

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о подписи:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 16:41:58

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

И.о. заведующего кафедрой
физики, электротехники и электроэнергетики
Масютина Г.В.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Передача и распределение электрической энергии в системах электроснабжения
Квалификация выпускника	Бакалавр
Форма обучения	очная
Год начала обучения	2021 г
Реализуется в 5,6 семестре	

Предисловие

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

2. Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации на основе программы по дисциплине **Электроэнергетические системы и сети** в соответствии с образовательной программой по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденной на заседании Учёного совета СКФУ протокол № от «__» _____ г.

3. Разработчик(и) _____

4. ФОС рассмотрен и утвержден на заседании кафедры физики, электротехники и электроэнергетики, Протокол №__ от «__» _____ г.

5. ФОС согласован с выпускающей кафедрой физики, электротехники и электроэнергетики, Протокол №__ от «__» _____ г.

6. Проведена экспертиза ФОС. Члены экспертной группы, проводившие внутреннюю экспертизу:

Председатель _____ (Ф.И.О., должность)

_____ (Ф.И.О., должность)

_____ (Ф.И.О., должность на предприятии).

Экспертное заключение _____

«__» _____ (подпись председателя)

«__» _____ (подпись представителя работодателя)

7. Срок действия ФОС _____

Паспорт фонда оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

По дисциплине Электроэнергетические системы и сети
 Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
 Профиль Передача и распределение электрической энергии в системах электроснабжения
 Квалификация выпускника бакалавр
 Форма обучения очная
 Учебный план 2021 г.
 Изучается в 5 и 6 семестрах

Код оцен ивае мой комп етенц ии)	Этап форми рования компете нции (№темы)	Средства и технологии и оценки	Тип контроля	Вид контроля	Наименова ние оценочного средства	Количество заданий для каждого уровня	
						Базо вый	Пов ыше нны й
ПК-1 ПК-2	1-35	Экзамен	Устный	Промежуточ ный	Вопросы к экзамену	30	17
ПК-1 ПК-2	1-35	Защита курсового ролекта	письменный	Промежуточ ный (курсовой проект)	Оценочные средства для курсового проекта		
ПК-1 ПК-2	13-32	Письменн ый отчет о решении разноуров невых и проблемн ых задач	Письменный	Текущий	Комплект заданий для решения разноуровн евых и проблемны х задач	13	4
ПК-1 ПК-2	1-35	Собеседо вание	Устный	Текущий	Вопросы для собеседова ния	51	34
ПК-1 ПК-2	1-35	Выполнен ие контроль ной работы	Письменный	Текущий	Индивидуа льные задания	10	10

Составитель _____
 (подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой _____

«__» _____ 201__ г.

Комплект разноуровневых задач
по дисциплине Электроэнергетические системы и сети
(наименование дисциплины)

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)

