

Ястребов С. С.

Методические указания к выполнению курсовой работы

по дисциплине

**«Переходные процессы
в электроэнергетических системах»**

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки –

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Ставрополь 2025

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» для студентов электроэнергетического факультета, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профилю подготовки «Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов».

В методических указаниях к выполнению курсовой работы даны краткие сведения из теории, порядок выполнения курсовой работы, требуемый порядок оформления и защиты курсовой работы.

Составители: доцент кафедры электроснабжения и эксплуатации электрооборудования, кандидат физико-математических наук, доцент Ястребов С.С.

Содержание

1 Цели и задачи работы.....	4
2 Рекомендуемые темы курсовых работ	4
3 Требования к структуре работы с описанием требований и рекомендаций к каждому разделу.....	20
4 Список рекомендованных основных и дополнительных источников литературы.....	22
5 Требования к защите работы	23
6. Критерии оценки работы	24
Приложение 1	25
Приложение 2	26

1 Цели и задачи работы

Цель выполнения курсовой работы по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетических системах» заключается в приобретении навыков расчета токов коротких замыканий в системах электроснабжения.

Задачи работы:

- расчёт установившегося тока для заданных типов коротких замыканий и ударный ток для трехфазных коротких замыканий в заданных точках расчетной схемы;
- для заданного элемента сети построить графики мгновенного значения тока в фазах $i(t)$
- построение векторных диаграмм токов и напряжений в заданных точках расчетной схемы в аварийных режимах.

2 Рекомендуемые темы курсовых работ

Тема курсовой работы «Расчет аварийных режимов работы системы электроснабжения», задание выдается студентам индивидуально, по вариантам

Задание для выполнения курсовой работы.

Рассчитать установившийся ток для всех типов коротких замыканий и ударный ток для трехфазных коротких замыканий в заданных точках. В точке 1 рассчитать токи трехфазного, двухфазного на землю и однофазного на землю короткого замыкания, в точке 2 рассчитать токи двухфазного и трехфазного короткого замыкания, построить векторные диаграммы токов и напряжений установившегося аварийного режима в месте повреждения для несимметричных коротких замыканий. Для заданного элемента сети построить графики мгновенного значения тока в фазах $i(t)$ в диапазоне $t = 0..1$ с (за ноль принимается время возникновения аварийного режима) при трехфазном коротком замыкании в точке 2, без учета нагрузочного тока

предшествующего режима. В графической части должны быть приведены: исходная схема, расчётные схемы, векторные диаграммы, графики тока $i(t)$.

Задание выполняется по вариантам, которые приведены в таблице 1.

При расчетах принять следующее:

1. РПН трансформаторов в среднем положении (номинальный коэффициент трансформации)

2. Базовые номинальные напряжения ступеней:

I – 10,5 кВ

II – 115 кВ

III – 10,5 кВ

IV – 38,5 кВ

V – 230 кВ

3. Базовая мощность $S_б=1000$ МВА, нагрузки рассчитываются с использованием усредненных параметров $X''=0,35$

4. Средние значения ЭДС в момент возникновения КЗ в относительных единицах при номинальных условиях для:

электроэнергетических систем GS 1,0

турбогенераторов мощностью до 100 МВт 1,08

турбогенераторов мощностью 100–500 МВт 1,13

гидрогенераторов с демпферными обмотками 1,13

синхронных компенсаторов 1,20

синхронных электродвигателей 1,1

асинхронных электродвигателей 0,9

обобщенной нагрузки 0,85

5. Значения активных сопротивлений для отдельных элементов схемы замещения определяются приближенно из рекомендованных для элементов ЭЭС соотношений x/r .

для системы GS $x/r = 50$

генераторов G1, G2, $x/r = 45$

Для линий, трансформаторов используются соответствующие параметры, рассчитываемы из их паспортных данных (таблица 2-4 руководящие указания к РЗ, вып. 11), для нагрузки принять $\cos\varphi=0,8$.

6. Для системы принять $SGS = 1200 \text{ МВ} \cdot \text{А}$; $X(1)=0,25$, $X(1)=X(2)$; $X(0)=1,5 \cdot X(1)$; Для трансформаторов и для обобщенной нагрузки принять $X(1)=X(2)=X(0)$.

7. Для воздушных ВЛ принять $X(1)=X(2)$, $X(0)=3,5 \cdot X(1)$ для одноцепных ВЛ, $X(0)=5,5 \cdot X(1)$ для двухцепных ВЛ

