

Год начала  
подготовки 2019-2020



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт Механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко



УТВЕРЖДАЮ:  
Начальник УМУ  
«03» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.01.07 «ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»**  
для подготовки бакалавров  
(академический бакалавриат)

ФГОСВО

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
Направленность: Электроснабжение

Курс 4  
Семестр 7

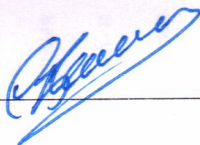
Курс 4  
Семестр 7,8

Форма обучения: Очная

Форма обучения: Заочная

Год начала подготовки: 2019, 2020

Разработчик: Белов С.И., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«16» 03 2020 г.

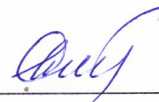
Рецензент Андреев С.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«16» 03 2020 г.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры электроснабжения и электротехники им. академика И.А. Будзко от «23» 03 2020 г. протокол № 6

Заведующий кафедрой Стушкина Н.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)




«23» 03 2020 г.

**Согласовано:**

Начальник методического  
отдела УМУ  
(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

И.о. директора института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина Катаев Ю.В., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)



«24» 04 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии института механики и энергетики  
имени В.П. Горячкина Парлюк Е.П., к.э.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)



Протокол № 13 «24» 04 2020 г.

Декан ФЗО Антимирова О.А.



**Бумажный экземпляр и копия электронного варианта получены:**  
Методический отдел УМУ

«03» 05 2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	2
2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ», СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	2
3. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	6
4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	5
5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	34
6. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	44
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	45
8. МЕТОДИЧЕСКОЕ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	46

### **Аннотация**

## **Курсовой работы учебной дисциплины Б1.В.01.07 «ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ» для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электроснабжение**

Курсовая работа разрабатывается в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и учебного плана направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Она является одним из элементов самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения», которая входит в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Дисциплина формирует общепрофессиональные компетенции для дальнейшей профессиональной деятельности.

Курсовая работа имеет практический характер.

### **1. Цель и задачи курсовой работы**

Выполнение курсовой работы по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения», для направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электроснабжение.

Цель курсовой работы: изучение процесса эксплуатации систем электроснабжения сельских районов электрических сетей.

Курсовая работа позволяет решить следующие задачи:

- систематизировать и углубить теоретические знания в области эксплуатации систем электроснабжения;
- применять теоретические знания при решении поставленных профессиональных задач;
- сформировать навыки использования справочной, нормативной и правовой документации;
- разработать мероприятия по автоматизации и роботизации технологических процессов.

### **2. Перечень планируемых результатов выполнения курсовой работы по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Реализация в курсовой работе по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электроснабжение. Курсовая работа должна формировать следующие компетенции, представленные в таблице 1.

Таблица 1–Требования к результатам освоения курсовой работы учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции	В результате выполнения КР обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Способен осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-1.1 Демонстрирует знания организации монтажа, наладки, технического обслуживания энергетического и электротехнического оборудования	основные подходы, необходимые при организации индивидуальной работы	анализировать свои возможности и приобретать новые знания, принимать решения в рамках своей профессиональной компетенции	навыками самостоятельной индивидуальной работы
			ПКос-1.2 Применяет методы и технические средства испытаний, диагностики и повышения надежности энергетического и электротехнического оборудования	требования ГОСТов, СНИПов, ПУЭ, ПТЭЭП, ПТЭ и РУМов	выполнять расчетную и графическую части для проектов электросетевых объектов напряжением 0,38 – 110 кВ	практическими навыками проектирования электроснабжения различных объектов.

			ПКос-1.3Организует монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования	режимы работы электроэнергетических установок	определять состав оборудования электроэнергетических объектов и его параметры	навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы электроэнергетических установок
--	--	--	---	---	---	--

### 3. Структура курсовой работы

По объему курсовая работа должна быть не менее 30 страниц печатного текста.

Примерная структура курсовой работы представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Структура курсовой работы

№ п/п	Элемент структуры курсовой работы	Объем (примерный) страниц
1	Титульный лист ( <i>Приложение А</i> )	1
2	Задание	1
3	Аннотация	1
4	Содержание	1
5	Обозначения и сокращения (при наличии)	1
6	Введение	1...2
7	Основная часть	25...30
7.1	Раздел 1. Расчёт численности обслуживающего персонала	12
7.2	Раздел 2. Расчёт численности инженерно-технических работников	5
7.3	Раздел 3. Нормирование ремонта и технического обслуживания электрических сетей	8
7.4	Раздел 4. Реконструкция фидеров с целью повышения надёжности электроснабжения потребителей	2
8	Заключение	1...2
9	Библиографический список	не менее 7 источников
10	Приложения	по необходимости

Методические указания по выполнению курсовой работы дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 4. Порядок выполнения курсовой работы

### 4.1 Выбор темы

Примерная тематика курсовой работы по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения», направлена на практическое закрепление знаний теоретических основ дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» и увязана с современными требованиями в области электрооборудования и автоматизации и роботизация технологических процессов.

Для выполнения курсовой работы студенту следует изучить теоретический материал по литературе (учебникам и учебным пособиям) и конспектам лекций. Курсовую работу студенты выполняют во внеурочное время с использованием разнообразных информационных и программных материалов, оформляется работа в текстовом редакторе MicrosoftWord и

Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм, вычисления простых и сложных функций.

Студент самостоятельно выбирает тему курсовой работы из предлагаемого списка тем, или может предложить свою тему при условии обоснования им её целесообразности. Тема может быть уточнена по согласованию с руководителем курсовой работы.

Тема курсовой работы по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения»: Эксплуатация района электрических сетей.

Тема курсовой работы и номер варианта указываются в журнале регистрации курсовых работ на кафедре.

## 4.2 Получение индивидуального задания

Задание на выполнение курсовой работы (Приложение Б) выдаётся за подписью руководителя, датируется днём выдачи и регистрируется на кафедре в журнале. Факт получения задания удостоверяется подписью студента в указанном журнале.

Исходными данными для выполнения курсовой работы являются:

1. Карта-схема района электроснабжения с нанесением ТП 10/0,4 кВ и трасс ВЛ-10 кВ, отходящих от одной трансформаторной подстанции (РТП) 110/10 кВ.
2. Номер района по ветру и гололёду, в котором находятся электрические сети РЭС (района электрических сетей).
3. Расчётная максимальная нагрузка ТП 10/0,4 кВ, изображённых на карте-схеме района электроснабжения.
4. Количество железобетонных, деревянных и деревянных на железобетонных приставках опор на ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,38 кВ.
5. Характеристики степени загнивания деревянных опор.