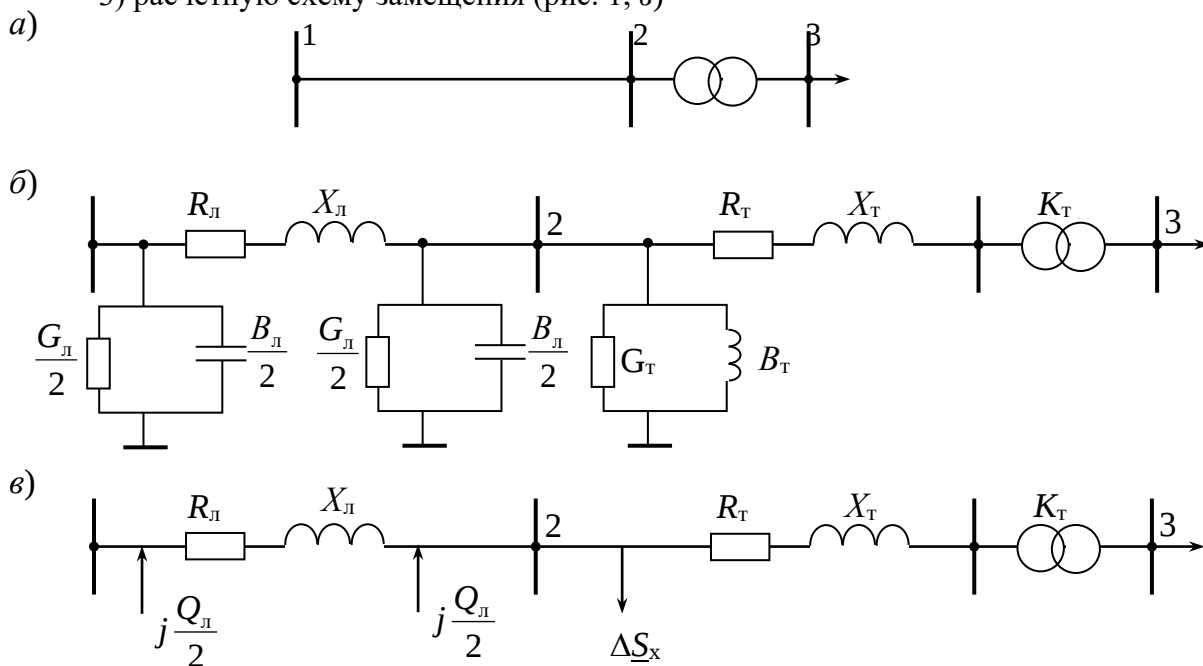


Рис. 1. Схемы сети: а – принципиальная; б – замещения; в – расчетная

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	
20		400/51	8,0	120	
					АТДЦТН-200000/220
					АТДЦТН-250000/220

Таблица 2

Количественная характеристика элементов сети

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:

- 1) активное сопротивление, Ом/км, Ом;
- 2) реактивное сопротивление, Ом/км, Ом;
- 3) емкостную (реактивную) проводимость, См/км, См;
- 4) зарядную мощность, Мвар/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):

- 1) активные сопротивления обмоток, Ом;
- 2) реактивные сопротивления обмоток, Ом;
- 3) активные проводимости, См;
- 4) реактивные проводимости, См;
- 5) 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 за эталонный метод графического интегрирования.

Результаты расчетов свести в таблицу 5.

Таблица 3

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 и нагрузочные потери. Расчеты нагрузочных потерь энергии выполнить:

а) методом графического интегрирования (по заданному графику нагрузки);

б) метод 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					

2. Задачи реконструктивного уровня

Задания по разделу: Расчёты режимов электрических сетей

ЗАДАЧА № 6

Для линии электропередачи номинальным напряжением U_n , кВ, длиной l км, выполненной проводом марки АС, с нагрузкой в конце линии $\underline{S}_2$ и напряжением в конце линии U_2 определить:

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 l , $\underline{S}_2$ 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 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 S_1 и напряжение в конце линии U_2 , если известны нагрузка в конце линии 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 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-240/32	45	$45+j18$	111
13	2×АС-240/32	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, напряжении 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.

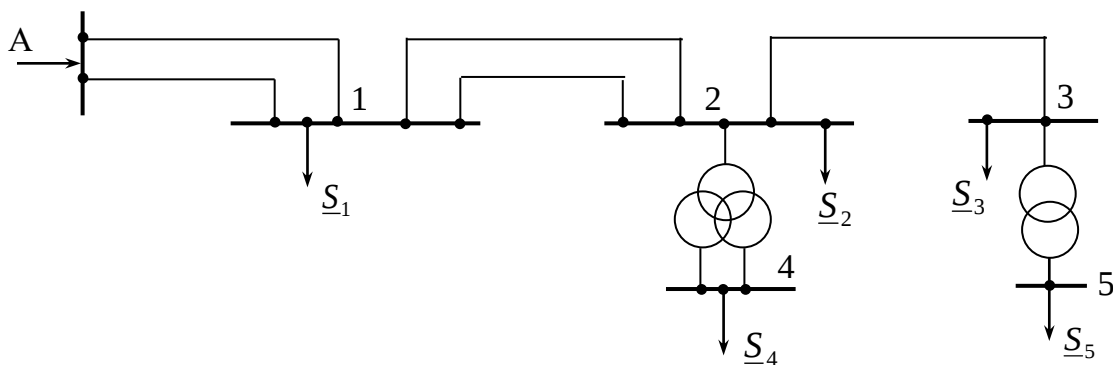


Рис. 2. Схема разомкнутой электрической сети с одним номинальным напряжением

Таблица 10

Исходная информация о параметрах схемы сети

Номер варианта	Сечение проводов длина(км) участков сети			Тип и мощность трансформаторов	
	А – 1	1 – 2	2 – 3	в узле 2	в узле 3
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

Номер анта	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	$\frac{35}{0,95}$	$\frac{8}{0,95}$	$\frac{5}{0,9}$	$\frac{35}{0,92}$	$\frac{12}{0,9}$	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, напряжениях 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.

