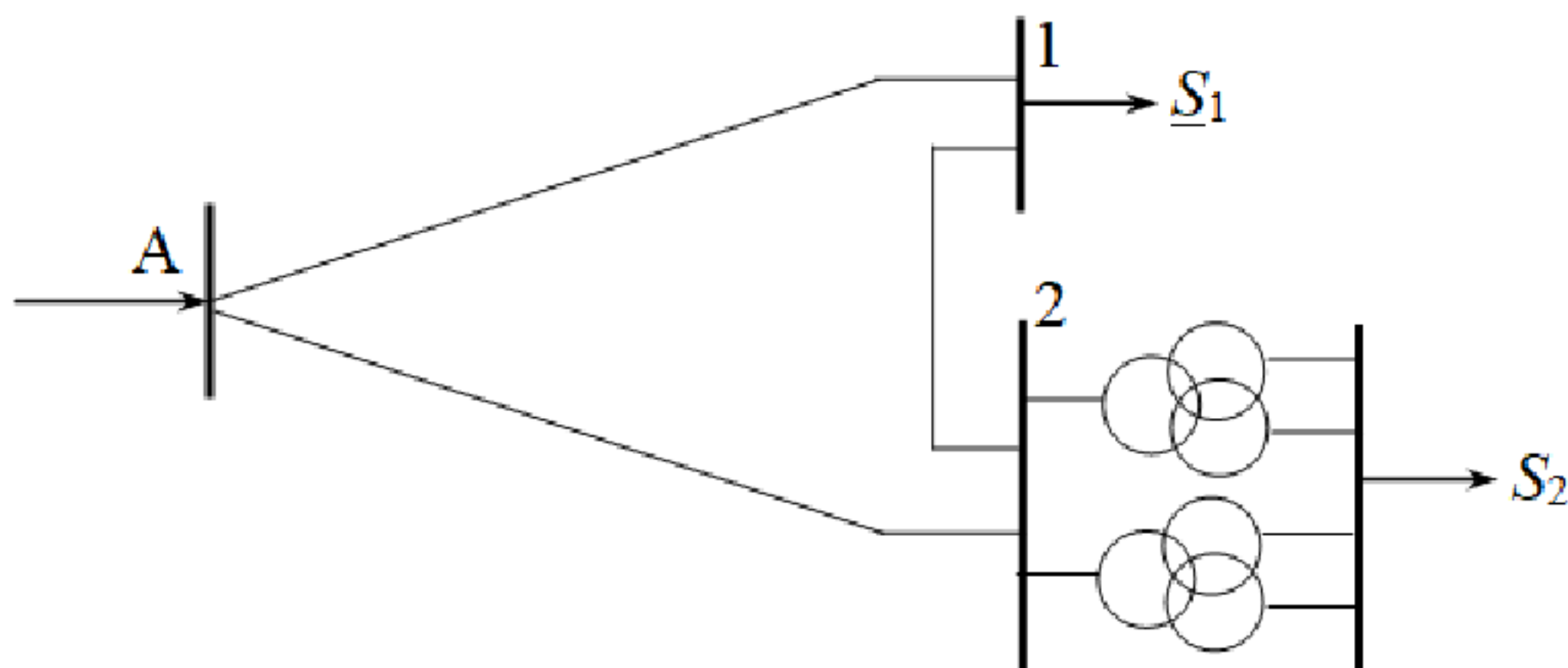


Рис. 5. Схема замкнутой сети

Таблица 15

Исходная информация о параметрах схемы и режима

Номер варианта	Сечения проводов длина(км) участков сети			Тип и мощность трансформаторов	Нагрузки в узлах (МВ·А) и коэффициенты мощности		Напряжение U _А , кВ
	A-1	1-2	A-2		S1/cos φ1	S2/cos φ2	
1	АС – 240/32 40	АС – 240/32 18	АС – 240/32 50	ТРДН-40000/115/10,5/10,5	$\frac{45}{0,95}$	$\frac{52}{0,92}$	120
2	АС – 240/32 38	АС – 120/19 25	АС – 240/32 40	ТРДН-40000/115/10,5/10,5	$\frac{47}{0,9}$	$\frac{50}{0,95}$	121
3	АС – 185/29 28	АС – 185/29 15	АС – 185/29 32	ТРДН-25000/115/10,5/10,5	$\frac{37}{0,95}$	$\frac{33}{0,9}$	119
4	АС – 240/32 40	АС – 240/32 20	АС – 240/32 40	ТРДН-25000/115/10,5/10,5	$\frac{57}{0,94}$	$\frac{35}{0,95}$	120,5
5	АС – 240/32 50	АС – 240/32 50	АС – 240/32 50	ТРДН-40000/115/10,5/10,5	$\frac{38}{0,92}$	$\frac{56}{0,95}$	118

Сертификат:
Владелец:

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

6	$\frac{AC - 240/32}{50}$	$\frac{AC - 240/32}{30}$	$\frac{AC - 240/32}{60}$	ТРДН-40000/230/11/11		$\frac{55}{0,92}$	238
7	$\frac{AC - 240/32}{60}$	$\frac{AC - 240/32}{30}$	$\frac{AC - 240/32}{50}$	ТРДЦН-63000/230/11/11	$\frac{100}{0,95}$	$\frac{80}{0,94}$	237,5
8	$\frac{AC - 240/32}{45}$	$\frac{AC - 240/32}{25}$	$\frac{AC - 240/32}{60}$	ТРДЦН-63000/230/11/11	$\frac{95}{0,9}$	$\frac{88}{0,93}$	239
9	$\frac{AC - 300/39}{60}$	$\frac{AC - 300/39}{40}$	$\frac{AC - 300/39}{70}$	ТРДЦН-100000/230/11/11	$\frac{100}{0,92}$	$\frac{130}{0,95}$	240
10	$\frac{AC - 240/32}{30}$	$\frac{AC - 185/29}{20}$	$\frac{AC - 240/32}{40}$	ТРДН-40000/115/10,5/10,5	$\frac{44}{0,95}$	$\frac{50}{0,9}$	118
11	$\frac{AC - 185/32}{28}$	$\frac{AC - 120/19}{18}$	$\frac{AC - 185/32}{32}$	ТРДН-25000/115/10,5/10,5	$\frac{38}{0,95}$	$\frac{34}{0,93}$	117,5
12	$\frac{AC - 240/32}{56}$	$\frac{AC - 240/32}{28}$	$\frac{AC - 240/32}{44}$	ТРДЦН-63000/230/11/11	$\frac{90}{0,93}$	$\frac{85}{0,92}$	238
13	$\frac{AC - 300/39}{50}$	$\frac{AC - 240/32}{30}$	$\frac{AC - 240/32}{60}$	ТРДЦН-63000/230/11/11	$\frac{100}{0,94}$	$\frac{87}{0,91}$	239
14	$\frac{AC - 300/39}{80}$	$\frac{AC - 240/32}{40}$	$\frac{AC - 300/39}{70}$	ТРДЦН-100000/230/11/11	$\frac{100}{0,95}$	$\frac{120}{0,92}$	240

Задания по разделу: Проектирование электрических сетей питающих энергосистем
ЗАДАЧА № 14

Задана схема сети, приведенная на рис. 6. Исходные данные по участкам сети и о нагрузках приведены в табл. 16.

Требуется:

1. Определить потоки мощности на участках сети без учета потерь мощности, полагая, что сеть однородная.
2. Выбрать номинальные напряжения для каждого участка сети по одной из эмпирических формул, по зонам экономических номинальных напряжений и по таблицам, характеризующим пропускную способность и дальность передачи линий разных напряжений.
3. Выбрать число и мощность трансформаторов на подстанциях.
4. На всех участках определить сечения по экономической плотности тока.
5. Проверить выбранные сечения по условиям допустимого нагрева в послеаварийных режимах.