Таблица 1. Данные для расчетов

№ вари-анта	Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Г1, Г2	Т1	Т2	Т3	Т4	LR1	LR2	SH1, MBA	SH2, MBA	SH3, MBA	SH4, MBA	Точка 1	Точка 2	Элемент для построения i(t)	№ Схемы
1.	АС-120 30 км	АС-150 20 км	АС-185 35 км	АС-50 15 км	ААБ-95 5 км	-	ТВС-32-2У3	ТД-40000/ 110-У1	ТД-40000/11 0-У1	ТДН-16000/ 110	ТМН-6300/1 10	-	РБДГ 10-2500- 0,35	10	5	2	1,5	К1	К4	Л3	1
2.	АС-150 45 км	АС-120 20 км	АС-150 15 км	АС-50 10 км	ААБ-95 4 км	АС0-240 30 км	ТВФ-63-2У3	ТД-63000/ 110-У1	-	ТРДН-25000/ 110	ТРДН-25000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	10	10	3	2	К1	К4	Л6	2
3.	АС-150 45 км	АС-185 15 км	АС-240 30 км	АС-50 20 км	ААБ-95 6 км	-	ТВФ-63-2Е	ТД-63000/ 110-У1	ТД-63000/11 0-У1	ТДН-10000/ 110	ТМН-2500/1 10	РБДГ 10-2500- 0,2	РБДГ 10-2500- 0,25	8	5	3	1	К1	К4	Л2	3
4.	АС-185 15 км	АС-150 20 км	АС-240 50 км	АС-50 10 км	ААБ-120 3 км	-	ТВФ-120- 2У3	ТДЦ-125000 /110- У1	АТДЦГ Н-63000/22 0/110	ТДН-10000/ 110	ТМН-16000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	9	10	1	4	К1	К4	Л1	4
5.	АС-185 15 км	АС-150 20 км	АС-240 50 км	АС-70 10 км	АС-95 3 км	-	ТВФ-110-2	ТДЦ-125000 /110- У1	-	ТДТН-16000/ 110	ТДТН-25000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	5	10	10	12	К1	К4	Т3**	5
6.	АС-120 10 км	АС-185 25 км	АС-150 30 км	АС-70 12 км	АС-95 15 км	АС-70 15 км	Т-6-2У3	ТД-16000/ 110-У1	АТДЦГ Н-125000/2 20/110	ТДТН-25000/ 110	ТДТН-40000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	2	5	15	10	К1	К4	Т1**	6
7.	АС-240* 60 км	АС-150 28 км	АС-185 20 км	АС-70 15 км	ААБ-95 5 км	АС0-240 30 км	ТВФ-63-2У3	ТДЦ-100000 /110- У1	-	ТРДН-16000/ 110	ТРДН-16000/ 110	РБДГ 10-4000- 0,18	РБДГ 10-2500- 0,25	8	9	3	4	К1	К4	Л3	7
8.	АС-185 15 км	АС-150 20 км	АС-240 50 км	АС-50 15 км	ААБ-95 5 км	-	ТВФ-63-2У3	ТД-63000/ 110-У1	ТД-40000/11 0-У1	ТДН-16000/ 110	ТМН-6300/1 10	-	РБДГ 10-2500- 0,35	10	5	2	1,5	К2	К5	Л1	1
9.	АС-185 15 км	АС-150 20 км	АС-240 50 км	АС-50 10 км	ААБ-95 4 км	АС0-240 30 км	ТВФ-63-2Е	ТД-63000/ 110-У1	-	ТРДН-25000/ 110	ТРДН-25000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	10	10	3	2	К2	К5	Л2	2
10.	АС-120 10 км	АС-185 25 км	АС-150 30 км	АС-50 20 км	ААБ-95 6 км	-	ТВФ-120- 2У3	ТДЦ-125000	ТДЦ-125000/1 10-У1	ТДН-10000/ 110	ТМН-2500/1 10	РБДГ 10-	РБДГ 10-2500- 0,25	8	5	3	1	К2	К5	Л3	3

№ вари- анта	Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Г1, Г2	Т1	Т2	Т3	Т4	LR1	LR2	SH1, МВА	SH2, МВА	SH3, МВА	SH4, МВА	Точка 1	Точка 2	Элемент для построени я i(t)	№ Схемы
								/110- У1				4000- 0,18									
11.	АС-240* 60 км	АС-150 28 км	АС-185 20 км	АС-50 10 км	ААБ-120 3 км	-	ТВФ-110-2	ТДЦ-125000 /110- У1	АТДЦТ Н- 200000/2 20/110	ТДН-10000/ 110	ТДН-16000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	9	10	1	4	К2	К5	Л1	4
12.	АС-120 30 км	АС-150 20 км	АС-185 35 км	АС-70 10 км	АС-95 3 км	-	Т-6- 2У3	ТД-16000/ 110-У1	-	ТДТН-16000/ 110	ТДТН-25000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	5	10	10	12	К2	К5	Т3**	5
13.	АС-150 45 км	АС-120 20 км	АС-150 15 км	АС-70 12 км	АС-95 15 км	АС-70 15 км	ТВФ-63-2У3	ТДЦ-100000 /110- У1	АТДЦТ Н- 125000/2 20/110	ТДТН-25000/ 110	ТДТН-40000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	2	5	15	10	К2	К5	Т4**	6
14.	АС-150 45 км	АС-185 15 км	АС-240 30 км	АС-70 15 км	ААБ-95 5 км	АС0-240 30 км	ТВС-32-2У3	ТД-40000/ 110-У1	-	ТРДН-25000/ 110	ТРДН-25000/ 110	РБДГ 10-2500- 0,35	РБДГ 10-2500- 0,25	10	10	3	4	К2	К5	Л2	7
15.	АС-185 40 км	АС-150 10 км	АС-150 45 км	АС-50 12 км	ААБ-95 5 км	-	ТВФ-120- 2У3	ТДЦ-125000 /110- У1	ТДЦ-125000/1 10-У1	ТДН-10000/ 110	ТМН-6300/1 10	-	РБДГ 10-2500- 0,35	10	5	2	1,5	К3	К6	Л1	1
16.	АС-150 25 км	АС-120 15 км	АС-150 20 км	АС-50 15 км	ААБ-120 4 км	АС-185 45 км	ТВФ-110-2	ТДЦ-125000 /110- У1	-	ТРДН-16000/ 110	ТРДН-16000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	10	10	3	2	К3	К6	Л6	2
17.	АС-150 45 км	АС-185 15 км	АС-240 30 км	АС-50 20 км	ААБ-95 6 км	-	Т-6- 2У3	ТД-16000/ 110-У1	ТД-63000/11 0-У1	ТДН-16000/ 110	ТМН-6300/1 10	РБДГ 10-2500- 0,2	РБДГ 10-2500- 0,25	8	5	3	1	К3	К6	Л2	3
18.	АС-185 15 км	АС-150 20 км	АС-240 50 км	АС-50 10 км	ААБ-120 3 км	-	ТВФ-63-2У3	ТДЦ-100000 /110- У1	АТДЦТ Н- 63000/22 0/110	ТДН-10000/ 110	ТМН-16000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	9	10	1	4	К3	К6	Л3	4
19.	АС-185 15 км	АС-150 40 км	АС-240 30 км	АС-70 10 км	АС-95 3 км	-	ТВС-32-2У3	ТД-40000/ 110-У1	-	ТДТН-16000/ 110	ТДТН-25000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	5	10	10	12	К3	К6	Т4**	5