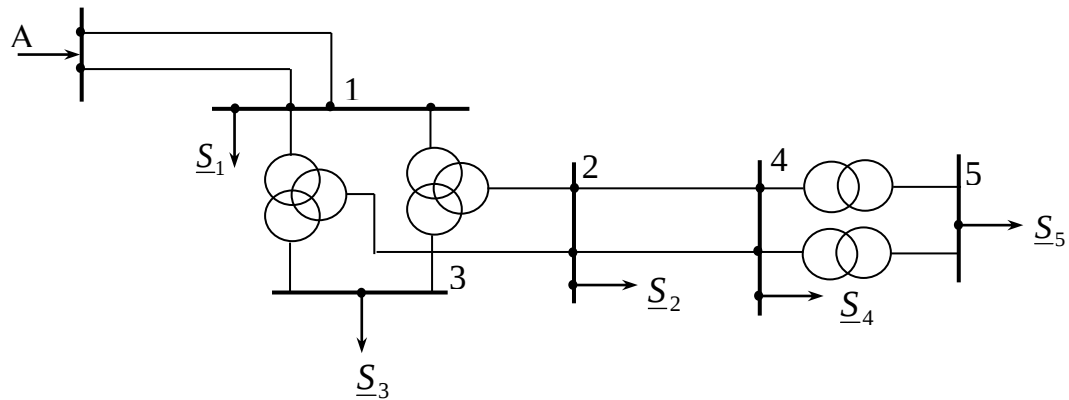


Рис. 3. Схема разомкнутой электрической сети с двумя номинальными напряжениями

ЗАДАЧА № 12

Определить наибольшую потерю напряжения и потери мощности в распределительной сети 10 кВ, представленной на рис. 4. Исходная информация о параметрах схемы сети и нагрузках узлов приведена в табл. 14.

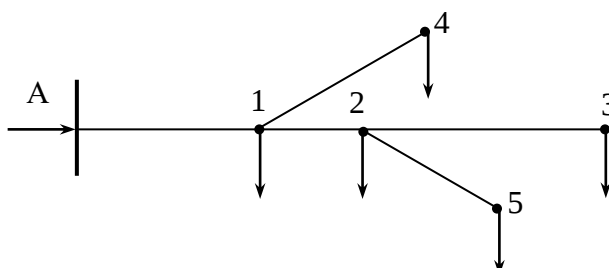


Рис. 4. Схема распределительной сети 10 кВ

Таблица 12

Исходная информация о параметрах схемы

Номер варианта	Сечение проводов длина(км) участков сети		Тип и мощность трансформаторов	
	А – 1	2 – 4	в узле 1	в узле 4
1	$\frac{AC - 240 / 32}{45}$	$\frac{AC - 120 / 19}{10}$	ТДТН-63000/ 115/38,5/11	ТДН- 6300/36,75/10,5
2	$\frac{AC - 240 / 32}{38}$	$\frac{AC - 120 / 19}{7}$	ТДТН-63000/ 115/38,5/11	ТДН- 10000/36,75/10,5
3	$\frac{AC - 185 / 29}{30}$	$\frac{AC - 70 / 11}{5}$	ТДТН-40000/ 115/38,5/11	ТМН- 6300/36,75/10,5
4	$\frac{AC - 240 / 32}{35}$	$\frac{AC - 120 / 19}{8}$	ТДТН-40000/ 115/38,5/11	ТМН- 10000/36,75/10,5

5	$\frac{AC - 185 / 29}{32}$	$\frac{AC - 70 / 11}{6}$	ТДТН-25000/ 115/38,5/11	ТМН- 4000/35/11
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 линии	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	$\frac{25}{0,92}$	$\frac{9}{0,93}$	$\frac{4}{0,9}$	$\frac{7}{0,95}$	$\frac{2}{0,95}$	118,5
8	$\frac{17}{0,9}$	$\frac{25}{0,92}$	$\frac{18}{0,9}$	$\frac{6,5}{0,92}$	$\frac{5,2}{0,9}$	119,5
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

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					Напряж U_A , 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
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

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.