На рисунке 1 и в таблицах 3, 4 и 5 приведены варианты заданий курсовой работы по дисциплине «Эксплуатация систем электроснабжения»



Таблица 3 – Варианты заданий

Но- мер вари- анта	Число РТП 10/0,4 кВ в РЭС, шт	Район		Масш- таб, в 1см-км	Отсут- ству- ют фи- дера на рис. 15	Опоры ВЛ-10, %			Опоры ВЛ-0,38, %			Вари- ант нагруз- ки, опре- деля- емый по табл. 12	Номер 1-го ТП в табл. 12
		По вет- ру	По голо- лёду			желе- зобе- тон- ные	дере- вянно- желе- зобе- тон- ные	де- ре- вян- ные	желе- зобе- тон- ные	дере- вянно- желе- зобе- тон- ные	де- ре- вян- ные		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	12	I	II	0,45	1.2	90	5	5	70	10	20	1	1
2	8	II	II	0,50	2.3	55	5	10	50	20	30	2	1
3	6	III	II	0,55	3.0	80	5	15	60	10	30	3	1
4	8	II	III	0,60	4.3	80	10	10	55	15	30	1	5
5	10	I	I	0,45	5.0	75	5	20	65	15	20	2	5
6	8	II	I	0,65	4.3	75	10	15	60	20	20	3	5
7	6	III	I	0,50	5	70	5	25	45	25	30	1	10
8	10	IV	II	0,50	6	70	15	15	65	20	15	2	10
9	8	IV	I	0,55	7	65	15	20	70	15	15	3	10
10	10	III	III	0,60	1.3	65	10	25	50	10	40	1	15
11	12	III	III	0,65	1.4	65	15	20	40	30	30	2	15
12	6	I	I	0,45	1.5	60	20	20	45	20	35	3	15
13	8	III	III	0,60	1.6	55	20	25	45	15	40	1	20
14	4	III	IV	0,45	2.4	55	15	30	60	10	30	2	20
15	6	I	IV	0,55	3.7	50	15	35	35	25	40	3	20
16	8	II	IV	0,60	2.3	45	20	35	40	20	40	1	25
17	10	III	IV	0,50	2.7	40	10	50	35	35	30	2	25
18	12	IV	III	0,45	3.5	40	25	35	30	50	20	3	25
19	8	II	III	0,45	3.6	35	25	40	30	20	50	1	30
20	6	III	II	0,6	3.7	35	10	55	40	15	45	2	30
21	10	IV	IV	0,5	4.6	30	10	60	30	10	60	3	30
22	12	I	IV	0,65	4.7	30	20	50	20	10	70	1	35
23	8	I	II	0,5	5.7	25	10	65	10	10	80	2	35
24	6	I	I	0,6	6.7	20	5	75	60	10	30	3	35
25	6	III	IV	0,45	1.7	15	10	75	55	35	10	1	40
26	8	I	I	0,4	6	15	5	70	25	25	50	2	40

Таблица 4 – Варианты заданий (Максимальные расчетные нагрузки ТП 10/0,4 кВ)

Вариант задания нагрузки																	
1						2						3					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
S*, кВ А	№ п/п	S*, кВ А	№ п/п	S*, кВ А	№ п/п	S*, кВ А	№ п/п	S*, кВ А	№ п/п	S*, кВ А	№ п/п	S*, кВ А	№ п/п	S*, кВ А	№ п/п	S*, кВ А	№ п/п
1	86	41	67	81	98	1	32	41	56	81	432(1)	1	66	41	163(1)	81	87
2	212(2)	42	187(1)	82	61(2)	2	94	42	145	82	56	2	181	42	170	82	63
3	87	43	49	83	85	3	97	43	122	83	170(2)	3	78	43	93	83	92
4	148	44	68	84	79	4	139	44	157(2)	84	78	4	172(1)	44	82	84	17
5	87	45	92	85	34	5	108	45	126	85	50	5	73	45	25	85	47
6	79	46	85	86	93	6	105	46	113	86	64	6	89	46	43	86	104
7	26	47	153	87	38	7	47	47	162	87	174	7	36	47	118	87	96(2)
8	79	48	81	88	95	8	83	48	75	88	52	8	59	48	18	88	59
9	69	49	75	89	79	9	143	49	126	89	154	9	45	49	79	89	148
10	108	50	116	90	121	10	348(1)	50	105	90	109	10	101	50	116	90	154
11	93	51	47	91	81	11	153	51	72	91	79(1)	11	90	51	148	91	90
12	72	52	85	92	67	12	147	52	121	92	196	12	72	52	153	92	73
13	318(1)	53	256(2)	93	126(1)	13	172	53	71	93	89	13	243(2)	53	256(2)	93	312
14	76	54	67	94	34	14	97	54	87	94	128	14	67	54	176	94	118(1)
15	119	55	104	95	127	15	139	55	218(2)	95	91	15	129	55	49	95	15
16	85	56	74	96	138	16	156	56	181	96	205	16	86	56	82	96	172
17	122	57	322(1)	97	98	17	135	57	192(1)	97	141	17	131	57	27	97	105
18	53	58	28	98	41	18	89	58	128	98	139	18	62	58	183	98	56
19	89	59	93	99	238(2)	19	135	59	196(2)	99	75	19	97(1)	59	99	99	53
20	86	60	89	100	72	20	156	60	122	100	57(2)	20	108	60	290(1)	100	115

## Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
21	112	61	43	101	25	21	231(2)	61	151	101	82	21	54	61	39	101	29
22	52	62	42	102	51	22	151	62	125	102	179	22	144	62	40	102	76
23	132	63	116	103	122	23	133	63	144	103	132	23	175(2)	63	163	103	59(2)
24	195(2)	64	112	104	136	24	112	64	125	104	102	24	100	64	211	104	212
25	102	65	155(2)	105	37	25	48	65	92	105	178	25	102	65	33	105	141
26	82	66	92	106	168(2)	26	76	66	134	106	178	26	105	66	64	106	53
27	107	67	132	107	147	27	172(1)	67	154(1)	107	132	27	161	67	141(2)	107	119
28	151	68	121	108	113	28	117	68	119	108	118	28	114	68	118	108	97
29	176	69	158	109	143	29	178	69	195	109	128	29	17	69	131	109	113(2)
30	28	70	39	110	47	30	72	70	84	110	92	30	143	70	142	110	94
31	125	71	137	111	121	31	111	71	119	111	82	31	109	71	97	ill	72
32	131	72	121	112	112	32	116	72	161	112	187(2)	32	211(2)	72	106	112	112
33	248(0)	73	132	из	106	33	102	73	122	113	143	33	145	73	38	из	143
34	154	74	187(1)	114	68	34	73	74	292(1)	114	42	34	29	74	98(1)	114	100
35	85	75	92	115	33(1)	35	141(2)	75	85	115	88	35	258	75	27	115	81
36	352	76	418(2)	116	82	36	382(2)	76	326	116	113	36	118	76	391(2)	116	23
37	115	77	118	117	131	37	93	77	57	117	64	37	205	77	86	117	99(1)
38	221	78	69	118	49	38	149	78	139	118	119	38	37	78	89	118	141
39	35	78	46	119	58	39	69	78	75	119	83	39	115	78	61	119	42
40	117	80	123	120	134	40	143	80	152	120	165	40	82	80	109(1)	120	77

Примечание: \* В скобках, рядом с мощностью обозначена категория потребителей по надежности электроснабжения.