РЕЗУЛЬТАТ РАБОТЫ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

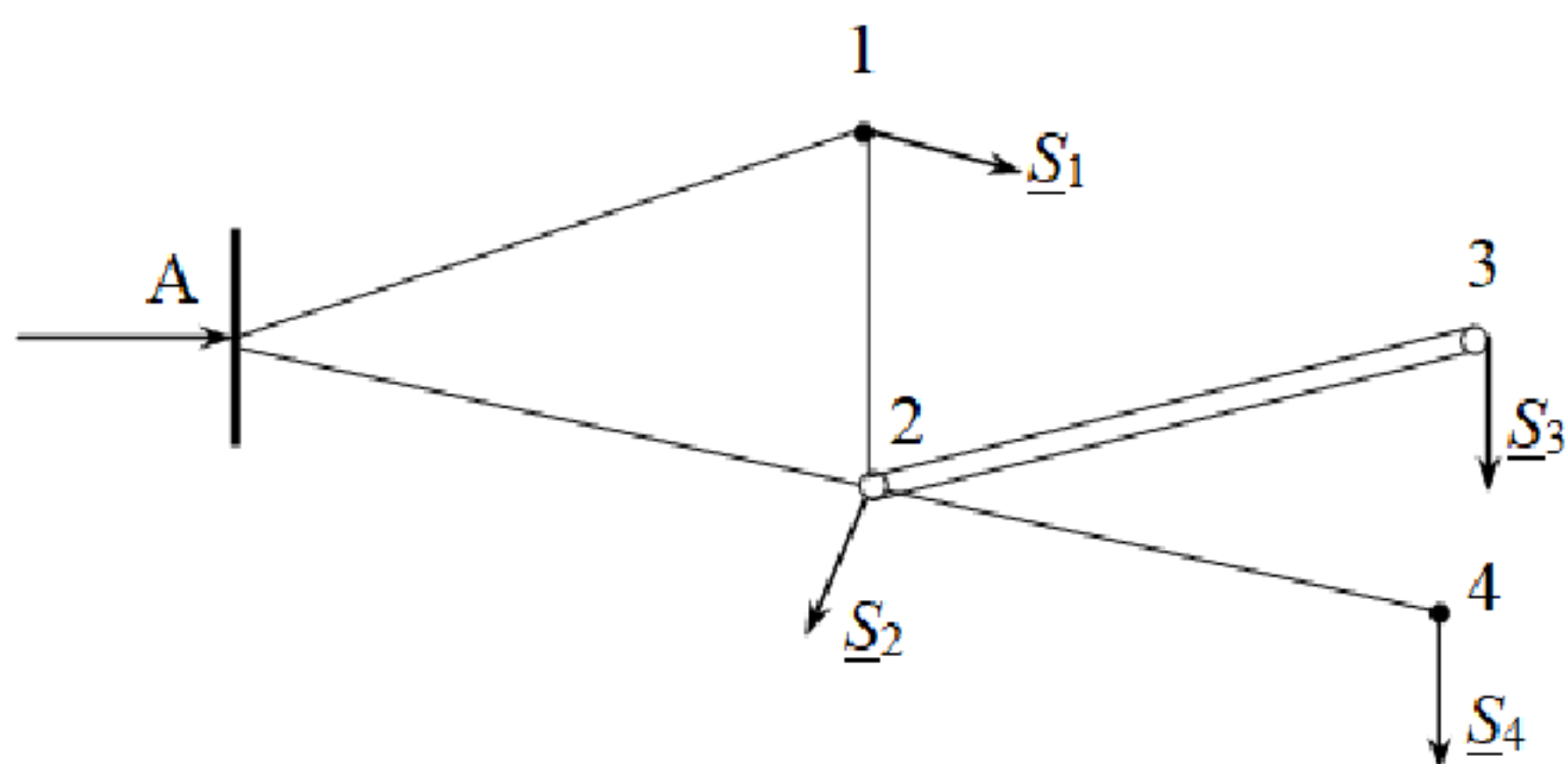


Рис. 6. Схема сети

Таблица 16

Исходные данные по длинам линий и по нагрузкам

Номер участка	Длины участков, км					Нагрузки узлов, МВ·А			
	A – 1	1 – 2	A – 2	2 – 3	2 – 4	S1	S2	S3	S4
1	50	35	70	30	25	80+j50	30+j15	42+j17	20+j10
2	75	30	55	28	23	85+j40	42+j18	30+j20	23+j17
3	86	38	58	32	20	90+j45	29+j17	40+j15	24+j10
4	70	40	60	36	19	92+j38	35+j14	50+j18	19+j8
5	90	45	100	38	21	98+j44	38+j14	45+j20	28+j16
6	74	42	58	34	27	101+j50	50+j25	28+j14	25+j12
7	82	48	60	37	26	94+j40	55+j19	30+j15	26+j13
8	76	37	65	40	23	108+j60	49+j20	40+j18	30+j15
9	87	42	62	32	18	86+j35	50+j25	39+j19	23+j16
10	65	30	76	30	16	95+j47	39+j20	46+j17	18+j10
11	36	15	42	19	12	45+j19	23+j14	14+j7	4+j2
12	38	18	32	20	16	38+j14	20+j10	12,5+j4	6+j3
13	30	20	46	16	11	35+j17	19+j8	14+j5	7+j4
14	35	28	40	17	14	48+j20	16+j8	16+j8	5,2+j2,8
15	44	25	30	19	12	45+j20	22+j9	17+j5	4,2+j1,8
16	50	30	45	21	15	41+j19	20+j8	15+j7	6,8+j3
17	37	19	40	18	14	44+j20	21+j9	11+j4	6,4+j2
18	52	17	38	20	16	39+j13	27+j9	13+j6	5,5+j3
19	44	22	42	16	12	40+j20	24+j12	15,5+j4	4,5+j1,5
20	48	25	45	17	13	47+j18	22+j7	16+j5	5+j2,5

Таблица 17

Результаты решения задачи

Параметр	Номер участка				
	A-1	1-2	A-2	2-3 (одной цепи)	2-4
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Стандартное сечение, мм² Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022					

Таблица 18

Результаты проверки сечений проводов по нагреву

Номер участка	Допустимый ток по нагреву для выбранного сечения, А	Ток, А, в режиме					
		нормальном	послеаварийном при отключении участка				
			А-1	1-2	А-2	2-3 (одной цепи)	2-4
А - 1							
1 - 2							
А - 2							
2 - 3							
2 - 4							

ЗАДАЧА №15

Задана схема электрической сети 10 кВ, приведенная на рис. 7. Длины участков сети, нагрузки приведены в табл. 19. Время использования наибольших нагрузок принять $T_{нб1} = 5100 \text{ ч}$, $T_{нб2} = 4200 \text{ ч}$, $T_{нб3} = 3500 \text{ ч}$, $T_{нб4} = T_{нб5} = 4500 \text{ ч}$. Выбрать сечения проводов для участков сети, воспользовавшись методом экономической плотности тока.