№ вари- анта	Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Г1, Г2	Т1	Т2	Т3	Т4	LR1	LR2	SH1, МВА	SH2, МВА	SH3, МВА	SH4, МВА	Точка 1	Точка 2	Элемент для построени я i(t)	№ Схемы
20.	АС-120 10 км	АС-185 15 км	АС-150 40 км	АС-70 12 км	АС-95 15 км	АС-70 15 км	ТВФ-63-2У3	ТД-63000/ 110-У1	АТДЦТ Н-125000/20/110	ТДТН-25000/ 110	ТДТН-40000/ 110	-	РБДГ 10-2500-0,25	2	5	15	10	К3	К6	ТЗ**	6
21.	АС-240* 60 км	АС-120 20 км	АС-150 15 км	АС-70 15 км	ААБ-95 5 км	-	ТВФ-63-2Е	ТД-63000/ 110-У1	-	ТРДН-16000/ 110	ТРДН-16000/ 110	РБДГ 10-4000-0,18	РБДГ 10-2500-0,25	8	9	3	4	К3	К6	Л3	7
22.	АС-120 30 км	АС-185 15 км	АС-240 30 км	АС-50 15 км	ААБ-95 5 км	-	ТВФ-120-2У3	ТДЦ-125000/ 110-У1	ТД-40000/110-У1	ТДН-16000/ 110	ТМН-6300/110	-	РБДГ 10-2500-0,35	10	5	2	1,5	К1	К7	Л2	1
23.	АС-150 45 км	АС-150 20 км	АС-240 50 км	АС-50 10 км	ААБ-95 4 км	АС0-240 30 км	ТВФ-110-2	ТДЦ-125000/ 110-У1	-	ТРДН-25000/ 110	ТРДН-25000/ 110	-	РБДГ 10-2500-0,25	10	10	3	2	К1	К7	Л5	2
24.	АС-150 45 км	АС-150 20 км	АС-240 50 км	АС-50 20 км	ААБ-95 6 км	-	Т-6-2У3	ТД-16000/ 110-У1	ТД-63000/110-У1	ТДН-10000/ 110	ТМН-2500/110	РБДГ 10-2500-0,2	РБДГ 10-2500-0,25	8	5	3	1	К1	К7	Л2	3
25.	АС-185 15 км	АС-185 25 км	АС-150 30 км	АС-50 10 км	ААБ-120 3 км	-	ТВФ-63-2У3	ТДЦ-100000/ 110-У1	АТДЦТ Н-63000/220/110	ТДН-10000/ 110	ТМН-16000/ 110	-	РБДГ 10-2500-0,25	9	10	1	4	К1	К7	Л1	4
26.	АС-185 15 км	АС-150 28 км	АС-185 20 км	АС-70 10 км	АС-95 3 км	-	ТВС-32-2У3	ТД-40000/ 110-У1	-	ТДТН-16000/ 110	ТДТН-25000/ 110	-	РБДГ 10-2500-0,25	5	10	10	12	К1	К7	ТЗ**	5
27.	АС-120 10 км	АС-150 20 км	АС-185 35 км	АС-120 12 км	АС-120 15 км	АС-70 15 км	ТВФ-63-2У3	ТД-63000/ 110-У1	АТДЦТ Н-125000/20/110	ТДТН-40000/ 110	ТДТН-40000/ 110	-	РБДГ 10-2500-0,25	2	5	25	25	К1	К7	Л1	6
28.	АС-240* 60 км	АС-120 20 км	АС-150 15 км	АС-70 15 км	ААБ-95 5 км	-	ТВФ-63-2Е	ТД-63000/ 110-У1	-	ТРДН-10000/ 110	ТРДН-16000/ 110	РБДГ 10-4000-0,18	РБДГ 10-2500-0,25	8	9	3	4	К1	К7	Л1	7

№ вари- анта	Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Г1, Г2	Т1	Т2	Т3	Т4	LR1	LR2	SH1, MBA	SH2, MBA	SH3, MBA	SH4, MBA	Точка 1	Точка 2	Элемент для построени я i(t)	№ Схемы
29.	АС-120 30 км	АС-185 15 км	АС-240 30 км	АС-50 15 км	ААБ-95 5 км	-	ТВФ-120-2У3	ТДЦ-125000/110-У1	ТД-40000/110-У1	ТДН-10000/110	ТМН-6300/110	-	РБДГ 10-2500-0,35	10	5	2	1,5	К2	К5	Л1	1
30.	АС-150 45 км	АС-150 20 км	АС-240 50 км	АС-50 10 км	ААБ-95 4 км	АС0-240 30 км	ТВФ-110-2	ТДЦ-125000/110-У1	-	ТРДН-16000/110	ТРДН-16000/110	-	РБДГ 10-2500-0,25	10	10	3	2	К2	К5	Л2	2
31.	АС-150 45 км	АС-150 20 км	АС-240 50 км	АС-50 20 км	ААБ-95 6 км	-	Т-62-2У3	ТДЦ-100000/110-У1	ТД-63000/110-У1	ТДН-10000/110	ТМН-2500/110	РБДГ 10-4000-0,1	РБДГ 10-2500-0,25	8	5	3	1	К2	К5	Л3	3
32.	АС-185 15 км	АС-185 25 км	АС-150 30 км	АС-50 10 км	ААБ-120 3 км	-	ТВФ-63-2У3	ТДЦ-100000/110-У1	АТДЦТН-63000/220/110	ТДН-10000/110	ТМН-16000/110	-	РБДГ 10-2500-0,25	9	10	1	4	К2	К8	Л2	4
33.	АС-185 15 км	АС-150 28 км	АС-185 20 км	АС-70 10 км	АС-95 3 км	-	ТВС-32-2У3	ТД-40000/110-У1	-	ТДТН-16000/110	ТДТН-25000/110	-	РБДГ 10-2500-0,25	5	10	10	12	К2	К5	Т3**	5
34.	АС-120 10 км	АС-150 20 км	АС-185 35 км	АС-70 12 км	АС-95 15 км	АС-70 15 км	ТВФ-63-2У3	ТД-63000/110-У1	АТДЦТН-125000/220/110	ТДТН-40000/110	ТДТН-25000/110	-	РБДГ 10-2500-0,25	2	5	10	15	К2	К8	Т1**	6
35.	АС-240* 60 км	АС-120 20 км	АС-150 15 км	АС-70 15 км	ААБ-95 5 км	-	ТВФ-63-2Е	ТД-63000/110-У1	-	ТРДН-25000/110	ТРДН-25000/110	РБДГ 10-4000-0,18	РБДГ 10-2500-0,25	15	15	3	4	К2	К5	Л3	7
36.	АС-120 30 км	АС-185 15 км	АС-240 30 км	АС-50 15 км	ААБ-95 5 км	-	ТВФ-120-2У3	ТДЦ-125000/110-У1	ТД-40000/110-У1	ТДН-16000/110	ТМН-6300/110	-	РБДГ 10-2500-0,35	10	5	2	1,5	К3	К4	Т4**	1
37.	АС-150 45 км	АС-150 20 км	АС-240 50 км	АС-50 10 км	ААБ-95 4 км	АС0-240 30 км	ТВФ-110-2	ТДЦ-125000/110-У1	-	ТРДН-16000/110	ТРДН-16000/110	-	РБДГ 10-2500-0,25	10	10	3	2	К3	К4	Л3	2