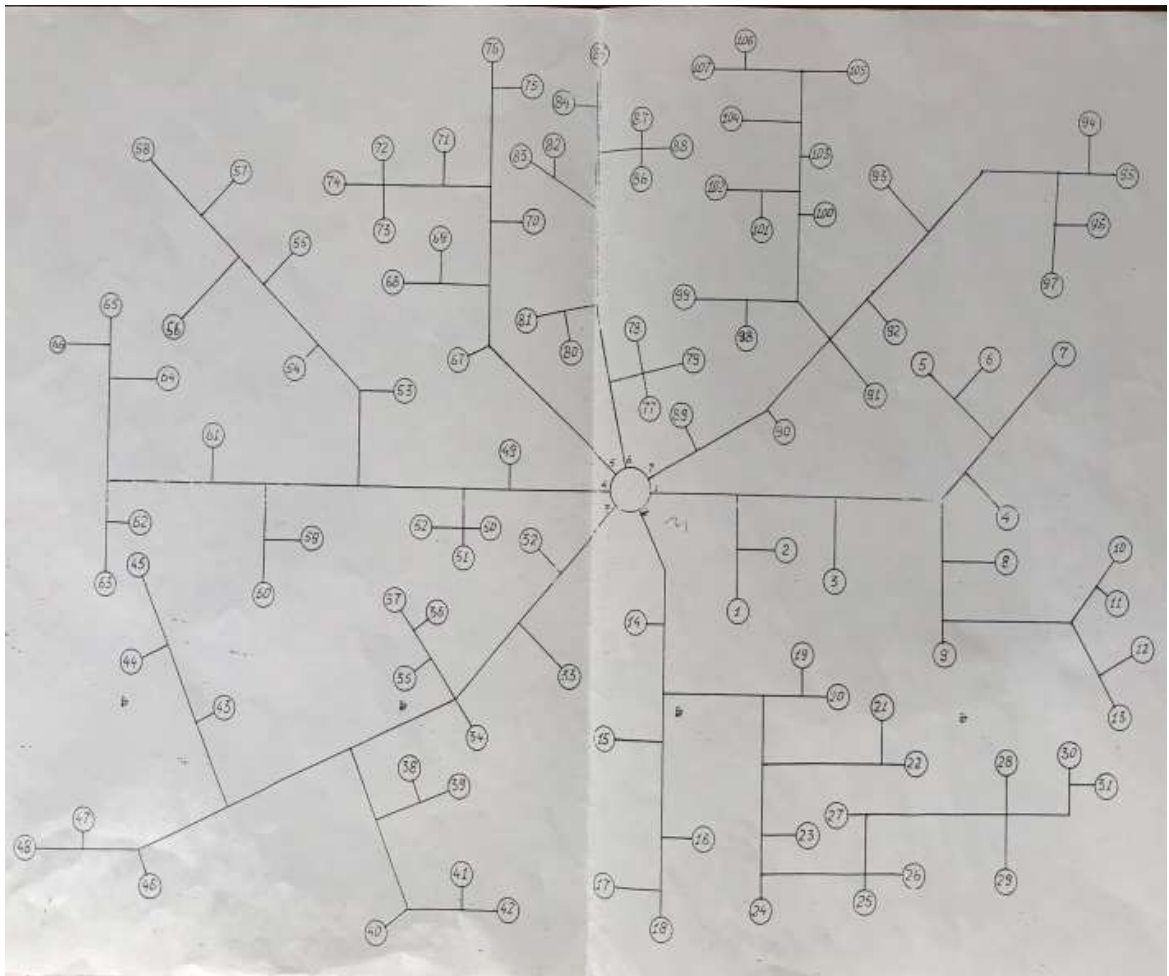


Рисунок 1—Схема фидеров 10 кВ, отходящих от РТП 110/10 кВ

Таблица 5 – Степень загнивания опор

Вариант	Наружный диаметр ВЛ 10 кВ, см	Наружный диаметр опоры ВЛЮ, 38 кВ, см	Наружное загнивание			Полное внутреннее загнивание			Неполное внутреннее загнивание					
			№ опоры	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	№ опоры	а <sub>1</sub>	а <sub>2</sub>	а <sub>3</sub>	№ опоры	а <sub>1</sub> /В <sub>1</sub>	а <sub>2</sub> /В <sub>2</sub>	а <sub>3</sub> /В <sub>3</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	26	19	1	2	3,5	4	1	3	2	3	1	4/5	486	5/5
			2	4,5	5	5	2	5	4	4	2	7/2	6/3	7/2
			3	5	6	6	3	7	5	4	3	4/4	5/3	5/5
2	2/	20	1	3	2	3,5	1	2	2	3,5	1	2/3	4/3	3/4
			2	4	4,5	4	2	4,5	3,5	3,5	2	2/4	4/4	3/3
			3	7	6	6	3	3	3	4	3	5/6	6/6	5/7
3	28	21	1	5	3	2	1	4	2	3	1	3/5	5/4	4/5
			2	4	5	4,5	2	4,5	4,5	4	2	4/3	4/2	5/4
			3	5,5	6	5,5	3	5	5	5	3	2/4	3/5	3/3
4	29	22	1	4	4	5	1	2,5	3	2	1	4/4	3/5	6/2
			2	2	2	3	2	4	5	4,5	2	6/2	5/3	6/3
			3	4,5	4	4	3	5	5	6	3	5/4	4/3	5/5
5	30	23	1	4	3,5	3,5	1	6	6	7	1	4/2	4/3	5/3
			2	5	2	2	2	2	2	3	2	6/5	5/4	6/5
			3	4	4,5	5	3	4,5	4,5	5	3	4/5	5/4	4/4
6	26	24	1	4	4	3,5	1	5	5	6	1	3/2	3/3	4/3
			2	6	3	2	2	2	2	3	2	3/4	4/3	4/3
			3	5	6	4,5	3	4,5	4,5	5	3	5/2	4/2	4/3
7	27	25	1	7	7	6	1	-7	7	6	1	2/4	3/6	2/6
			2	6	6,5	6,5	2	2,5	3	2	2	7/3	7/4	7/4
			3	2	2,5	3	3	4,5	6	4,5	3	5/3	4/4	5/4
8	28	19	1	4,5	4,5	5	1	6	6	7	1	6/2	5/4	6/4
			2	5	6	6	2	7	7;	5	2	4/5	5/3	3/3
			3	5	2	2	3	2	2	3	3	4/4	4/4	3/4
9	29	20	1	4,5	4,5	5	1	4,5	4	5	1	4/3	3/2	4/4
			2	5	5	7	2	3	4	5	2	5/4	6/4	7/5
			3	3	3	2	3	2	2	3	3	7/6	6/7	5/7
10	30	21	1	5	5	4,5	1	4,5	4,5	5	1	7/3	6/4	5/2
			2	7	6	6	2	5	5	6	2	3/4	3/2	4/3
			3	4	4	3	3	3	3	2	3	5/4	4/5	4/5
11	26	22	1	2	2,5	2,5	1	4,5	3,5	4,5	1	6/4	4/5	5/5
			2	4,5	4	4	2	3	3	4	2	3/4	2/4	3/3
			3	5	5	4	3	5	5	6	3	4/2	4/3	4/4
12	27	23	1	5	2	4	1	2	2	3	1	5/3	5/4	4/5
			2	4	4,5	4	2	4,5	4,5	5	2	3/4	4/2	4/4
			3	4	5	5	3	7	7	6	3	5/3	4/2	5/2
13	28	24	1	2,5	2	2	1	2	2	3	1	3/6	5/7	4/6
			2	5	5	4,5	2	4	4,5	4	2	7/6	6/5	6/4
			3	4	4	3	3	5	5	6	3	6/3	5/2	4/4
14	29	25	1	5	5	5	1	3	3	2	1	5/3	4/4	4/4
			2	2	2	3	2	5	5	4,5	2	3/7	4/7	3/6
			3	4,5	4,5	3,5	3	4	4	3	3	5/5	4/5	3/1
15	30	19	1	4	4	3	1	3	3	3	1	4/4	3/4	5/4
			2	2	2	4	2	2	5	4	2	6/2	5/3	6/3
			3	4,5	4,5	5	3	4,5	4	4	3	4/5	3/3	4/4
16	26	20	1	5	5	5	1	4	5	5	1	5/2	4/3	4/2
			2	3	3	2	2	2,5	2	2	2	6/5	6/3	6/4
			3	5	5-	4,5	3	4	4,5	4	3	5/3	4/3	6/4
17	27	21	1	6,5	6,5	5	1	7	7	6	1	3/4	4/2	4/3
			2	5	5	6	2	3	3	2	2	3/5	4/6	5/6
			3	2	2	4	3	2	3	4,5	3	4/4	4/3	3/2
18	28	22	1	4,5	4,5	4	1	3	3	4	1	4/7	5/7	4/6
			2	4	5	5	2	4	5	4	2	7/6	5/5	7/7
			3	2,5	2	3	3	2	3	3	3	7/4	6/5	6/4
19	29	23	1	4	4,5	5	1	4,5	3	3	1	6/3	5/4	5/5
			2	5	5	4	2	2	3	3	2	3/4	3/4	5/5
			3	2	3	2	3	4	2	3	3	2/3	2/3	4/5

## Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
20	30	24	1	4	4	4,5	1	4	4,5	4	1	6/3	5/3	5/2
			2	5	5	5	2	5	4	5	2	6/1	5/2	6/1
			3	3	4	5	3	3	3	2	3	2/2	3/1	3/2
21	26	25	1	2	2,5	2,5	1	4	4	4,5	1	4/3	5/2	4/3
			2	4,5	4	6	2	5	5	4	2	3/2	4/4	5/3
			3	5	6	7	3	6	6	5	3	3/3	4/4	3/4
22	27	19	1	2,5	2	3	1	2	2	3	1	5/2	2/3	2/2
			2	5	4,5	5	2	4,5	4	4	2	3/1	2/2	4/3
			3	7	7	7	3	4	4	5	3	6/7	7/6	7/7
23	28	20	1	2,5	4	2	1	3	2	3	1	5/2	4/3	3/4
			2	5	5	4,5	2	4	4,5	5	2	4/3	2/3	4/4
			3	6	6	5	3	4	4	5	3	5/3	4/3	5/3
24	29	21	1	4	4	3	1	3	3	2	1	4/2	3/3	4/5
			2	2	8	8	2	4	4	4,5	2	5/3	4/4	5/3
			3	4,5	5	5	3	5	5	6	3	4/4	5/2	4/2
25	30	22	1	8	8	7	1	6	6	5	1	3/2	2/3	1/3
			2	2	2	3	2	2	3	3	2	5/6	6/5	5/4
			3	5	4,5	6	3	4,5	4	4	3	7/2	5/3	5/4
26	26	23	1	8	8	6	1	2	2	3	1	7/5	6/4	5/5
			2	6	6	2	2	3	2	4	2	7/2	5/3	5/3
			3	3	3	5	3	5	4,5	5	3	2/3	3/3	4/5

## 4.3 Составление плана выполнения курсовой работы

Выбрав тему, определив цель, задачи, структуру и содержание курсовой работы необходимо совместно с руководителем составить план-график выполнения курсовой работы с учетом графика учебного процесса (таблицаб).

Таблица 6 – Примерный план-график выполнения курсовой работы

№ п.п.	Наименование действий	Сроки, № недели семестра
1	Выбор темы	2
2	Получение задания по курсовой работе	2
3	Уточнение темы и содержания курсовой работы	3
4	Составление библиографического списка	3...4
5	Изучение научной и методической литературы	4...5
6	Сбор материалов, подготовка плана курсовой работы	6
7	Анализ собранного материала	6
8	Предварительное консультирование	7
9	Написание теоретической части	8...9
10	Проведение исследования, получение материалов исследования, обработка данных исследования, обобщение полученных результатов	8...9
11	Представление руководителю первого варианта курсовой работы и обсуждение представленного материала и результатов	10...11
12	Составление окончательного варианта курсовой работы	12
13	Заключительное консультирование	12
14	Рецензирование курсовой работы	13
15	Защита курсовой работы	14

Для студентов заочной формы обучения выполнение КР проводится в соответствии с календарным учебным графиком

#### 4.4 Требования к разработке структурных элементов курсовой работы

##### 4.4.1 Разработка введения

Во введении студент обосновывает актуальность избранной темы курсовой работы, раскрывает ее теоретическую и практическую значимость, формулирует цель и задачи исследования, а также приводит краткое описание единых серий асинхронных двигателей, тем самым анализируя уровень разработанности вопроса темы в теории и практике по литературным данным. Излагая содержание публикаций других авторов, необходимо обязательно давать ссылки на них.

##### 4.4.2 Разработка основной части курсовой работы

В процессе выполнения курсовой работы студент должен изучить следующие вопросы:

- Расчёт численности обслуживающего персонала.
  - Расчёт численности инженерно-технических работников.
- Определение резервного запаса электрооборудования для КТП 10/0,4 кВ, в том числе силовых трансформаторов мощностью 25, 40, 63, 100 и 160 кВ · А.
- Расчёт резервного эксплуатационного и аварийного запаса материалов для линий электропередачи.
  - Определение потребности в технике для обслуживания РЭС.
  - Расстановка секционирующих разъединителей и выключателей на ВЛ 10 кВ, изображённых на карте-схеме электрифицируемого района.
  - Выбор электроснабжения для обеспечения потребителей I и II категорий надёжным питанием электроэнергией.

#### ***Раздел 1.*** Расчет численности обслуживающего персонала РЭС

Задача обеспечения оптимальной эксплуатации может быть решена при правильном расчете численности обслуживающего персонала. Функции персонала:

- оперативное и техническое обслуживание опор и проводов ВЛ 0,38-10 кВ;
- ремонт и техническое обслуживание кабельных линий;
- ремонт, оперативное и техническое обслуживание ТП 10/0,4 кВ.

Для определения численности обслуживающего персонала рассчитывают следующие показатели:

- суммарную длину ВЛ 0,38 кВ и ВЛ 10 кВ в РЭС (км);

- площадь, охватываемую сетями РЭС (км<sup>2</sup>);
- плотность распределительных сетей 0,38 и 10 кВ (км/км<sup>2</sup>).

В процессе расчета принимают следующие допущения:

- в РЭС входят  $N$  районных трансформаторных подстанций (РТП) 110/10 кВ с электрическими сетями, изображенными на карте-схеме;
- суммарные длины ВЛ 0,38 кВ и ВЛ 10 кВ в РЭС одинаковы.