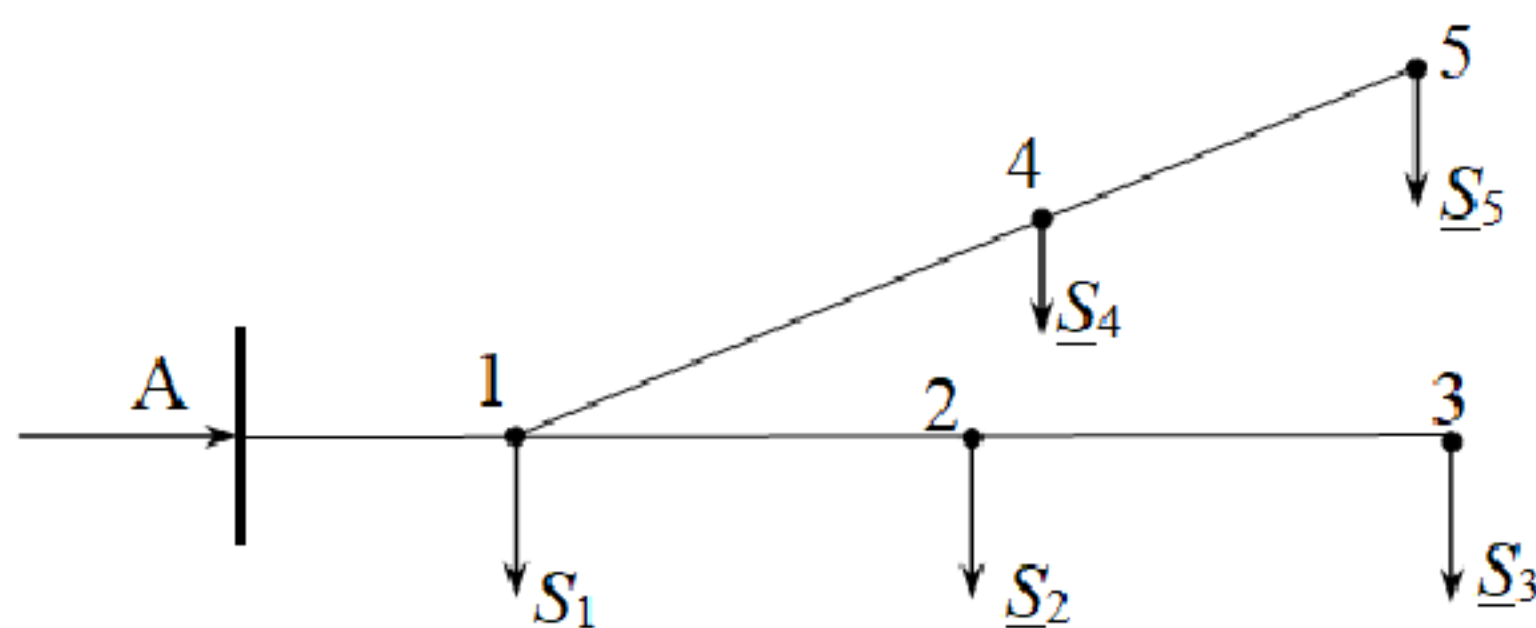


Рис. 7. Схема сети 10 кВ

Таблица 19

Исходные данные по длинам линий и по нагрузкам

Номер варианта	Длины линий, км					Нагрузка, МВ·А				
	А-1	1-2	2-3	1-4	4-5	$\frac{S_1}{\cos\varphi_1}$	$\frac{S_2}{\cos\varphi_2}$	$\frac{S_3}{\cos\varphi_3}$	$\frac{S_4}{\cos\varphi_4}$	$\frac{S_5}{\cos\varphi_5}$
1	5	2	4	2	2	$\frac{0,4}{0,9}$	$\frac{0,6}{0,92}$	$\frac{0,1}{0,92}$	$\frac{0,3}{0,95}$	$\frac{0,2}{0,69}$
2	4	2	1	3	1	$\frac{0,7}{0,95}$	$\frac{0,2}{0,95}$	$\frac{0,2}{0,87}$	$\frac{0,5}{0,9}$	$\frac{0,4}{0,92}$
3	6	2	3	3	2	$\frac{0,6}{0,93}$	$\frac{0,4}{0,9}$	$\frac{0,3}{0,88}$	$\frac{0,6}{0,92}$	$\frac{0,2}{0,9}$
4	5	3	2	4	1	$\frac{0,9}{0,95}$	$\frac{0,6}{0,9}$	$\frac{0,2}{0,9}$	$\frac{0,5}{0,87}$	$\frac{0,2}{0,9}$
5	4	3	3	3	2	$\frac{0,5}{0,92}$	$\frac{0,4}{0,9}$	$\frac{0,3}{0,95}$	$\frac{0,4}{0,92}$	$\frac{0,3}{0,95}$

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

6	4	1	5	1	2	$\frac{0,4}{0,92}$	$\frac{0,3}{0,9}$	$\frac{0,2}{0,9}$	$\frac{0,5}{0,89}$	$\frac{0,2}{0,95}$
7	4	2	3	2	2	$\frac{0,3}{0,92}$	$\frac{0,2}{0,93}$	$\frac{0,2}{0,9}$	$\frac{0,3}{0,95}$	$\frac{0,4}{0,95}$
8	6	3	3	2	4	$\frac{0,6}{0,95}$	$\frac{0,5}{0,9}$	$\frac{0,1}{0,92}$	$\frac{0,5}{0,92}$	$\frac{0,3}{0,89}$
9	4	3	2	3	2	$\frac{0,8}{0,95}$	$\frac{0,4}{0,95}$	$\frac{0,3}{0,93}$	$\frac{0,4}{0,9}$	$\frac{0,3}{0,93}$
10	3	1	2	3	2	$\frac{0,9}{0,93}$	$\frac{0,3}{0,89}$	$\frac{0,2}{0,9}$	$\frac{0,4}{0,87}$	$\frac{0,3}{0,9}$

Таблица 20

Результаты решения задачи

Номер участка	Ток участка, А	Расчетное сечение, мм ²	Стандартное сечение, мм ²	Допустимый ток по нагреву, А
A-1 1-2 2-3 1-4 4-5				

ЗАДАЧА № 16

Определить сечения проводов участков сети напряжением 10 кВ, приведенной на рис. 8, по допустимой потере напряжения, равной 6 %. Информация о длинах участков сети и нагрузках в узлах представлена в табл. 21. Удельную проводимость материала проводов

$$\gamma = 32 \frac{\text{М}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}.$$

принять

Расчеты выполнить для условия: сечения проводов одинаковы на всех участках сети.



Рис. 8. Схема сети

Таблица 21

Исходные данные по длинам участков сети и по нагрузкам

Номер варианта	Длины участков сети, км			Нагрузки, МВ·А		
	A-1	1-2	2-3	S1	S2	S3
1	5	4	2	0,8+j0,4	0,5+j0,2	0,7+j0,3
2	7	1	3	1,5+j0,8	1+j0,4	0,8+j0,4
3	5	6	2	0,7+j0,3	0,6+j0,2	0,5+j0,2
4	5	3	4	1,2+j0,6	0,9+j0,4	0,4+j0,1
5			2	0,9+j0,5	0,6+j0,3	0,7+j0,3
6			2	1,6+j0,4	0,7+j0,4	0,3+j0,1
7			2	1,2+j0,5	0,6+j0,2	0,5+j0,2
8			1	0,9+j0,4	0,5+j0,2	0,4+j0,1

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

9	5	3	2	0,7+j0,3	1+j0,4	0,3+j0,1
10	2	4	5	0,8+j0,5	0,5+j0,2	0,5+j0,1

Задания по разделу: Качество электроэнергии и его регулирование

ЗАДАЧА № 17

На понижающей подстанции установлены два двухобмоточных трансформатора типа ТРДН. Информация о номинальных мощностях, номинальных напряжениях и диапазонах регулирования напряжения представлена в таблице 22.

По результатам электрических расчетов сети получены значения напряжения на шинах высшего напряжения подстанции U_1 ; известны значения мощностей на шинах низкого напряжения трансформаторов S_2 (табл. 22).

Требуется выбрать ответвления на обмотках высшего напряжения, если желаемое напряжение на шинах низкого напряжения $U_{2\text{жел}} = 10,5 \text{ кВ}$.

Таблица 22

Исходные данные о параметрах трансформаторов и параметрах режимов

Номер варианта	Информация о трансформаторах	Диапазон регулирования	U_1 , кВ	S_2 , МВ·А
1	ТРДН-25000/115/10,5/10,5	$\pm 9 \times 1,78 \%$	119	$30 + j15$
2	ТРДН-40000/115/10,5/10,5	$\pm 9 \times 1,78 \%$	118	$45 + j18$
3	ТРДЦН-63000/115/10,5/10,5	$\pm 9 \times 1,78 \%$	117	$75 + j40$
4	ТРДЦН-80000/115/10,5/10,5	$\pm 9 \times 1,78 \%$	119,5	$90 + j45$
5	ТРДН-40000/230/11/11	$\pm 8 \times 1,5 \%$	238	$49 + j13$
6	ТРДЦН-63000/230/11/11	$\pm 8 \times 1,5 \%$	237	$80 + j25$
7	ТРДЦН-100000/230/11/11	$\pm 8 \times 1,5 \%$	239	$115 + j60$
8	ТРДН-40000/230/11/11	$\pm 8 \times 1,5 \%$	235	$47 + j17$
9	ТРДН-63000/230/11/11	$\pm 8 \times 1,5 \%$	238	$78 + j36$
10	ТРДНС-25000/36,75/10,5/10,5	$\pm 8 \times 1,5 \%$	37	$29 + j14$
11	ТРДНС-32000/36,75/10,5/10,5	$\pm 8 \times 1,5 \%$	37,5	$32 + j15$
12	ТРДНС-40000/36,75/10,5/10,5	$\pm 8 \times 1,5 \%$	36,5	$44 + j20$
13	ТРДНС-63000/36,75/10,5/10,5	$\pm 8 \times 1,5 \%$	38	$79 + j35$
14	ТРДНС-40000/36,75/10,5/10,5	$\pm 8 \times 1,5 \%$	37	$49 + j10$
15	ТРДНС-63000/36,75/10,5/10,5	$\pm 8 \times 1,5 \%$	38	$74 + j40$

ЗАДАЧА № 18

На понижающей подстанции установлен трехобмоточный трансформатор с регулированием напряжения под нагрузкой на стороне высшего напряжения и с ПБВ на стороне среднего напряжения, имеющий номинальные напряжения и диапазоны регулирования $115 \pm (9 \times 1,78) \% / 38,5 \pm (2 \times 2,5) \% / 11$.