№ вари- анта	Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Г1, Г2	Т1	Т2	Т3	Т4	LR1	LR2	SH1, MBA	SH2, MBA	SH3, MBA	SH4, MBA	Точка 1	Точка 2	Элемент для построени я i(t)	№ Схемы
38.	АС-150 45 км	АС-150 20 км	АС-240 50 км	АС-50 20 км	ААБ-95 6 км	-	Т-6- 2УЗ	ТД- 16000/ 110-У1	ТД- 63000/11 0-У1	ТДН- 16000/ 110	ТМН- 6300/1 10	РБДГ 10- 2500- 0,35	РБДГ 10-2500- 0,25	8	5	3	1	К3	К4	Л1	3
39.	АС-185 15 км	АС-185 25 км	АС-150 30 км	АС-50 10 км	ААБ-120 3 км	-	ТВФ- 63-2УЗ	ТДЦ- 100000 /110- У1	АТДЦГ Н- 63000/22 0/110	ТДН- 16000/ 110	ТМН- 10000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	9	10	1	4	К3	К9	Л3	4
40.	АС-185 15 км	АС-120 18 км	АС-150 10 км	АС-70 10 км	АС-95 3 км	-	ТВС- 32-2УЗ	ТД- 40000/ 110-У1	-	ТДТН- 16000/ 110	ТДТН- 25000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	5	10	10	12	К3	К4	Т4**	5
41.	АС-120 10 км	АС-150 20 км	АС-185 35 км	АС-70 12 км	АС-95 15 км	АС-70 11 км	ТВФ- 63-2УЗ	ТД- 63000/ 110-У1	АТДЦГ Н- 125000/2 20/110	ТДТН- 16000/ 110	ТДТН- 25000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,25	2	5	15	10	К3	К9	Л1*	6
42.	АС-240* 50 км	АС-120 20 км	АС-150 15 км	АС-70 15 км	ААБ-95 5 км	-	ТВФ- 63-2Е	ТД- 63000/ 110-У1	-	ТРДН- 25000/ 110	ТРДН- 25000/ 110	РБДГ 10- 4000- 0,18	РБДГ 10-2500- 0,25	8	9	3	4	К3	К4	Л1***	7
43.	АС-120 45 км	АС-150 15 км	АС-185 25 км	АС-50 10 км	ААБ-95 9 км	-	ТВС- 32-2УЗ	ТД- 63000/ 110-У1	ТД- 40000/11 0-У1	ТДН- 16000/ 110	ТМН- 6300/1 10	-	РБДГ 10-2500- 0,25	10	5	2	2,5	К2	К6	Л3	1
44.	АС-150 20 км	АС-120 18 км	АС-150 35 км	АС-50 5 км	ААБ-95 6 км	АС0- 240 20 км	ТВФ- 63-2УЗ	ТД- 40000/ 110-У1	-	ТРДН- 25000/ 110	ТРДН- 25000/ 110	-	РБДГ 10-2500- 0,35	5	5	3	1,5	К2	К6	Л6	2
45.	АС-150 15 км	АС-185 35 км	АС-240 40 км	АС-50 8 км	ААБ-95 3 км	-	ТВФ- 63-2Е	ТД- 63000/ 110-У1	ТД- 40000/11 0-У1	ТДН- 10000/ 110	ТМН- 2500/1 10	РБДГ 10- 2500- 0,2	РБДГ 10-2500- 0,25	8	8	3	2	К2	К6	Л2	3

* - двухцепная линия, параметры для одной цепи

** - при расчете параметры привести к стороне ВН

*** Рассчитывать для одной цепи

Таблица 2 Расчётные данные турбогенераторов

Тип	Рном, МВт	Uном, кВ	Cos (φ ном)	пном, об/мин	ηном, %	ОКЗ	xd'', отн. ед.	xd', отн. ед.	xd, отн. ед.	xs, отн. ед.	x2, отн. ед.	x0, отн. ед.	Td0, с	Td', (3), с	Td'', (3), с	Ta (3), с	J, т×м 2	Система возбуждения или тип возбудителя
Т-6- 2УЗ	6	10,5	0,8	3000	97,40	0,692	0,119	0,172	1,710	0,112	0,145	0,058	7,26	0,726	0,091	1,132	1,30	Бесщёточная
ТВС- 32-2УЗ	32	10,5	0,8	3000	98,30	0,437	0,153	0,260	2,648	0,118	0,187	0,074	10,4	1,010	0,126	0,212	1,35	ВТС-170С-3000
ТВФ- 63-2УЗ	63	10,5	0,8	3000	98,40	0,537	0,153	0,268	2,180	0,121	0,186	0,088	6,20	1,090	0,14	0,240	2,40	Статич. тиристорная самовозбуждения
ТВФ- 63-2Е	63	10,5	0,8	3000	98,30	0,756	0,136	0,202	1,513	–	0,166	0,067	6,15	0,820	1,103	0,247	2,21	Статич. тиристорная самовозбуждения
ТВФ- 120- 2УЗ	100	10,5	0,8	3000	98,40	0,499	0,192	0,278	1,910	–	0,234	0,097	6,50	0,900	0,12	0,400	3,25	ВТД-490-3000
ТВФ- 110-2	110	10,5	0,8	3000	98,40	–	0,189	0,271	2,040	–	0,230	0,106	6,70	0,890	0,03	0,410	–	ВТД-490-3000