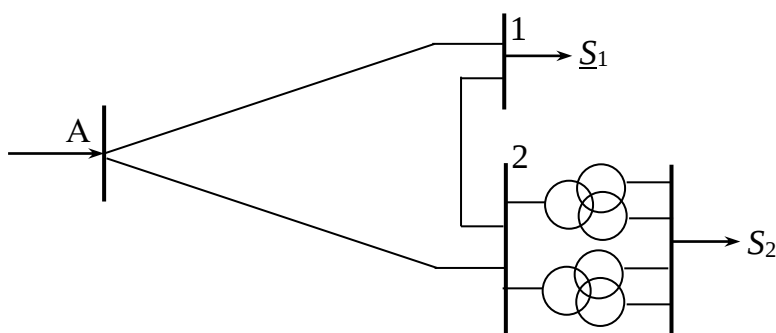


Рис. 5. Схема замкнутой сети

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 коэффициент мощности		Напряжение U_A , кВ
	A-1	1-2	A-2		$S_1/\cos \varphi_1$	$S_2/\cos \varphi_2$	
1	$\frac{AC - 240 / 32}{40}$	$\frac{AC - 240 / 32}{18}$	$\frac{AC - 240 / 32}{50}$	ТРДН-40000/115/10,5/10,5	$\frac{45}{0,95}$	$\frac{52}{0,92}$	120
2	$\frac{AC - 240 / 32}{38}$	$\frac{AC - 120 / 19}{25}$	$\frac{AC - 240 / 32}{40}$	ТРДН-40000/115/10,5/10,5	$\frac{47}{0,9}$	$\frac{50}{0,95}$	121
3	$\frac{AC - 185 / 29}{28}$	$\frac{AC - 185 / 29}{15}$	$\frac{AC - 185 / 29}{32}$	ТРДН-25000/115/10,5/10,5	$\frac{37}{0,95}$	$\frac{33}{0,9}$	119
4	$\frac{AC - 240 / 32}{40}$	$\frac{AC - 240 / 32}{20}$	$\frac{AC - 240 / 32}{40}$	ТРДН-25000/115/10,5/10,5	$\frac{57}{0,94}$	$\frac{35}{0,95}$	120,5

5	$\frac{AC - 240 / 32}{45}$	$\frac{AC - 240 / 32}{30}$	$\frac{AC - 240 / 32}{50}$	ТРДН- 40000/115/10,5/10,5	$\frac{38}{0,92}$	$\frac{56}{0,95}$	118
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

3. Задания творческого уровня

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.

Результаты расчетов представить в виде:

1) структурной схемы сети с результатами расчетов по выбору параметров сети;

2) табл. 17, 18.

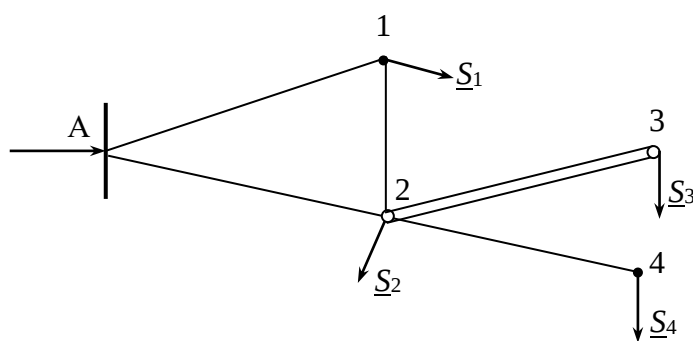


Рис. 6. Схема сети

Таблица 16

Исходные данные по длинам линий и по нагрузкам

Номер варианта	Длины участков, км					Нагрузки узлов, МВ·А			
	А – 1	1 – 2	А – 2	2 – 3	2 – 4	$\underline{S}_1$	$\underline{S}_2$	$\underline{S}_3$	$\underline{S}_4$
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				
	А-1	1-2	А-2	2-3 (одной цепи)	2-4
Расчетный ток, А					
Расчетное сечение, мм ²					
Стандартное сечение, мм ²					

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 $T_{нб1} = 5100$ ч, $T_{нб2} = 4200$ ч, $T_{нб3} = 3500$ ч, $T_{нб4} = T_{нб5} = 4500$ ч. Выбрать сечения проводов для участков сети, воспользовавшись методом экономической плотности тока.