По результатам электрических расчетов сети при наибольших и наименьших нагрузках получены значения напряжений на шинах низкого и среднего напряжений, приведенные к

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

высшему напряжению U_2 соответственно (табл. 23).

Требуется выбрать ответвления на обмотках высшего и среднего напряжений, если желаемое напряжение на шинах 10 кВ в режиме наибольших нагрузок

$$U_{3\text{желнб}} = 1,05U_{\text{н}} = 10,5 \text{ кВ}; \quad \text{в режиме наименьших нагрузок}$$

$$U_{3\text{желнм}} = 1,0U_{\text{н}} = 10 \text{ кВ}; \quad \text{на шинах 35 кВ в обоих режимах}$$

$$U_{2\text{жел}} = 36,5 \text{ кВ}$$

Таблица 23

Исходные данные о напряжениях

Номер варианта	Напряжение, приведенное к высшему напряжению			
	в режиме наибольших нагрузок		в режиме наименьших нагрузок	
	$U_{2\text{нб}}^{\text{в}}$, кВ	$U_{3\text{нб}}^{\text{в}}$, кВ	$U_{2\text{нм}}^{\text{в}}$, кВ	$U_{3\text{нм}}^{\text{в}}$, кВ
1	105	103	119	117
2	106	104	112	114
3	109	104	117	119
4	112	107	118	109
5	113	111	114	111
6	109	108	118	112
7	108	104	117	112
8	106	102	114	109
9	108	105	117	115
10	109	105	115	113
11	107	103	114	112
12	103	102	116	112
13	106	102	117	114
14	108	102	117	115

Расчеты выполнить в следующем порядке:

1. Для обмоток высшего и среднего напряжения трансформатора подстанции рассчитать напряжения ответвлений, соответствующие каждой ступени регулирования, и составить таблицы в виде табл. 24.
 2. Для двух режимов определить расчетные и выбрать стандартные ответвления обмотки высшего напряжения трансформатора из условия обеспечения желаемого напряжения на шинах 10 кВ.
 3. Определить действительные напряжения в двух режимах на шинах 10 кВ.
 4. Используя выбранные ответвления обмотки высшего напряжения для режимов наибольших и наименьших нагрузок, определить расчетное и выбрать стандартное ответвление обмотки среднего напряжения, исходя из желаемого напряжения на шинах 35 кВ.
 5. Определить действительные напряжения в двух режимах на шинах 35 кВ.
 6. Определить отклонения действительных напряжений от желаемых на шинах 10 и 35 кВ в двух режимах.
 7. Сделать анализ и выводы о достаточности диапазонов регулирования трансформаторов.
- Результаты расчетов представить в виде таблицы 25.

Таблица 24

Параметры регулирования трансформатора

Номер ответвления	Добавка напряжения, %	Напряжение ответвления, %
----------------------	--------------------------	---------------------------

Таблица 24 ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022		Трансформатора
Шины	Приведенное напряжение	Расчетное
Стандартное	Действительное	Отклонение

	жение, кВ	ответвления, кВ	кВ	%	ние, кВ	го напряжения от желаемого, %
Режим наибольших нагрузок						
10 кВ						
35 кВ						
Режим наименьших нагрузок						
10 кВ						
35 кВ						

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он своевременно выполнил работу; использовал актуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; представил обоснование выбранной методики расчета; выбрал верную последовательность выполнения работы; произвел точные расчеты; предоставил обоснованные выводы по работе.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он своевременно выполнил работу; использовал достаточно актуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; представил верную методику расчета; выбрал верную последовательность выполнения работы; произвел точные расчеты; предоставил выводы по работе.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он выполнил работу не вовремя; использовал неактуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; представил верную методику расчета; выбрал верную последовательность выполнения работы; произвел неточные расчеты; не предоставил обоснованные выводы по работе.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он несвоевременно выполнил работу; использовал неактуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; отсутствует обоснование выбранной методики расчета; выбрал неверную последовательность выполнения работы; произвел неточные расчеты со значительными ошибками; не предоставил обоснованные выводы по работе.

2. Описание шкалы оценивания

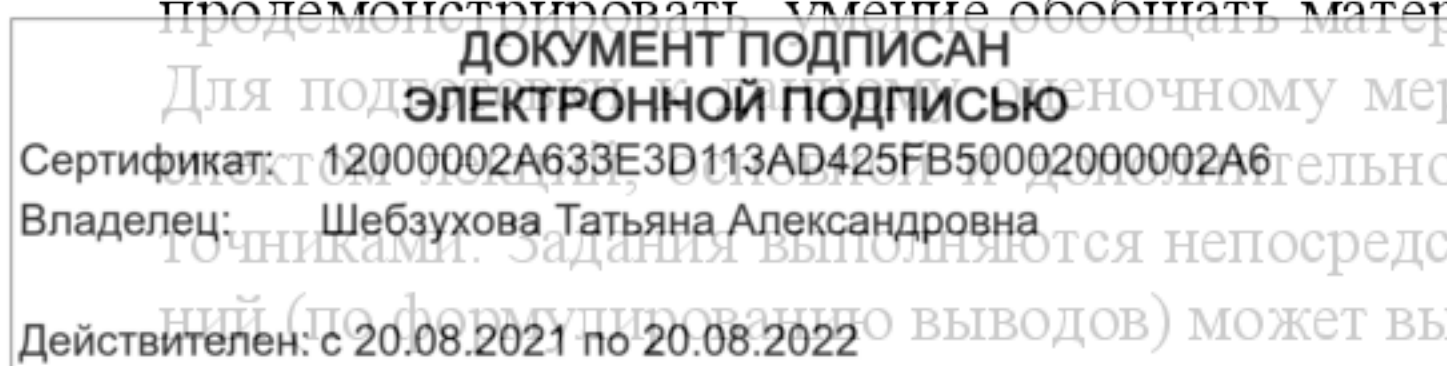
Рейтинговая оценка знаний студента ЗФО не предусмотрена.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя выполнение разноуровневых задач, выполняемых, как правило, по вариантам и содержащих несколько заданий.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить профессиональные компетенции ПК-1, ПК-2. Принципиальные отличия заданий разного типа состоят в уровне сложности. Для решения задач репродуктивного уровня достаточно среднего уровня владением теоретических знаний и выполнения типовых расчетов, для решения задач реконструктивного уровня требуется выполнить расчет и/или провести сравнительный анализ, для решения задач творческого уровня - выполнить расчет и/или провести сравнительный анализ, продемонстрировать умение обобщать материал и делать выводы.

Для подготовки к оценочному мероприятию необходимо ознакомиться с конспектами лекций, основными и дополнительными литературой и/или информационными источниками. Задания выполняются непосредственно на практическом занятии, часть заданий (по формулированию выводов) может выноситься на самостоятельную работу.



При выполнении задания студенту предоставляется право пользования калькулятором.

При проверке задания оцениваются:

- своевременное выполнение работы;
- обоснование выбранной методики расчета;
- последовательность выполнения работы;
- точность расчетов;
- наличие выводов;
- обоснованность выводов.