### Порядок расчета

1. Расчет суммарной длины распределительных воздушных линий 10 и 0,38 кВ, приходящейся на одну РТП 110/10 кВ:

$$l_{10 \text{ кВ}} = l_{10 \text{ кВ(см)}} \cdot M \text{ км} \quad (1)$$

$$l_{38 \text{ кВ}} \approx l_{10 \text{ кВ}} \quad (2)$$

где  $M$  - масштаб карты-схемы района электроснабжения, приведенный в таблице 1.

2. Определение суммарной длины ВЛ 10 кВ, приходящейся на все РТП 110/10 кВ РЭС:

$$l_{\Sigma \text{ ВЛ } 10 \text{ кВ}} = l_{10 \text{ кВ}} N_{\text{РТП} 110/10 \text{ кВ}}, \text{ км} \quad (3)$$

где  $N_{\text{РТП} 110/10 \text{ кВ}}$  - количество РТП 110/10 кВ в РЭС, определяемое по таблице 1.

3. Расчет суммарной длины ВЛ 0,38 кВ, приходящейся на все ТП 10/0,38 кВ РЭС:

$$l_{\Sigma \text{ ВЛ } 0,38 \text{ кВ}} \approx l_{\Sigma \text{ ВЛ } 10 \text{ кВ}}, \text{ км.} \quad (4)$$

4. Расчет площади, охватываемой сетями одной РТП 110/10 кВ:

$$F = F_{\text{см}^2} \cdot M^2, \text{ км}^2 \quad (5)$$

где  $F_{\text{см}^2}$  - площадь, охватываемая сетями одной РТП 110/10 кВ (определяют по карте-схеме в квадратных сантиметрах).

5. Определение площади территории РЭС:

$$F_{\text{РЭС}} = F \cdot N_{\text{РТП} 110/10 \text{ кВ}}, \text{ км}^2 / \text{км}^2 \quad (6)$$

6. Определение плотности распределительных сетей 0,38 и 10 кВ:

$$\sigma = \frac{l_{\Sigma \text{ ВЛ } 0,38 \text{ кВ}} + l_{\Sigma \text{ ВЛ } 10 \text{ кВ}}}{F_{\text{РЭС}} \cdot 10^{-3}}, \text{ км} / \text{км}^2 \quad (7)$$

7. Расчет численности рабочих по оперативному и техническому обслуживанию опор ВЛ 0,38 и ВЛ 10 кВ.

Техническое обслуживание опор производят с целью предупреждения аварий, а оперативное - для ее скоростного устранения. При оперативном и техническом обслуживании проводят систематические осмотры, проверки и измерения технического состояния опор, обращая внимание на наклон опор

поперек и вдоль линии, проседание грунта у оснований опор, отсутствие в креплениях деталей опор болтов и гаек, трещин сварных швов, а также на степень загнивания деревянных деталей опор, их обгорание и расщепления.

При осмотре опор ЛЭП определяют состояние номеров (табличек на опорах), соответствие нумерации линий фактической, наличие предупредительных плакатов по технике безопасности, количество и ширину трещин железобетонных опор, ослабление и повреждение оттяжки опор, наличие на опорах птичьих гнезд.

Если при обходе опор ЛЭП выявлены дефекты аварийного характера, то оперативно-выездная бригада должна устранить их. Численность рабочих, занимающихся оперативным и техническим обслуживанием опор, зависит от номинального напряжения линии, плотности распределительной сети, материала опор и может быть определена по данным таблицы 7.

Таблица 7 – Численность рабочих по оперативному и техническому обслуживанию сетей 0,38 10 кВ (на 100 км)

Материал опор	Номинальное напряжение $U_n$ , кВ	Плотность распределительных сетей 3, км/км <sup>2</sup>		
		Менее 600	600...1200	Более 1200
Железобетонные	10,00	0,93	0,84	0,76
	0,38	1,05	0,94	0,85
Деревянные на железобетонных приставках	10,00	1,01	0,91	0,82
	0,38	1,17	1,05	0,95
Деревянные	10,00	10,2	0,92	0,83
	0,38	1,20	1,08	0,98

По данным таблицы 1 определяют численность рабочих, необходимых для обслуживания линий, на основании расчета длины линий с деревянными (д), деревянными на железобетонных приставках (д + ж/б) и железобетонными (ж/б) опорами:

$$l_{д 10} = \frac{l_{\Sigma \text{ ВЛ-10кВ}}}{100} \cdot Z_{10};$$

$$l_{д 0,38} = \frac{l_{\Sigma \text{ ВЛ-0,38кВ}}}{100} \cdot Z_{д 0,38};$$

$$l_{д+ж/б 10} = \frac{l_{\Sigma \text{ ВЛ-10кВ}}}{100} \cdot Z_{д+ж/б 10};$$

$$l_{д+ж/б 0,38} = \frac{l_{\Sigma \text{ ВЛ-0,38кВ}}}{100} \cdot Z_{д+ж/б 0,38}; \quad (8)$$

$$l_{ж/б 10} = \frac{l_{\Sigma \text{ ВЛ-10кВ}}}{100} \cdot Z_{ж/б 10};$$

$$l_{ж/б 0,38} = \frac{l_{\Sigma ВЛ-0,38кВ}}{100} \cdot Z_{ж/б 0,38}$$

где  $Z_{10}$ ,  $Z_{Д 0,38}$ ,  $Z_{Д+ж/б 10}$ ,  $Z_{Д+ж/б 0,38}$ ,  $Z_{ж/б 10}$ ,  $Z_{ж/б 0,38}$  - соответственно количество в процентах деревянных, деревянных на железобетонных приставках и железобетонных опор на ВЛ 0,38 кВ и ВЛ 10 кВ;

$$n_{\Sigma \text{ опор}} = \frac{l_{Д 10} \cdot n_{Д 10}}{100} + \frac{l_{Д 0,38} \cdot n_{Д 0,38}}{100} + \frac{l_{Д+ж/б 10} \cdot n_{Д+ж/б 10}}{100} + \frac{l_{Д+ж/б 0,38} \cdot n_{Д+ж/б 0,38}}{100} + \frac{l_{ж/б 10} \cdot n_{ж/б 10}}{100} + \frac{l_{ж/б 0,38} \cdot n_{ж/б 0,38}}{100}, \quad (9)$$

где  $n_{Д 10}$ ,  $n_{Д 0,38}$ ,  $n_{Д+ж/б 10}$ ,  $n_{Д+ж/б 0,38}$ ,  $n_{ж/б 10}$ ,  $n_{ж/б 0,38}$ , - соответственно численность рабочих, необходимых для обслуживания ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,38 кВ с деревянными, деревянными на железобетонных приставках и железобетонными опорами (см. табл. 4).