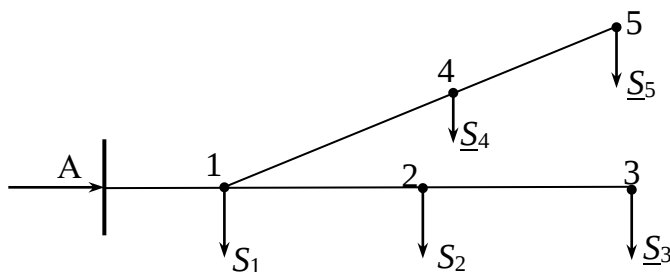


Рис. 7. Схема сети 10 кВ

Таблица 19

Исходные данные по длинам линий и по нагрузкам

Номер варианта	Длины линий, км					Нагрузка, МВ·А				
	A-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	7	1	2	4	1	$\frac{0,5}{0,92}$	$\frac{0,4}{0,9}$	$\frac{0,3}{0,95}$	$\frac{0,4}{0,92}$	$\frac{0,3}{0,95}$
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
А-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 принять $\gamma = 32 \frac{\text{М}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}$.

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

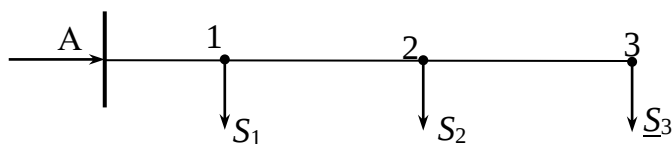


Рис. 8. Схема сети

Таблица 21

Исходные данные по длинам участков сети и по нагрузкам

Номер варианта	Длины участков сети, км			Нагрузки, МВ·А		
	А-1	1-2	2-3	$\underline{S}_1$	$\underline{S}_2$	$\underline{S}_3$
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	4	4	2	$0,9+j0,5$	$0,6+j0,3$	$0,7+j0,3$
6	6	4	2	$1,6+j0,4$	$0,7+j0,4$	$0,3+j0,1$
7	5	3	2	$1,2+j0,5$	$0,6+j0,2$	$0,5+j0,2$
8	2	5	1	$0,9+j0,4$	$0,5+j0,2$	$0,4+j0,1$
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 регулирован ия	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 высшему напряжению, U_3^B и U_2^B соответственно (табл. 23).

Требуется выбрать ответвления на обмотках высшего и среднего напряжений, если желаемое напряжение на шинах 10 кВ в режиме наибольших нагрузок $U_{3\text{желнб}} = 1,05U_H = 10,5$ кВ; в режиме наименьших нагрузок $U_{3\text{желнм}} = 1,0U_H = 10$ кВ; на шинах 35 кВ в обоих режимах $U_{2\text{жел}} = 36,5$ кВ.

Таблица 23

Исходные данные о напряжениях

Номер варианта	Напряжение, приведенное к высшему напряжению			
	в режиме наибольших нагрузок		в режиме наименьших нагрузок	
	$U_{2\text{нб}}^B$, кВ	$U_{3\text{нб}}^B$, кВ	$U_{2\text{нм}}^B$, кВ	$U_{3\text{нм}}^B$, 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 25

Результаты выбора ответвлений трансформатора

Шины	Приведенное напряжение, кВ	Расчетное напряжение ответвления, кВ	Стандартное ответвление		Действительное напряжение, кВ	Отклонение действительно го напряжения от желаемого, %
			кВ	%		
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

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

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 данному оценочному мероприятию необходимо ознакомиться с конспектом лекций, основной и дополнительной 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	
Итого	

Составитель _____ А.Т.Ростова
(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой _____
«__» _____ 201_ г.