Пример оценочного листа

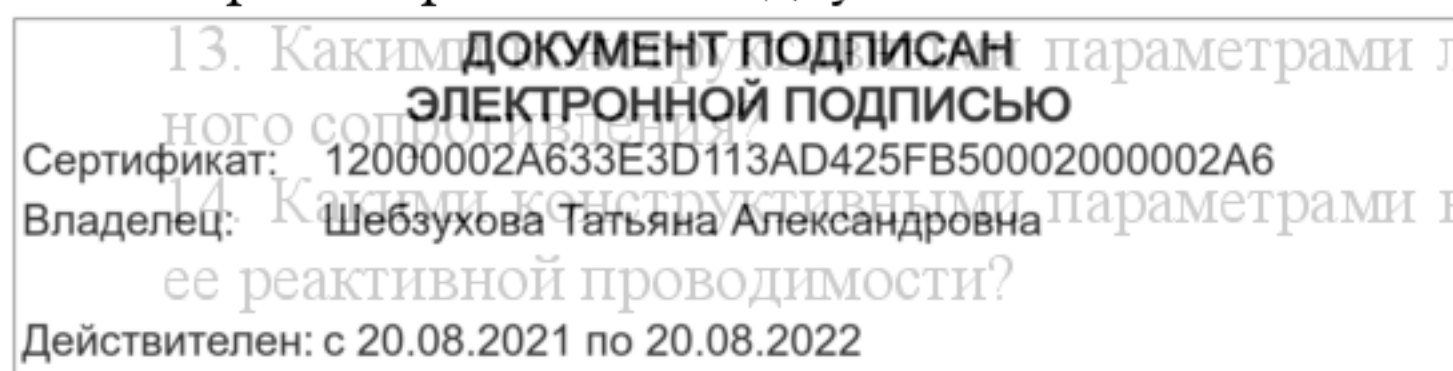
Выполнение задачи по теме ...

Критерии	Оценка
своевременное выполнение работы	
обоснование выбранной методики расчета	
последовательность выполнения работы	
точность расчетов	
наличие выводов	
обоснованность выводов	

Вопросы для собеседования

Вопросы по разделу: «Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы»

1. Какой схемой замещения представляется линия электропередачи, двухобмоточный трансформатор, трехобмоточный трансформатор?
2. Чем отличается схема замещения воздушной и кабельной линии, воздушной линии 110 кВ и выше от воздушной линии 35 кВ, 10 кВ, 6 кВ, 0,38 кВ?
3. Как изменится активное сопротивление линии при повышении температуры окружающей среды?
4. Какое реактивное (индуктивное) сопротивление линии предпочтительнее – большее или меньшее, и почему?
5. Какое влияние на работу линии электропередачи оказывает ее реактивная проводимость (зарядная мощность)?
6. Какое соотношение между активным и реактивным сопротивлениями в воздушной и кабельной линиях?
7. Какие используют условные изображения двух-, трехобмоточных силовых трансформаторов и автотрансформаторов?
8. Как обозначаются типы силовых трансформаторов? Как расшифровываются буквы в обозначениях типов трансформаторов и автотрансформаторов?
9. Что относится к паспортным (каталожным) данным двухобмоточных трансформаторов?
10. Какими схемами замещения моделируется двухобмоточный трансформатор?
11. Чем отличаются каталожные данные для двух- и трехобмоточных трансформаторов?
12. В чем состоит особенность расчета сопротивлений для трехобмоточного трансформатора по сравнению с двухобмоточным?



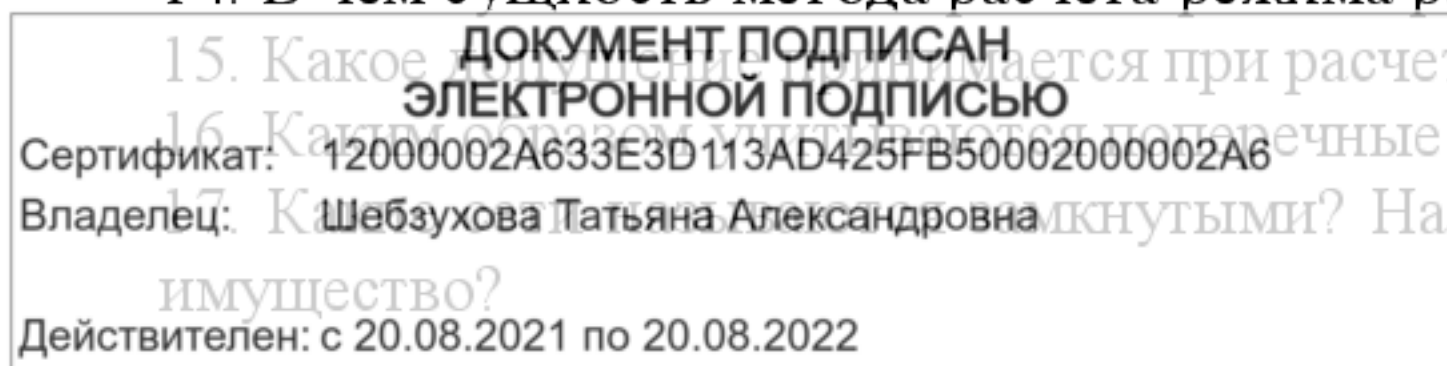
Вопросы по разделу: «Анализ режимов работы электрических сетей»

1. Что понимается под временем использования наибольшей полной, активной и реактивной мощностей?
2. Что понимается под временем наибольших потерь полной, активной и реактивной мощностей?
3. Как определить среднеквадратичные ток и мощность?
4. Какова физическая природа потерь активной и реактивной мощности в линиях и трансформаторах?
5. Как определить КПД линии электропередачи?
6. Будут ли иметь место потери реактивной мощности в линии при передаче по ней только активной мощности? Почему?
7. Будут ли иметь место потери активной мощности при передаче по ней только реактивной мощности? Почему?
8. Будут ли в линии электропередачи потери активной мощности, если она включена с одной стороны, а с другой стороны - разомкнута? Почему?
9. Каково может быть наибольшее значение времени использования наибольшей нагрузки и наибольшее значение времени потерь?
10. От чего зависит соотношение нагрузочных потерь активной и реактивной мощностей в линиях электропередачи?
11. Как изменятся потери активной мощности при неизменной нагрузке потребителя, если к питающему ее трансформатору подключить параллельно второй трансформатор с такими же параметрами?

Вопросы по разделу «Расчёты режимов электрических сетей»

1. Каковы задачи электрического расчета электрической сети?
2. Что понимают под падением напряжения и потерей напряжения?
3. Как определить продольную и поперечную составляющие падения напряжения?
4. При расчете каких сетей можно пренебречь потерями мощности на корону?
5. При каких исходных условиях и как производят расчет режима линии электропередачи в два этапа?
6. При расчете каких сетей можно пренебречь зарядной мощностью линий?
7. Что представляет собой полная П-образная схема замещения линии?
8. Какая схема замещения трансформаторов напряжением 110, 220 кВ используется при расчете режимов сети?
9. Как осуществляется приведение нагрузок к стороне высшего напряжения трансформаторов?
10. В какой из линий, воздушной или кабельной, при одинаковом сечении, номинальном напряжении и передаваемой мощности будут меньше потери активной и реактивной мощности?
11. Какие методы чаще всего используют для расчета установившихся режимов простейших сетей?
12. Как влияют данные о нагрузке и напряжениях в узлах на последовательность расчета режима разомкнутой сети?
13. Какова последовательность расчета режима разомкнутой сети при задании напряжения в ее конечном узле?
14. В чем сущность метода расчета режима разомкнутой сети "в два этапа"?

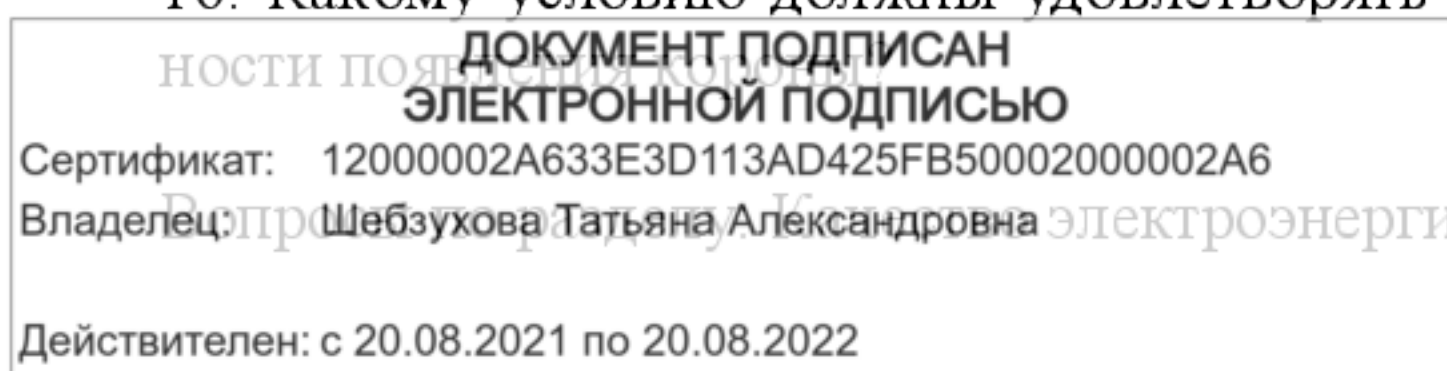
15. Какое значение имеет при расчете режима разомкнутой сети на первом этапе?
16. Какую роль играют поперечные ветви при расчете режима разомкнутой сети?
17. Какие сети называют замкнутыми? Назовите виды замкнутых сетей. В чем их преимущество?