#### 8. Расчет численности рабочих по оперативному и техническому обслуживанию ТП 10/0,4 кВ.

К оперативному и техническому обслуживанию ТП 10/0,4 кВ относятся периодические и внеочередные осмотры, контроль за техническим состоянием и устранение неисправностей, приводящих к выходу из работы ТП 10/0,4 кВ. При осмотре подстанции проверяют: уровень и температуру масла, чистоту и целостность изоляторов, состояние контактов и приводов, газового реле, температуру поверхности трансформатора, наличие шумов в трансформаторе, состояние релейной защиты и разрядников. Техническое обслуживание включает в себя наружный осмотр и устранение внешних дефектов подстанции, окраску корпуса ТП, спуск грязи из расширительного бочка трансформатора и доливку масла после этого, проверку спускного крана и уплотнения вокруг него, проверку системы охлаждения трансформатора, релейной защиты, разрядников, взятие пробы масла, измерение параметров трансформаторов и их испытание.

Число рабочих для проведения оперативного и технического обслуживания ТП 10/0,4 кВ определяют по формуле:

$$n_{\Sigma \text{ ТП}} = \frac{N_{\text{ТП } 10/0,4 \text{ кВ}} \cdot n_{\text{ТП } 10/0,4 \text{ кВ}}}{100}, \quad (10)$$

где  $N_{\text{ТП } 10/0,4 \text{ кВ}}$  - количество ТП 10/0,4 кВ в РЭС (определяется по карте варианта задания),  $n_{\text{ТП } 10/0,4 \text{ кВ}}$  - число рабочих, определяемое по данным таблицы 8.

Таблица 8 – Нормы численности рабочих по оперативному и техническому обслуживанию ТП 10/0,4 кВ (на 100 ТП 10/0,4 кВ)

Количество трансформаторов на ТП 10/0,4 кВ	Плотность распределительных сетей $\sigma$ , км/км <sup>2</sup>		
	Менее 600	600-1200	Более 1200
1	1,94	1,75	1,58
2	1,99	1,79	1,61



## 9. Расчет численности рабочих по ремонту и техническому обслуживанию кабельных линий.

Техническое обслуживание кабельных линий заключается в проверке состояния муфт в кабельных колодках и кабеля в коллекторе, надзоре за земляными работами, выполняемыми сторонними организациями вблизи кабельных линий. Неправильная эксплуатация кабельной линии может повлечь нарушения нормальной работы электрической сети. Устранение аварийных ситуаций в РЭС - обязанность бригады электромонтеров, специализирующихся на ликвидации аварий в кабельных линиях и оснащенных необходимым для этого оборудованием. Норма численности рабочих по ремонту и техническому обслуживанию кабельных линий приведена в таблице 9.

Таблица 9–Норма численности рабочих по ремонту и техническому обслуживанию кабельных линий (на 100 км).

Номинальное напряжение кабельной линии, кВ	Численность рабочих на 100 км кабельной линии ( $n_{\text{КЛ}}$ )
10	4,11
0,38	2,64

Число рабочих, необходимых для ремонта и технического обслуживания кабельных линий (КЛ) напряжением 0,38 и 10 кВ, определяют по таблице 6 и формуле:

$$n_{\Sigma \text{ КЛ}} = \frac{l_{\text{КЛ}-0,38 \text{ кВ}} \cdot n_{\text{КЛ}-0,38 \text{ кВ}}}{100} + \frac{l_{\text{КЛ}-10 \text{ кВ}} \cdot n_{\text{КЛ}-10 \text{ кВ}}}{100}, \quad (11)$$

где  $l_{\text{КЛ}-0,38 \text{ кВ}}$  и  $l_{\text{КЛ}-10 \text{ кВ}}$  – соответственно длина КЛ 0,38 кВ и 10 кВ;  $n_{\text{КЛ}-0,38 \text{ кВ}}$  и  $n_{\text{КЛ}-10 \text{ кВ}}$  – число рабочих, определяемое из таблицы 6.

## 10. Расчет численности рабочих по ремонту и техническому обслуживанию ВЛ 0,38 кВ и ВЛ 10 кВ.

Система эксплуатационного обслуживания ВЛ включает техническое обслуживание и ремонт.

К техническому обслуживанию ВЛ относятся работы по систематическому и своевременному предохранению отдельных конструкций и деталей от преждевременного износа путем проведения профилактических измерений и устранения мелких повреждений и неисправностей. К таким работам относятся:

- обходы и осмотры ВЛ;
- установка, замена и осмотр трубчатых разрядников;
- измерение сопротивления болтовых и плашечных соединений проводов;
- проверка тяжения в оттяжках опор;

- работы и измерения, связанные с проверкой конструктивных элементов ВЛ при приемке их в эксплуатацию;
- надзор за работами, проводимыми вблизи линий электропередачи сторонними организациями;
- измерения и испытания, проводимые на линиях и направленные на повышение уровня их технического обслуживания;
- выполнение мероприятий, связанных с охраной линий: вырубка отдельных деревьев (угрожающих разрастанием в сторону ВЛ на недопустимые расстояния), обрезка сучьев на отдельных деревьях, расчистка участков трассы от кустарника;
- замена нумерации опор и предупредительных плакатов.

К ремонту ВЛ относятся мероприятия по устранению неисправностей, обнаруженных при осмотре линии, т.е. ремонт проводов и тросов, замена дефектных изоляторов и др.

Ниже приведены формула и таблица для определения численности рабочих по ремонту и техническому обслуживанию ВЛ, без учета числа рабочих, необходимых для обслуживания опор:

$$n_{\Sigma \text{ ВЛ}} = \frac{l_{\text{Д} 10} \cdot n_{\text{Д} 10}}{100} + \frac{l_{\text{Д} 0,38} \cdot n_{\text{Д} 0,38}}{100} + \frac{l_{\text{Д+ж/б} 10} \cdot n_{\text{Д+ж/б} 10}}{100} + \frac{l_{\text{Д+ж/б} 0,38} \cdot n_{\text{Д+ж/б} 0,38}}{100} + \frac{l_{\text{ж/б} 10} \cdot n_{\text{ж/б} 10}}{100} + \frac{l_{\text{ж/б} 0,38} \cdot n_{\text{ж/б} 0,38}}{100}, \quad (12)$$

где  $n_{\text{Д} 10}$ ,  $n_{\text{Д} 0,38}$ ,  $n_{\text{Д+ж/б} 10}$ ,  $n_{\text{Д+ж/б} 0,38}$ ,  $n_{\text{ж/б} 10}$ ,  $n_{\text{ж/б} 0,38}$ , - соответственно число рабочих по ремонту и техническому обслуживанию ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,38 кВ с деревянными, деревянными на железобетонных приставках и железобетонными опорами, определяемое по таблице 10.

Таблица 10 – Нормы численности рабочих по ремонту и техническому обслуживанию ВЛ (на 100 км)

Номинальное напряжение ВЛ, кВ	Тип опор		
	Железобетонные	Деревянные на железобетонных приставках	Деревянные
10	0,53	0,67	0,78
0,38	0,59	0,91	1,03

11. Расчет численности рабочих по ремонту ТП 10/0,4 кВ и распределительных пунктов на 10 кВ.

Основной задачей ремонта ТП 10/0,4 кВ и распределительных пунктов 10 кВ является обеспечение надежной работы оборудования и режимов работы оборудования в соответствии с его техническими параметрами.