Таблица 2 Данные для генераторных трансформаторов (Т1 и Т2)

Тип изделия, обозначение нормативного документа	Номинальное напряжение, кВ		Схема и группа соединения обмоток	Потери, кВт		Напряжение короткого замыкания, %
	ВН	НН		холостого хода	короткого замыкания	
ТД-16000/110-У1,	121	6,3; 10,5	Y _Н /D-11	13,0	80,0	10,5
ТД-25000/110-У1,	121	6,3; 10,5	Y _Н /D-11	19,0	120,0	10,5
ТД-40000/110-У1,	121	6,3; 10,5	Y _Н /D-11	23,0	160,0	10,5
ТДЦ-100000/110-У1	121	10,5	Y _Н /D-11	60,0	350,0	11

ТДЦ-125000/110-У1	121	10,5; 11,0; 13,8	УН/D-11	65,0	420,0	11
ТДЦ-160000/110-У1,	121	10,5	УН/D-11			11

Таблица 3 – Данные для двухобмоточных трансформаторов

Тип	S _{ном} , МВА	Пределы регулирования	Каталожные данные					
			U _{ном} обмоток		U _к , %	ΔP _к , кВт	P _х , кВт	I _х , %
			ВН	НН				
ТМН-2500/110	2,5	+10*1,5 % –8*1,5 %	110	6,6;11	10,5	22	5,5	1,5
ТМН-6300/110	6,3	±9*1,78 %	115	6,6;11	10,5	44	11,5	0,8
ТДН-10000/110	10	±9*1,78 %	115	6,6;11	10,5	60	14	0,7
ТДН-16000/110	16	±9*1,78 %	115	6,5;11	10,5	85	19	0,7
ТРДН(ТРДНФ25000/110	25	±9*1,78 %	115	6,3/6,5;6,3/10,5;10,5/10,5	10,5	120	27	0,7
ТДНЖ-25000/110	25	±9*1,78 %	115	27,5	10,5	120	30	0,7
ТД-40000/110	40	±2*2,5 %	121	3,15;6,3;10,5	10,5	160	50	0,65
ТРДН-40000/110	40	±9*1,78 %	115	6,3/6,3;6,3/10,5;10,5/10,5	10,5	172	36	0,65
ТРДЦН-63000/110	63	±9*1,78 %	115	6,3/6,3;6,3/10,5;10,5/10,5	10,5	260	59	0,6
ТРДЦНК-63000/110	63	±9*1,78 %	115	6,3/6,3;6,3/10,5;10,5/10,5	10,5	245	59	0,6
ТДЦ-80000/110	80	±2*2,5 %	121	6,3;10,5;13,8	10,5	310	70	0,6
ТРДЦН(ТРДЦНК)-80000/110	80	±9*1,78 %	115	6,3/6,3;6,3/10,5;10,5/10,5	10,5	310	70	0,6
ТДЦ-125000/110	125	±2*2,5 %	121	10,5;13,8	10,5	400	120	0,55
ТРДЦН-125000/110	125	±9*1,78 %	115	10,5/10,5	10,5	400	100	0,55
ТДЦ-200000/110	200	±2*2,5 %	121	13,8;15,75;18	10,5	550	170	0,5
ТДЦ-250000/110	250	±2*2,5 %	121	15,75	10,5	640	200	0,5
ТДЦ-400000/110	400	±2*2,5 %	121	20	10,5	900	320	0,45

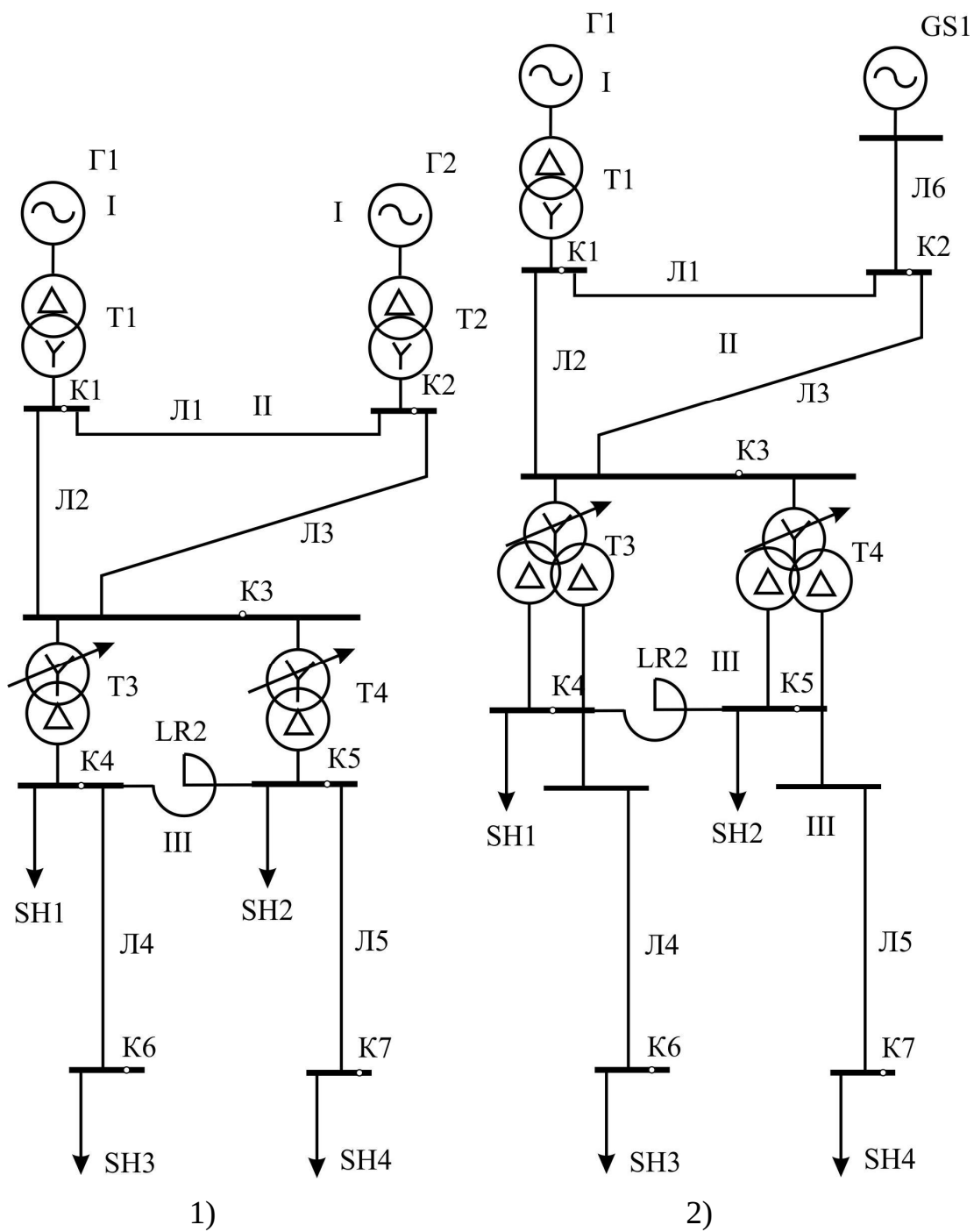
Таблица 4 – Данные для трехобмоточных трансформаторов