18. Что понимают под расчетной нагрузкой узла замкнутой сети?
19. Как определить КПД линии электропередачи при задании нагрузки в ее начале и в конце?
20. Как будет выглядеть векторная диаграмма линии электропередачи, если в конце линии подключена чисто активная нагрузка?
21. Как будет выглядеть векторная диаграмма линии электропередачи, если в конце линии подключена активно-индуктивная нагрузка?
22. Как будет выглядеть векторная диаграмма линии электропередачи, если в конце линии подключена чисто емкостная нагрузка?
23. На каких условиях основано выражение для расчета распределения мощностей в линии с двусторонним питанием? Запишите это выражение в общем виде.
24. В каких случаях в линии с двусторонним питанием появляется уравнивающая мощность?
25. Может ли в сети с двусторонним питанием поток реактивной мощности быть направлен навстречу потоку активной мощности?
26. Что такое точка потоко раздела и как она выбирается?
27. Каковы особенности правила моментов для однородной сети?
28. Как уточнить потокораспределение с учетом потерь мощности?
29. Как выполняется расчет режима линии с двусторонним питанием, если точки потоко-раздела по активной и реактивной мощностям не совпадают?
30. Как проверить правильность расчета токов в линии с двусторонним питанием?

Вопросы по разделу: Проектирование электрических сетей питающих энергосистем

1. Какие параметры являются решающими при выборе номинального напряжения линии?
2. Что представляют собой экономические области номинальных напряжений?
3. Каков физический смысл экономической плотности тока?
4. Исходя из какого режима выбирают сечения по экономической плотности тока: режима наибольших нагрузок, наименьших нагрузок, послеаварийных режимов? Почему?
5. В каких координатах строятся экономические интервалы нагрузок?
6. Почему и как экономическая плотность тока зависит от времени использования наибольшей нагрузки?
10. Какие дополнительные условия применяются при выборе проводников по допустимой потере напряжения? Каковы области их использования?
11. В чем особенности выбора сечений проводов по допустимой потере напряжения в разветвленных сетях?
7. Для каких режимов производится проверка сечений проводов по нагреву? Почему?
8. Для каких сетей сечение провода выбирают по допустимой потере напряжения? Почему?
9. Какова последовательность выбора проводников линий по допустимой потере напряжения?
12. Какова зависимость индуктивного сопротивления проводов от их сечения?
13. Какие наименьшие сечения алюминиевых и сталеалюминевых проводов допускаются по условию механической прочности для линий напряжением выше 1 кВ?
14. От чего зависит допустимый ток по нагреву линий электропередачи?
15. Чем обусловлено ограничение наименьших допустимых сечений проводов линий напряжения 110 кВ и выше?
16. Какому условию должны удовлетворять провода воздушных линий с учетом возмож-



1. Какие средства регулирования напряжения используют в распределительных сетях?
2. В чем различие трансформаторов с РПН и без РПН?
3. В чем заключается принцип встречного регулирования напряжения?
4. Какая информация необходима для выбора ответвлений двухобмоточных и трехобмоточных трансформаторов с РПН?
5. Как влияет установка компенсирующих устройств на потери мощности, потери напряжения?
6. Какими путями можно устранить в сети избыток реактивной мощности в сети?
7. Какие компенсирующие устройства могут работать как в режиме выдачи, так и в режиме потребления реактивной мощности?
8. В чем заключаются особенности конструкции устройства регулирования напряжения с РПН по сравнению с устройством без РПН?
9. Какое влияние оказывают режимы напряжений на потери активной мощности в элементах электрической сети?
10. Почему устройства РПН устанавливают преимущественно на стороне высшего напряжения трансформатора?
11. Каковы причины отклонения напряжения от номинального значения?

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если при проведении собеседования студент показал наличие глубоких исчерпывающих знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой; грамотное и логически стройное изложение материала при ответе; умение в полной мере аргументировать собственную точку; наличие презентации.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если при проведении собеседования студент показал наличие достаточных знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой; грамотное изложение материала при ответе; попытки аргументировать собственную точку; наличие презентации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если при проведении собеседования студент показал наличие поверхностных знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение основной литературой; грамотное изложение материала при ответе с отдельными недочетами и ошибками; отсутствие умения в полной мере аргументировать собственную точку.

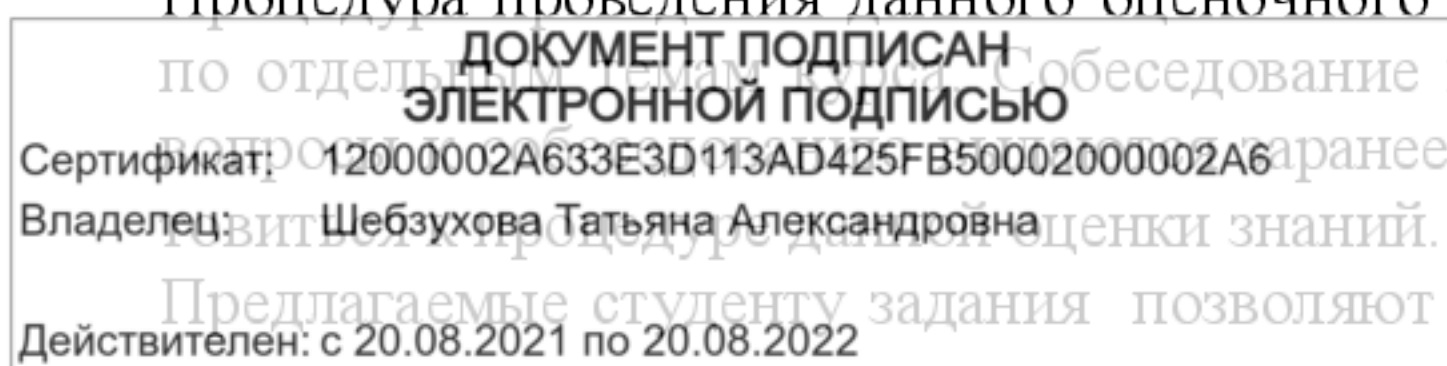
Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если при проведении собеседования студент показал отсутствие знаний по изучаемой проблематике; неумение ориентироваться в информационном пространстве; поверхностное усвоение основной литературы; отсутствие умения в полной мере аргументировать собственную точку.

2. Описание шкалы оценивания

Рейтинговая оценка знаний студента ЗФО не предусмотрена.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя собеседование по отдельным вопросам, которое проводится во время практического занятия, чтобы у студента была возможность подготовиться к процедуре оценки знаний. Предлагаемые студенту задания позволяют проверить профессиональную компетенцию



ПК-1, ПК-2. Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного состоят в уровне сложности вопросов. Для ответа на вопросы базового уровня достаточно владения материалом конспекта, для ответа на вопросы повышенного уровня требуется владение дополнительным материалом, демонстрации умения обобщать материал и делать выводы.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо ознакомиться с конспектом лекций, дополнительной литературой и/или информационными источниками. Как правило, у студента есть возможность для подготовки в течение одной-двух недель после окончания изучения темы (тем) курса.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования презентационным материалом, выдержками из журналов (газет), если таковые использовались при подготовке к собеседованию.

При проверке задания, оцениваются:

- наличие глубоких исчерпывающих знаний по изучаемой проблематике;
- умение ориентироваться в информационном пространстве;
- использование и усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;
- грамотное и логически стройное изложение материала при ответе;
- умение в полной мере аргументировать собственную точку.