Расчет численности рабочих, необходимых для такого ремонта, производят по формуле:

$$n_{p.n} = \frac{N_{ТП1} \cdot n_{ТП1}}{100} + \frac{N_{ТП2} \cdot n_{ТП2}}{100} + \frac{N_{СВ} \cdot n_{СВ}}{100} + \frac{N_{ВН} \cdot n_{ВН}}{100} \quad (13)$$

где -  $N_{СВ}$ ,  $N_{ВН}$ ,  $N_{ТП1}$ ,  $N_{ТП2}$  -соответственно количество секционирующих выключателей (СВ) и АВР, выключателей нагрузки (ВН), ТП 10/0,4 кВ с одним и двумя трансформаторами,  $n_{СВ}$ ,  $n_{ВН}$ ,  $n_{ТП1}$ ,  $n_{ТП2}$  - соответственно нормы численности рабочих по обслуживанию распределительных пунктов, определяемые по таблице 11.

Таблица 11- Нормы численности рабочих по ремонту ТП 10/0,4 кВ и распределительных пунктов на 10 кВ (на 100 шт.)

Распределительный пункт	ТП с одним трансформатором	ТП с двумя трансформаторами	СВ и АВР	Выключатели нагрузки
Количество рабочих на 100 распределительных пунктов	0,87	1,13	0,96	0,55

12. Численность обслуживающего персонала РЭС определяют с учетом поправочных коэффициентов.

При определении числа рабочих, обеспечивающих надежную эксплуатацию электрических сетей, учитывают местонахождение РЭС, разветвленность и длину его электрических сетей, а также сложность проводимой работы. Для учета этих параметров используют поправочные коэффициенты.

А. Коэффициент  $K_1$  от географического расположения РЭС. Например, для Московской области:

$K_1 = 1,03$  (табл. 1 и 2);

$K_1 = 1,06$  (табл. 3, 4 и 5).

Б. Коэффициент  $K_2$  учитывает трудозатраты на переезды оперативной бригады. Он зависит от среднего расстояния от ремонтной базы до места производства работ. Если это расстояние в пределах 15...20 км:

$K_2 = 1,00$  (табл. 1 и 2);

$K_2 = 1,22$  (табл. 3,4 и 5).

В. Коэффициент  $K_3$  учитывает объем проводимых работ, определяется по таблице 12.

Таблица 12 - Значения поправочного коэффициента  $K_3$  к данным таблиц 3...5, 7...8.

Число рабочих	Таблицы 1 и 2	Таблицы 3, 4 и 5
До 70	1,10	1,05
70,..80	1,09	1,05
80...90	1,07	1,04
90... 100	1,05	1,03
100...110	1,03	1,02
ПО... 120	1,01	1,01
>120	1,00	1,00

Суммарное число рабочих, необходимых для эксплуатации электрических сетей РЭС, с учетом поправочных коэффициентов равно (величину  $n_p$  необходимо округлить до ближайшего большего целого значения):

$$n_p = n_{\text{рабочих } 1} + n_{\text{рабочих } 2} + n_{\text{рабочих } 3} + n_{\text{рабочих } 4} + n_{\text{рабочих } 5}, \quad (14)$$

$$\text{где } n_{\text{рабочих } 1} = n_{\text{опор}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3;$$

$$n_{\text{рабочих } 2} = n_{\text{ТП}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3;$$

$$n_{\text{рабочих } 3} = n_{\text{КЛ}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3;$$

$$n_{\text{рабочих } 4} = n_{\text{ВН}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3;$$

$$n_{\text{рабочих } 5} = n_{\text{р.п.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3;$$

## Раздел 2. Расчет численности инженерно-технических работников

Основные обязанности работников, занятых эксплуатацией электрических сетей, - обеспечение бесперебойного электроснабжения потребителей и поддержание нормируемого качества электрической энергии при минимальных затратах. Главным структурным подразделением в системе Минтопэнерго РФ, занимающимся эксплуатацией электрических сетей, является предприятие электрических сетей (ПЭС), которое выполняет ремонтно-эксплуатационное обслуживание, работы по реконструкции и строительству новых подстанций и линий (см. рис. 1 и 2). Ремонтно-эксплуатационное обслуживание производится в соответствии с правилами технической эксплуатации и заводскими инструкциями по эксплуатации данного вида оборудования. Эксплуатационные работы - это ревизия и осмотры оборудования, техническое обслуживание оборудования, зданий и сооружений. Техническое обслуживание и ремонт осуществляются на основе перспективных, годовых и месячных планов работ.

Предприятие электрических сетей имеет следующие подразделения:

- район (или участок) электрических сетей (РЭС) - производственное подразделение, обслуживающее все (или часть) электроустановки на закрепленной за ним территории. Это подразделение занимается обслуживанием линий электропередачи напряжением 0,38, 10 кВ и трансформаторных пунктов 10/0,4 кВ, а в ряде случаев линий 35, 110 кВ и

подстанций более высоких напряжений. Примерная структура РЭС приведена на рисунке 3:

- служба - производственное специализированное подразделение, централизованно выполняющее производственные функции (например: служба линий занимается всеми вопросами, связанными с эксплуатацией линий 35 кВ и выше; служба подстанций - эксплуатацией и оперативным обслуживанием подстанций 35 кВ и выше);
- отдел - функциональное подразделение, специализированное на выполнении определенной функции управления предприятием (например, планово-экономический отдел, занимающийся вопросами экономической стратегии и анализа деятельности предприятия).

Границы обслуживания РЭС устанавливаются исходя из протяженности воздушных и кабельных линий, числа подстанций и условий эксплуатации с учетом административного районирования.

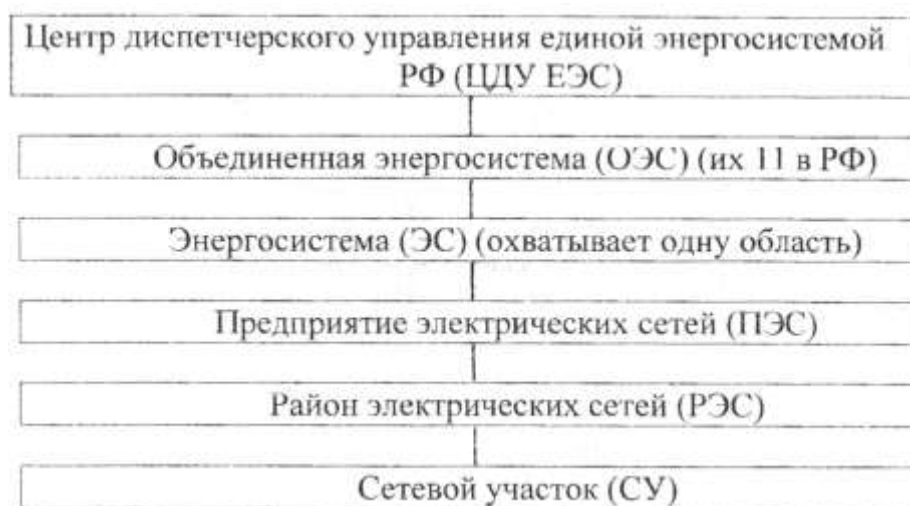


Рисунок 2– Структурные подразделения Минтопэнерго Российской Федерации

Инженерно-технические работники РЭС:

- начальник РЭС;
- заместитель начальника РЭС (главный инженер);
- старший диспетчер;
- диспетчеры;
- инженеры;
- заведующий гаражом; начальник мастерских; старшие мастера; мастера;
- начальник группы энергосбыта (энергоучет);
- начальник производственно-технической группы;
- начальник группы релейной защиты и телемеханики.