		Каталожные данные				
		U _{ном} обмоток	U _к , %	ΔP _к , кВт	P _х , кВт	I _х , %

Тип	S _{ном} , МВА	ВН	СН	НН	ВН	СН	НН			
ТМТН-6300/110	6,3	115	38,5	6,6;11	10,5	17	6	58	14	1,2
ТДТН-10000/110	10	115	38,5	6,6;11	10,5	17	6	76	17	1,1
ТДТН-16000/110	16	115	38,5	6,6;11	10,5	17	6	100	23	1
ТДТН-25000/110	25	115	11;38,5	6,6;11	10,5	17,5	6,5	140	31	0,7
ТДТНЖ-25000/110	25	115	38,5;27,5	6,6;11; 27,5	10,5(17)	17(10,5)	6	140	42	0,9
ТДТН-40000/110	40	115	11;22;38,5	6,6;11	10,5(17)	17(10,5)	6	200	43	0,6
ТДТНЖ-40000/110	40	115	27,5;35,5	6,6;11; 27,5	10,5(17)	17(10,5)	6	200	63	0,8
ТДТН(ТДЦНТ) –63000/110	63	115	38,5	6,6;11	10,5	17	6,5	290	56	0,7
ТДТН(ТДЦНТ, ТДЦТНК) –80000/110	80	115	38,5	6,6;11	11(17)	18,5(10,5)	7(6,5)	390	82	0,6

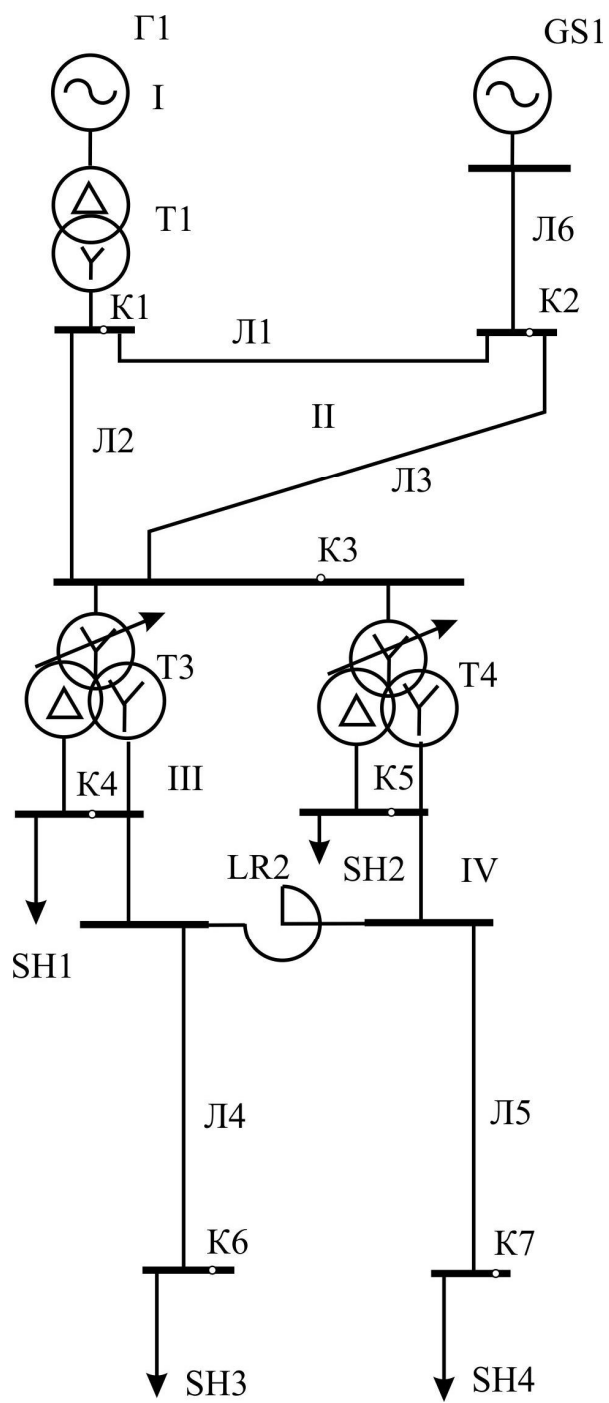
Таблица 5 – Данные для автотрансформаторов 220 кВ