Пример оценочного листа

Оценочный лист (ФИО студента) по собеседованию

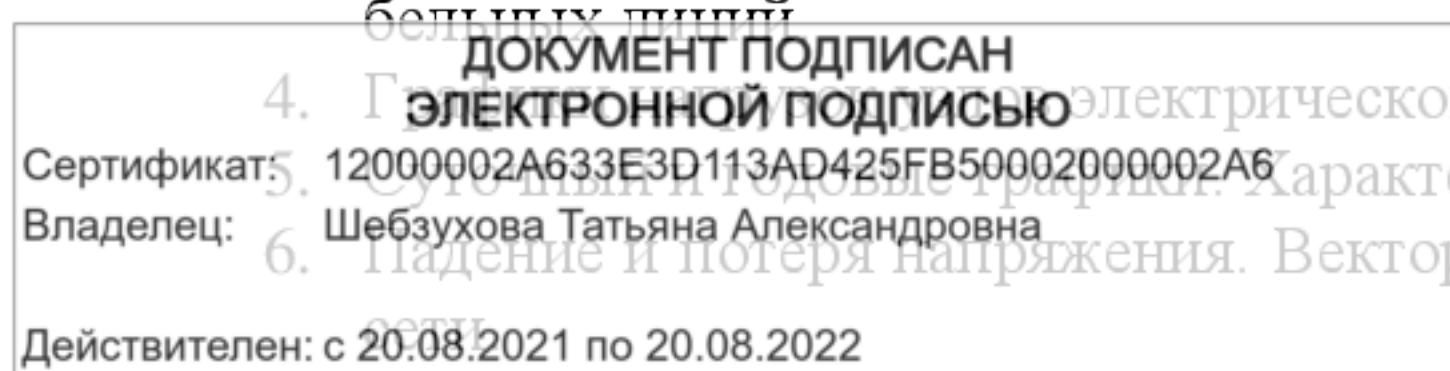
Темы	Критерии оценки				Итого
	Изложен материал	Усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой	Аргументация собственной точки зрения	Наличие презентации	
Тема 3					
Тема 4					
Тема 6					
Тема 7					
Тема 5					
Тема 6					
Тема 7					

Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену 5 семестр

Знать:

1. Технологическая схема производства электроэнергии. Энергетическая и электрическая системы.
2. Электрические сети и их классификация. Системообразующие, питающие, распределительные сети. Виды электроустановок и их номинальные данные.
3. Элементы конструкции электрических сетей. Конструкция воздушных линий, основные виды опор, стандарты на провода, расщепление проводов. Конструкция кабельных линий.
4. Гидравлическая и электрическая сети. Типовые графики.
5. Суточные и годовые графики. Характеристики графиков нагрузок.
6. Падение и потеря напряжения. Векторные диаграммы токов и напряжений участка



Уметь:

Владеть:

1. Схемы замещения воздушных линий. Определение параметров схем замещения воздушных линий.
2. Схемы замещения кабельных линий. Определение параметров схем замещения кабельных линий.
3. Схемы замещения двухобмоточных трансформаторов. Определение параметров схем замещения.
4. Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов. Определение параметров схем замещения.
5. Схемы замещения и особенности работы автотрансформаторов. Параметры схемы замещения.
6. Однородная сеть. Правило моментов для однородной сети. Свойства однородной сети.
7. Правило моментов в токах и мощностях для однородной сети и область применения.
8. Представление источников и нагрузок при расчетах установившихся режимов электрических сетей. Статические характеристики нагрузок.
9. Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей. Точные и приближенные методы расчета потерь электроэнергии в сети с одним и несколькими нагрузочными узлами.
10. Методы преобразования сети. Объединение концевых источников питания.
11. Метод контурных уравнений и его использование для расчета сложноразомкнутых сетей.
12. Метод уравнений узловых напряжений и его использование для расчета сложноразомкнутых сетей.
13. Метод коэффициентов токораспределения и потокораспределения. Его использование для расчета сложноразомкнутых сетей.
14. Сопоставление методов расчета сложноразомкнутых сетей. Области применения, особенности отдельных методов, их достоинства и недостатки.

Вопросы к экзамену 6 семестр

Знать:

1. Принципы разработки вариантов. Балансы мощностей.
2. Этапы проектирования электрической сети.
3. Балансы мощности и энергии в электроэнергетических системах. Связь балансов мощностей с параметрами качества.
4. Способы и средства регулирования напряжения. Местное и централизованное регулирование напряжения.
5. Местное и централизованное регулирование напряжения. Проверка допустимости централизованного регулирования.
6. Регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств. Виды компенсирующих устройств, регулирование их мощности.
7. Критерии экономической эффективности вариантов развития сети.

Уметь:

Владеть: **ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

- менее двух.
3. Электрический расчет сети при задании нагрузок статическими характеристиками.
 4. Электрический расчет сети с двухсторонним питанием при равных напряжениях по концам передачи в токах. Правило моментов в токах. Векторные диаграммы токов и напряжений участка сети.
 5. Электрический расчет сети с двухсторонним питанием при равных напряжениях по концам передачи в мощностях. Правило моментов в мощностях. Векторные диаграммы токов и напряжений.
 6. Электрический расчет сети с двухсторонним питанием при разных напряжениях по концам передачи. Векторные диаграммы токов и напряжений сети с двухсторонним питанием.
 7. Экономическое распределение нагрузок между разнотипными агрегатами электростанции
 8. Способы и средства регулирования напряжения. Устройства РПН и ПБВ Регулирование напряжения с помощью РПН на трансформаторах.
 9. Способы и средства регулирования напряжения. Регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств. Выбор мощности компенсирующих устройств по критерию качества.
 10. Способы и средства регулирования напряжения. Регулирование напряжения изменением параметров сети. Продольная и поперечная компенсация параметров сети.
 11. Способы и средства регулирования напряжения. Продольное и поперечное регулирование. Линейные регуляторы и вольтодобавочные трансформаторы.
 12. Способы и средства регулирования напряжения. Сопоставление методов и средств регулирования напряжения по техническим и экономическим показателям.
 13. Методы минимизации функции затрат при условиях связи и режимных ограничениях
 14. Минимизация потерь активной мощности. Определение оптимальной загрузки источников реактивной мощности из условия минимума потерь
 15. Метод экономических интервалов и его использование для выбора сечений линий электропередачи. Достоинства и недостатки метода.
 16. Метод экономической плотности тока и его использование для выбора сечений линий электропередачи. Достоинства и недостатки метода.
 17. Особенности выбора сечений в кольцевых и разомкнутых сетях.
 18. Условия и методы проверки сечений проектируемых и существующих ЛЭП по допустимому току.
 19. Выбор номинального напряжения сети.
 20. Техничко-экономическое сопоставление вариантов развития сети

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он знает характеристики электрических систем и сетей; конструктивное выполнение элементов электрических сетей; характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы; качество электроэнергии и его регулирование; экономичные режимы работы электроэнергетических систем. Умеет проводить анализ режимов работы электрических сетей; расчёты режимов электрических сетей; проектирование электрических сетей питающих энергосистем.

При проведении экзамена студент показал наличие достаточных знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение полученных знаний с дополнительной литературой; грамотное изложение материала, умение аргументировать собственную точку зрения.

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

стики и параметры элементов электроэнергетической системы; качество электроэнергии и его регулирование; экономичные режимы работы электроэнергетических систем. Умеет проводить анализ режимов работы электрических сетей; расчёты режимов электрических сетей; проектирование электрических сетей питающих энергосистем. При проведении экзамена студент показал наличие достаточных знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение основной литературой; грамотное изложение материала при ответе.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он демонстрирует низкий уровень знаний характеристик электрических систем и сетей; конструктивного выполнения элементов электрических сетей; характеристик и параметров элементов электроэнергетической системы; качества электроэнергии и его регулирования; экономичных режимов работы электроэнергетических систем. Умеет с трудом проводить анализ режимов работы электрических сетей; расчёты режимов электрических сетей; проектирование электрических сетей питающих энергосистем. При проведении экзамена студент показал наличие поверхностных знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение основной литературой; грамотное изложение материала при ответе с отдельными недочетами и ошибками; отсутствие умения в полной мере аргументировать собственную точку.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает характеристики электрических систем и сетей; конструктивное выполнение элементов электрических сетей; характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы; качество электроэнергии и его регулирование; экономичные режимы работы электроэнергетических систем. Не умеет проводить анализ режимов работы электрических сетей; расчёты режимов электрических сетей; проектирование электрических сетей питающих энергосистем.

2. Описание шкалы оценивания

Рейтинговая оценка знаний студента ЗФО не предусмотрена.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются два вопроса: по одному вопросу из категорий «знать и уметь, владеть».