Вопросы для собеседования
по дисциплине _ Электроэнергетические системы и сети

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

Базовый уровень

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?

Повышенный уровень

12. В чем состоит особенность расчета сопротивлений для трехобмоточного трансформатора по сравнению с двухобмоточным?
13. Какими конструктивными параметрами линии можно влиять на величину ее реактивного сопротивления?
14. Какими конструктивными параметрами воздушной линии можно влиять на величину ее реактивной проводимости?

Вопросы по разделу: «Анализ режимов работы электрических сетей»

Базовый уровень

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?

Повышенный уровень

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»

Базовый уровень

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 допущение принимается при расчете режима разомкнутой сети на первом этапе?
16. Каким образом учитываются поперечные ветви при расчете режима разомкнутой сети?
17. Какие сети называются замкнутыми? Назовите виды замкнутых сетей. В чем их преимущество?
18. Что понимают под расчетной нагрузкой узла замкнутой сети?

Повышенный уровень

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 потокоораздела и как она выбирается?

27. Каковы особенности правила моментов для однородной сети?

28. Как уточнить потокооразделение с учетом потерь мощности?

29. Как выполняется расчет режима линии с двусторонним питанием, если точки потокоораздела 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

Базовый уровень

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?

Повышенный уровень

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 возможности появления короны?

Вопросы по разделу: Качество электроэнергии и его регулирование

Базовый уровень

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?

Повышенный уровень

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?

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.

Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

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 темам курса. Собеседование проводится во время практического занятия, вопросы к собеседованию выдаются заранее, чтобы у студента была возможность подготовиться к процедуре данной 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 материала	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					

Составитель _____
(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой _____
«__» _____ 201__ г.

Вопросы к экзамену
по дисциплине _ Электроэнергетические системы и сети _
Вопросы к экзамену

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. Графики нагрузок узлов электрической сети. Типовые графики.
5. Суточный и годовые графики. Характеристики графиков нагрузок.
6. Падение и потеря напряжения. Векторные диаграммы токов и напряжений участка сети.

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:

1. Электрический расчет в токах разомкнутой сети с числом узлов нагрузок не менее двух.
2. Электрический расчет в мощностях разомкнутой сети с числом узлов нагрузок не 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. Технико-экономическое сопоставление вариантов развития сети

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 основной и знакомство с дополнительной литературой; грамотное изложение материала при ответе; попытки аргументировать собственную точку.

Оценка «хорошо» 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 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.

Описание шкалы оценивания

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Минимальное количество баллов, необходимое для допуска к экзамену, составляет 33 балла. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от 20 до 40 ($20 \leq S_{\text{экз}} \leq 40$), оценка меньше 20 баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
35 – 40	Отлично
28 – 34	Хорошо
20 – 27	Удовлетворительно

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.

Составитель _____
(подпись)

«___» _____ 20 ____ г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой _____
«__» _____ 201__ г.

Оценочные средства для курсового проекта
по дисциплине _ Электроэнергетические системы и сети

Тема «Проектирование замкнутой районной электрической сети».

Структура работы:

1. Теоретический раздел.		ПК-1	ПК-2
Знает: - схемы и основное оборудование электрических сетей, - простые конструкции электроэнергетических объектов, - проблемы и перспективы развития систем и сетей	ИД-5 _{ПК-1} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации системы электроснабжения объекта ИД-2 _{ПК-1} Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения объектов	+	
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 системы электроснабжения объекта	+	
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	ИД-1 _{ПК-2} Рассчитывает параметры электрооборудования системы электроснабжения объекта ИД-2 _{ПК-1} Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения объектов ИД-3 _{ПК-1} Обосновывает выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов,	+	+

подстанций. Замкнутая электрическая сеть. Техничко-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	учитывая технические ограничения ИД-5 _{ПК-1} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации системы электроснабжения объекта ИД-2 _{ПК-2} Рассчитывает режимы работы системы электроснабжения объекта		
Графическая часть 1. Чертёж промежуточной одноцепной опоры 2. Однолинейная электрическая схема сети	ИД-2 _{ПК-1} Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения объектов	+	

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он показал глубокое и хорошо аргументированное обоснование проектных решений; четкую формулировку и понимание изучаемой проблемы; широкое и правильное использование относящейся к теме литературы и примененных аналитических методов; проявлено умение делать обобщения на основе отдельных деталей. Содержание проекта и ход защиты указывают на наличие навыков работы 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.