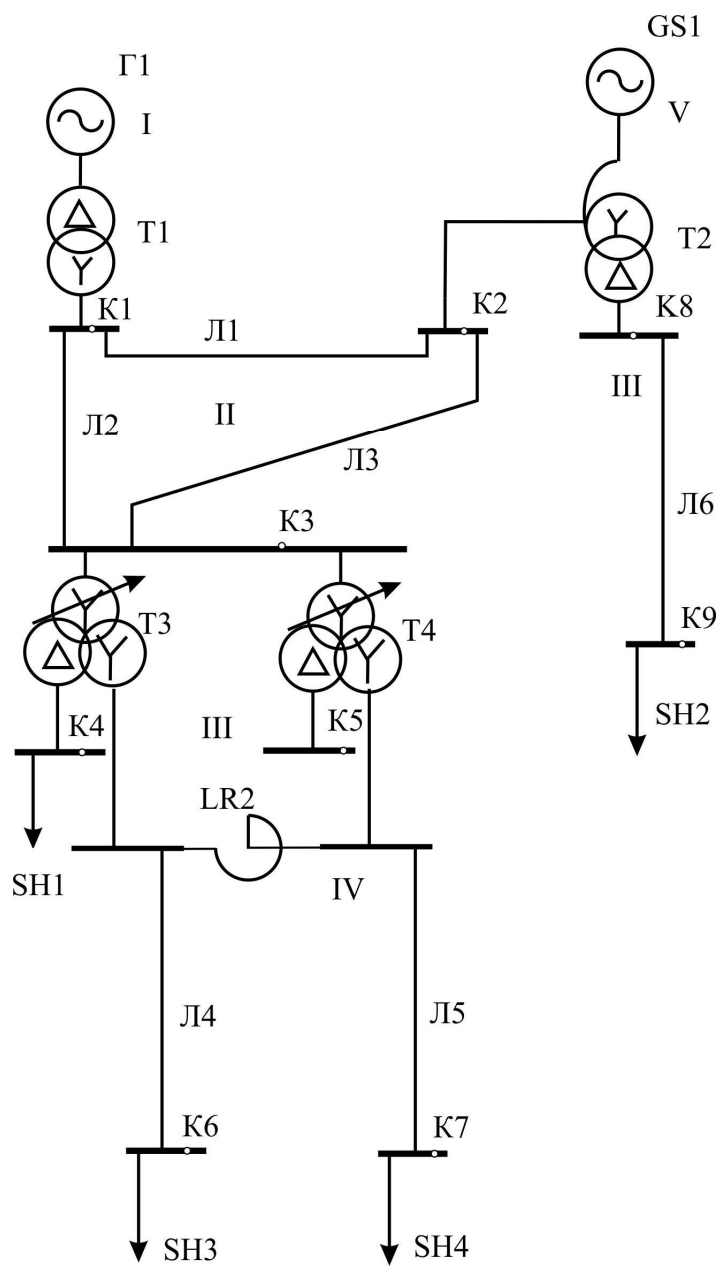
Тип	S _{ном} , МВА	Пределы регулирования	Каталожные данные										
			U _{ном} обмоток			U _к , %			ΔP _к , кВт			P _х , кВт	I _х , %
			ВН	СН	НН	ВН	СН	НН	ВН	СН	НН		
АТДЦТН-63000/220/110	63	±6*2 %	230	121	6,6;11;27,5; 38,5	11	35,7	21,9	215	-	-	45	0,5
АТДЦТН-125000/220/110	125	±6*2 %	230	121	6,6;11;38,5	11	45	28	305	-	-	65	0,5
АТДЦТН-200000/220/110	200	±6*2 %	230	121	6,6;11;15,75;38,5	11	32	20	430	-	-	125	0,5
АТДЦТН-250000/220/110	250	±6*2 %	230	121	10,5;38,5	11,5	33,4	20,8	520	-	-	145	0,5





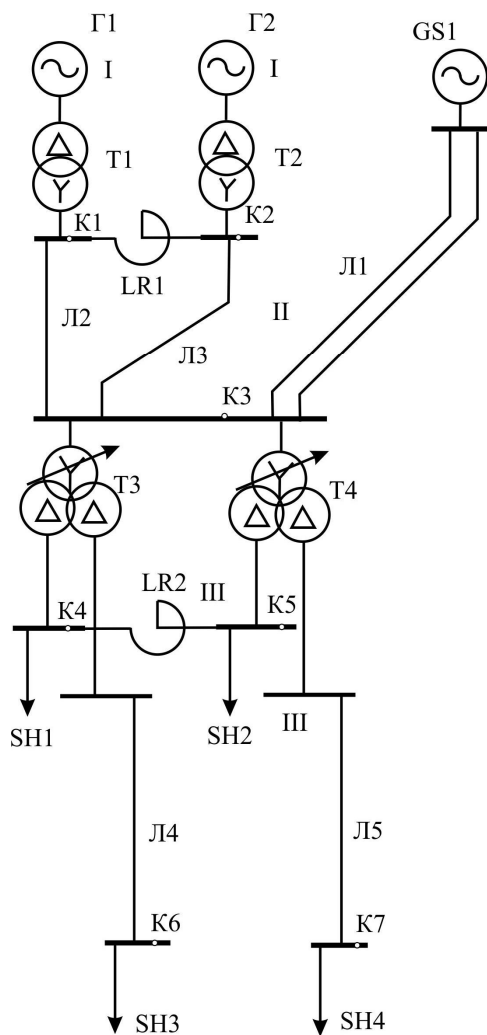






5)

6)



7)

3 Требования к структуре работы с описанием требований и рекомендаций к каждому разделу

Структура курсового проекта.

Типовое содержание курсовой работы:

Титульный лист (приложение 1)

Задание

Введение

1. Основные теоретические положения, принимаемые допущения.
2. Схемы замещения и применяемые для расчета выражения
3. Результаты расчета, их графическое представление

Заключение.