Для подготовки по билету отводится 30 минут.

Оценочные средства для курсового проекта

Тема «Проектирование замкнутой районной электрической сети».

1. Теоретический раздел.		ПК-1	ПК-2
Знает: - схемы ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна - простые конструкции электро- Действителен с 20.08.2021 по 20.08.2022,		ИД-5ПК-1 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации систем электроснабжения	+

- проблемы и перспективы развития систем и сетей	ИД-2 _{ПК-1} Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения		
Умеет: Владеет: Анализ состояния изучаемой проблемы на основе обзора научной, научно-информационной, справочной литературы.	ИД-5 _{ПК-1} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации систем электроснабжения	+	
2. Проектный раздел			
Умеет: Владеет: Расчет напряжения электрической сети. Выбор и проверка сечений ВЛ. Выбор трансформаторов. Анализ и обоснование схем электрической сети и понизительных подстанций. Разомкнутая электрическая сеть. Анализ и обоснование схем электрической сети и понизительных подстанций. Замкнутая электрическая сеть. Технико-экономическое сравнение вариантов электрической сети. Обоснование оптимального варианта. Приведение нагрузок узлов к стороне высшего напряжения. Расчет установившегося режима электрической сети. Расчет напряжений на вторичной обмотке трансформаторов. Регулирование напряжения. Оценка экономической эффективности электрической сети. Расчет конструктивной части ВЛ	ИД-1 _{ПК-2} Рассчитывает параметры электрооборудования систем электроснабжения ИД-2 _{ПК-1} Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения ИД-3 _{ПК-1} Обосновывает выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения, учитывая технические ограничения ИД-5 _{ПК-1} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации систем электроснабжения ИД-2 _{ПК-2} Рассчитывает режимы работы систем электроснабжения	+	+
Графическая часть 1. Чертёж промежуточной одноцепной опоры 2. Однолинейная электрическая схема сети	ИД-2 _{ПК-1} Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения	+	

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он показал глубокое и хорошо аргументированное понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации систем электроснабжения; применение аналитических методов; проявление навыков работы с проектом и ходом его выполнения.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен с 20.08.2021 по 20.08.2022

если он показал глубокое и хорошо аргументированное понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации систем электроснабжения; применение аналитических методов; проявление навыков работы с проектом и ходом его выполнения.

ты студента в данной области. Оформление курсового проекта и графического материала соответствует предъявляемым требованиям с наличием необходимой библиографии. Защита курсового проекта показала повышенную подготовленность студента и его склонность к аналитической и проектной работе.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если присутствует аргументированное обоснование проектных решений; четкая формулировка и понимание изучаемой проблемы; использование ограниченного числа литературных источников, но достаточного для проведения проектирования. Работа основана на среднем по глубине анализе изучаемой проблемы и при этом сделано незначительное число обобщений. Содержание проекта и ход защиты указывают на наличие практических навыков работы студента в данной области. Оформление курсового проекта и графического материала соответствует предъявляемым требованиям с наличием необходимой библиографии. Ход защиты курсового проекта показал достаточную теоретическую и практическую подготовку студента.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если присутствует достаточное обоснование проектных решений, но отсутствует глубокое понимание рассматриваемой проблемы. В библиографии даны в основном ссылки на стандартные литературные источники. Труды, необходимые для всестороннего изучения проблемы, использованы в ограниченном объеме. Заметна нехватка компетентности студента в данной области знаний. Оформление курсового проекта и графического материала с элементами небрежности. Защита курсового проекта показала удовлетворительную теоретическую и практическую подготовку студента, ограниченную склонность к научной работе.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если проектные решения ошибочны. суждения по исследуемой проблеме не всегда компетентны. Неточности и неверные выводы по изучаемой литературе. Курсовой проект и графический материал оформлен с элементами заметных отступлений от принятых требований. Во время защиты студентом проявлена ограниченная научная эрудиция.

2. Описание шкалы оценивания

Рейтинговая оценка знаний студента ЗФО не предусмотрена.

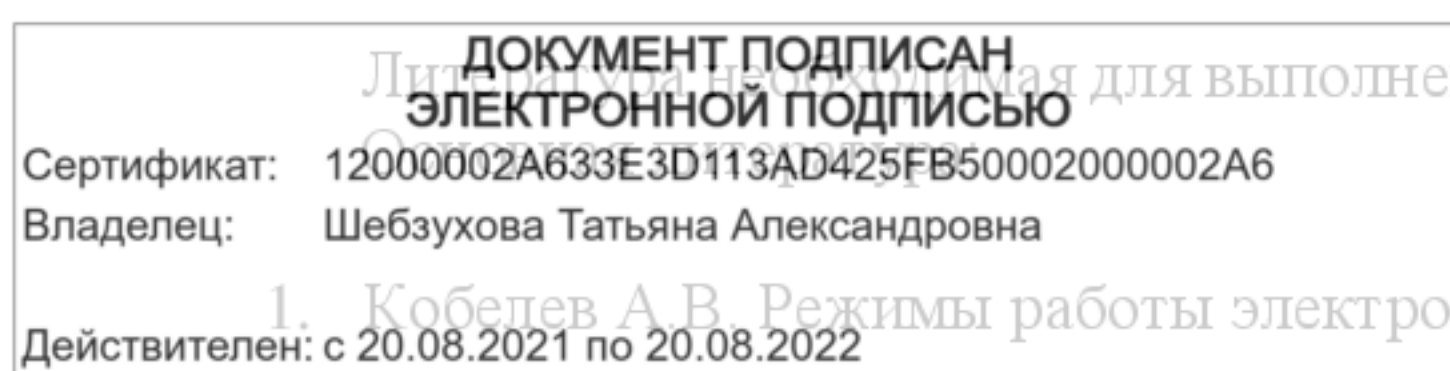
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия осуществляется в соответствии Положением о выполнении и защите курсовых работ (проектов) в СКФУ.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить профессиональные компетенции ПК-1 и ПК-2.

Для выполнения курсовой работы по дисциплине необходимо:

- первый этап (1-2 неделя) - составление плана работы и календарного плана работы на весь период;
- второй этап (3-4 неделя) - систематическая работа над литературой: сбор и анализ материала по рассматриваемой теме;
- на третьем этапе (5-16 недели) – работа над основной частью курсового проекта, которая содержит теоретическую и проектную части;
- на четвертом этапе (17-18 недели) – оформление и предоставление проекта на кафедру.



- : учебное пособие для бакалавров и магистров направления «Электроэнергетика» / А.В. Кобелев, С.В. Кочергин, Е.А. Печагин. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 80 с. — 978-5-8265-1411-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64564.html>
2. Русина, А. Г. Балансы мощности и выработки электроэнергии в электроэнергетической системе : учебно-методическое пособие / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 55 с. — ISBN 978-5-7782-1935-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45078.htm>
 3. Ананичева, С. С. Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах : учебное пособие / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 176 с. — ISBN 978-5-7996-1784-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65910.html>
 4. Фадеева, Г. А. Проектирование распределительных электрических сетей : учебное пособие / Г. А. Фадеева, В. Т. Федин ; под редакцией В. Т. Федина. — Минск : Вышэйшая школа, 2009. — 365 с. — ISBN 978-985-06-1597-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20124.html>
 5. Дополнительная литература:
 6. Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Шаталов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2014. — 140 с. — 978-5-9596-1059-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47317.html>
 7. Короткевич, М. А. Эксплуатация электрических сетей : учебник / М. А. Короткевич. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 351 с. — ISBN 978-985-06-2397-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/35574.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru>

Электронно-библиотечная система IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>

Информационные справочные системы:

<http://docs.cntd.ru/> Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
ТЕХЭКСПЕРТ

Профессиональные справочные системы Техэксперт <http://vuz.kodeks.ru/>

При проверке задания, оцениваются:

- использование и усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;
- своевременное выполнение работы;
- последовательность выполнения работы;
- точность расчетов;
- наличие выводов;
- обоснованность выводов;

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН	
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Щебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

- соответствие работы методическим указаниям.

- наличие глубоких и исчерпывающих знаний по изучаемой проблематике;

- грамотное и логичное изложение материала при ответе;

- умение в полной мере аргументировать собственную точку;
- своевременность выполнения задания;
- соответствие работы теме задания.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022