1. Описание шкалы оценивания

Максимальная сумма баллов по **курсовому проекту** устанавливается в **100** баллов и переводится в оценку по 5-балльной системе в соответствии со шкалой:

Шкала соответствия рейтингового балла 5-балльной системе

Рейтинговый балл	Оценка по 5-балльной системе
88 – 100	Отлично
72 – 87	Хорошо
53 – 71	Удовлетворительно
< 53	Неудовлетворительно

2. 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.

Литература необходимая для выполнения основных заданий курсовой работы:

Основная литература:

1. Кобелев А.В. Режимы работы электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : 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>

Дополнительная литература:

1. 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>

2. 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>

Методическая литература:

1. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети».

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

1. Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>

Информационные справочные системы:

1. <http://docs.cntd.ru/> Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации ТЕХЭКСПЕРТ
2. 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;
- соответствие оформления работы методическим указаниям.

При защите работы оцениваются:

- наличие глубоких исчерпывающих знаний по изучаемой проблематике;

- грамотное и логически стройное изложение материала при ответе;
- умение в полной мере аргументировать собственную точку;
- своевременность выполнения задания;
- соответствие работы теме задания.

Составитель _____
(подпись)

«____» _____ 20 ____ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой _____
«__» _____ 201__ г.

Комплект заданий для контрольной работы
по дисциплине _ Электроэнергетические системы и сети

Базовый уровень

Задание 1

1. Общая характеристика электрических систем и сетей
2. Понижающие и преобразовательные подстанции
3. Передача энергии переменным током на большие расстояния
4. Передача энергии постоянным током на большие расстояния
5. Основные элементы и общая характеристика воздушных линий
6. Общие сведения о кабельных линиях и условиях их работы
7. Представление электрических нагрузок в расчетных схемах
8. Векторная диаграмма линии электропередачи
9. Реактивная мощность
10. Компенсация реактивной мощности

Задание 2

1. Схемы замещения и параметры элементов электрических сетей
2. Параметры и схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов
3. Потери мощности и энергии в элементах электрической сети. Методы расчета. Мероприятия по снижению
4. Векторные диаграммы ЛЭП 35-110 кВ с одной или несколькими нагрузками.
5. Методы преобразования сетей.
6. Баланс мощностей в системе. Статические характеристики нагрузки. Регулирование частоты в системе
7. Показатели качества электрической энергии
8. Общие сведения о кабельных линиях и условиях их работы
9. Представление электрических нагрузок в расчетных схемах
10. Векторная диаграмма линии электропередачи

Повышенный уровень Задание 3

В задании предлагается выполнить расчёт режима максимальных нагрузок радиальной электрической сети, принципиальная схема которой приведена на рис. 1.

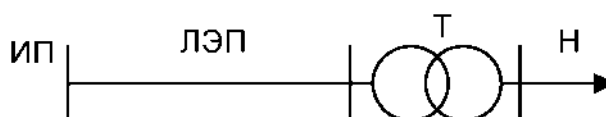


Рис. 1. Схема электрической сети

Исходные данные для расчёта.

Номинальное напряжение электрической сети $U_{\text{ном}} = 35$ кВ; номинальное напряжение электроприёмника $U = 10$ кВ.

По степени надёжности электроснабжения электроприёмники отнесены ко второй категории.

Параметры источника питания, электроприёмника (нагрузки) и линии электропередачи приведены в табл. 1 - 5.

Таблица 1

Напряжение источника питания, кВ

Вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_0	37,3	37,5	38,0	38,5	37,5	38,4	38,5	37,5	38,0	38,6

Таблица 2

Активная мощность электроприёмника, МВт

Вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_{max}	5	6	7	8	8	8	9	11	12	13

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.

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.

1. Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

2. 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 расчёта режима максимальных нагрузок 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	

Составитель _____ А.Т. Ростова
(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.