Приложения:

П1 Расчеты

П2 Графический материал

Оформление: стандартные поля MS Word, шрифт 14, Times new romans, 1,5 интервал, формулы набраны в редакторе формул (equation или mathtype), Все расчеты в программах должны быть в приложении 1 (если использовались). Объем работы от 20 до 40 страниц (10-25 страниц основная часть, от 5 до 15 страниц приложения). Если курсовой проект сдается в электронном виде, то окончательный файл оформляется как PDF документ, отправляется на проверку преподавателю. Страницы должны быть пронумерованы (снизу страницы, справа), на титульном листе и задании нумерация страниц не ставится, перед введением в работе должно быть вставлено содержание (В MS WORD вкладка ссылки – оглавление – автособираемое оглавление¹, при этом название разделов работы задается как «УРОВЕНЬ 1» во вкладке «Абзац»)

Во введении приводятся:

Актуальность темы исследования - обоснование теоретической и практической важности выбранной для исследования проблемы.

Цель и задачи курсовой работы (проекта) - краткая и четкая формулировка цели проведения исследования и нескольких задач, решение которых необходимо для достижения поставленной цели.

Предмет исследования - формулировка конкретного вопроса или анализируемой проблемы.

Объект исследования.

Методы исследования

Заключение - краткое изложение основных, наиболее существенных результатов проведенного анализа, сформулированных в виде выводов, соответствующих цели и поставленным во введении задачам исследования.

В списке использованных источников литературы должны быть представлены основные источники по теме:

- нормативно-правовые документы (ГОСТы, кодексы, стандарты, законы);
- учебники и учебные пособия;
- отраслевые периодические издания;
- научные статьи, монографии и материалы научных конференций;
- интернет-ресурсы (официальные сайты организаций, базы данных и т.д.)
- материалы лабораторных и полевых исследований;
- данные, собранные во время практик;

Список должен содержать не менее 10 современных источников, изученных обучающимися (преимущественно даты издания не более 5 лет относительно года написания курсовой работы, кроме учебников, справочников и другой действующей нормативно-технической документации).

4 Список рекомендованных основных и дополнительных источников литературы.

Основная литература

1 Мякишев, В. М. Переходные процессы в линейных электрических цепях (в примерах) : учеб. пособие; ВО - Бакалавриат/Самарский государственный технический университет. - Москва:ООО ""Научно-издательский центр ИНФРА-М"", 2022. - 347 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=378782>.

2 Ополева, Г. Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов : учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат/Г. Н. Ополева. - Москва:Издательский Дом ""ФОРУМ"", 2022. - 416 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=386067>.

3 Сибикин, Ю. Д. Электроснабжение : учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Специалитет. - Москва:ООО ""Научно-издательский центр ИНФРА-М"", 2022. - 328 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=415558>.

4 Хорольский, В. Я. Эксплуатация систем электроснабжения : учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат/Ставропольский государственный аграрный университет. - Москва:ООО ""Научно-издательский центр ИНФРА-М"", 2022. - 288 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=399460>.

Дополнительная литература

1. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: метод. указания по практ. занятиям / сост.: А. Э. Бобров, А. М. Дяков, В. Б. Зорин, Л. И. Пилюшенко. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 92 с.

2. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебное пособие / Т. Я. Окуловская, Т. Ю. Паниковская, В. А. Смирнов. 4-е изд., переаб. и доп. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2006. – 85 с.

3. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчёту токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / под ред. Б. Н. Неклепаева. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 152 с.

4. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 11. Расчёты токов короткого замыкания для релейной защиты и системной автоматики в сетях 110 – 750 кВ. – М.: Энергия, 1979. – 152 с.

5. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: учеб. пособие / А. Э. Бобров, А. М. Дяков, В. Б. Зорин и др. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 176 с.

5 Требования к защите работы

Курсовая работа допускается к защите при выполнении следующих условиях:

- степень оригинальности текста курсовой работы (проекта) не ниже 25%

- Работа оформлена в соответствии с требованиями методических указаний, действующих документов системы ЕСКД, в работе не содержится грубых ошибок, работа выполнена в полном объеме.

Защита курсовых проходит в форме публичного выступления (5-7 мин.) с представлением результатов работы в виде презентации (5-7 слайдов) и ответов на вопросы преподавателя или комиссии (5 мин).

6. Критерии оценки работы

Выполненная и защищенная курсовая работа оценивается в соответствии с учетом балльно-рейтинговой системы оценивания и критериями оценки (таблица 1).

Таблица 1 - Критерии оценки курсовой работы

Критерий	Максимальное значение в баллах
Оформление курсовой работы/проекта	10
Содержание курсовой работы/проекта	60
Защита курсовой работы/проекта	30
ИТОГО	100

Перевод оценки из 100-балльной в пятибалльную систему оценки знаний:

89-100 - оценка «отлично»,

77 - 88 баллов - оценка «хорошо»,

65 - 76 баллов - оценка «удовлетворительно»,

менее 64 баллов - оценка «неудовлетворительно».

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Ставропольский государственный аграрный университет

Институт механики и энергетики

Кафедра Электроснабжения и эксплуатации электрооборудования

Курсовая работа
по дисциплине

Переходные процессы в электроэнергетических системах
На тему «Расчет аварийных режимов работы системы электроснабжения»

Выполнил: студент 3 курса

«_____» _____ 202_ года

По направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и
электротехника»

Профиль: Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий,
сельского хозяйства, и их объектов

Проверил: канд. физ-мат. наук,
доцент кафедры
Электроснабжения и эксплуатации
электрооборудования
Ястребов С.С.

Зарегистрирована
«_____» _____ 202_ года

Критерий	Максимальное значение в баллах	Набрано баллов
Оформление курсовой работы/проекта	10	
Содержание курсовой работы/проекта	60	
Защита курсовой работы/проекта	30	
ИТОГО	100	

Оценка «_____» Дата _____ Подпись _____

Ставрополь, 2025 г.