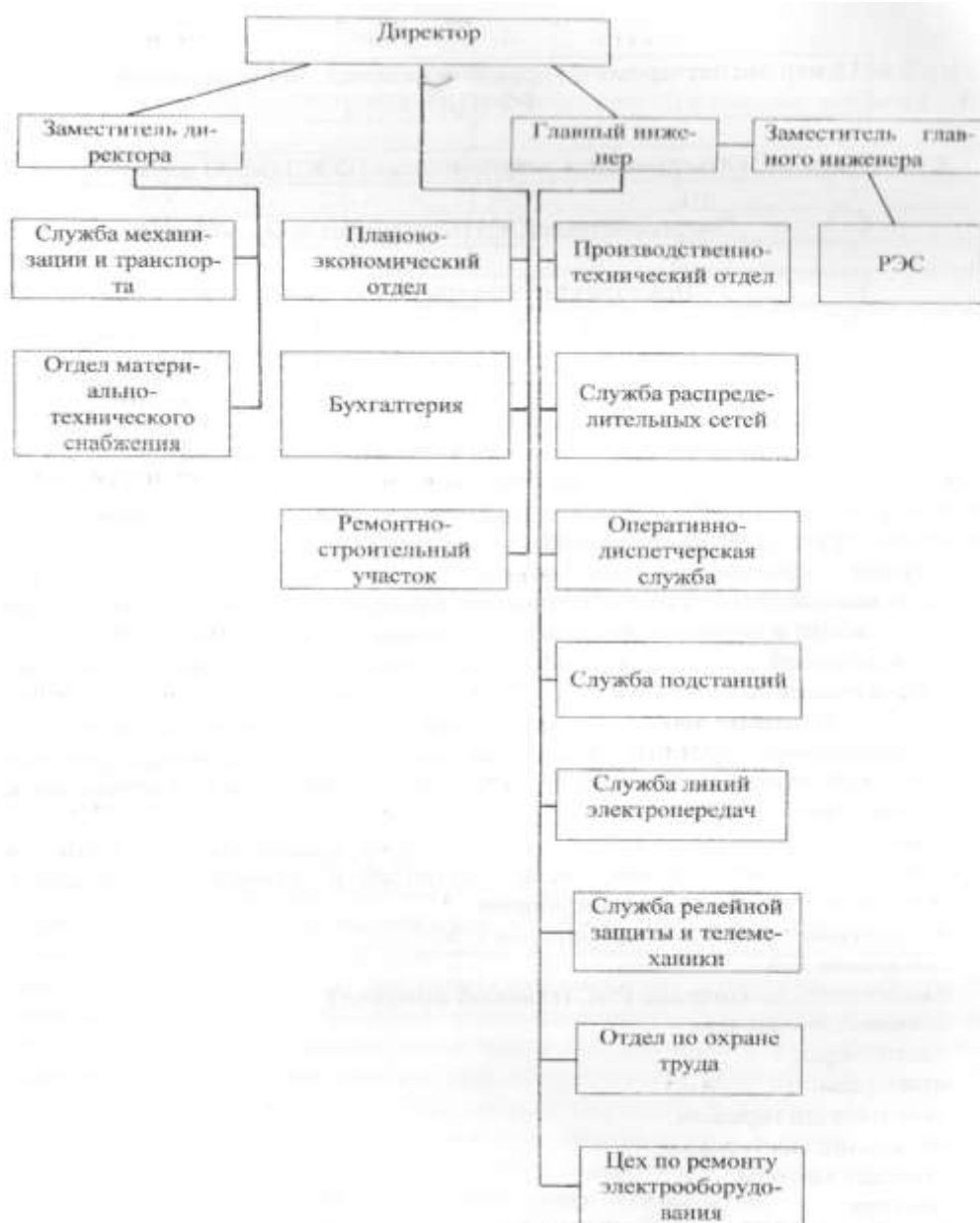


Рисунок 3– Структурные подразделения предприятия электрических сетей



Рисунок4– Структура района электрических сетей

Численность ИТР в РЭС определяют по формуле:

$$n_{\text{ИТР}} = \frac{n_{\Sigma \text{Р}}}{10} + \frac{l_{\Sigma \text{ВЛ-0,38 кВ}} + l_{\Sigma \text{ВЛ-10 кВ}} - 370}{300} + \frac{N_{\text{ТП10/0,4кВ}}}{150} + K, \quad (15)$$

где  $K = 1$  при площади РЭС более 3 тыс. км<sup>2</sup>;  $K = 2$  при площади РЭС более 10 тыс. км<sup>2</sup>.

### Раздел 3. Нормирование ремонта и технического обслуживания электрических сетей.

Основным нормативным документом, предусматривающим организацию эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве, служит система планово-предупредительных ремонтов электрооборудования сельского хозяйства (ППРЭ с.х.). Она разработана на основе обобщенные результаты исследований, выполненных различными научно-исследовательскими организациями, анализа систем НИР, действующих в различных отраслях электроэнергетики, с учетом опыта эксплуатации

электрооборудования и требований инструкций заводов-изготовителей электрооборудования.

Этот нормативный документ содержит классификацию условий эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве, рекомендации по планированию, организации и учету работ при технической эксплуатации оборудования и данные о периодичности, типовом составе работ, трудоемкости и о расходе материалов при техническом обслуживании и ремонте практически всех видов электрооборудования, применяемого в сельских электрических сетях.

Система ППРЭ с.х. включает профилактические мероприятия и предусматривает их выполнение в плановом порядке в строго регламентированные сроки. Настоящей системой предусматривается техническое обслуживание с периодическим контролем, при котором проверка технического состояния электрооборудования осуществляется с установленными объемами и периодичностью.

Структура работ в системе ППРЭ с.х. содержит оперативное и плановое техническое обслуживание, а также текущий и капитальный ремонты. Для некоторых видов электрооборудования предусматривают в качестве профилактических мероприятий осмотр и чистку.

Периодичность технического обслуживания и ремонта в системе ППРЭ с.х. установлена по критерию минимума приведенных затрат за весь срок службы электрооборудования. При обосновании периодичности технического обслуживания учитывается тип оборудования, условия окружающей среды и временные режимы работы оборудования.

Выполнение профилактических работ предусматривает составление графиков технического обслуживания и ремонта (ТО и ТР). Планирование работ в течение года следует осуществлять в размере недельного интервала времени с резервированием примерно 20 % от общего недельного фонда времени на оперативное обслуживание.

Типовой состав работ в системе ППРЭ с.х. приведен практически для всей номенклатуры используемого в сельских электрических сетях электрооборудования. В состав работ для каждого вида электрооборудования включены те операции, которые обеспечивают качественное профилактическое обслуживание. Необходимость выполнения других операций уточняет электротехнический персонал при проведении работ.

Практика применения системы ППРЭ с.х. подтверждает ее высокую эффективность. Строгое выполнение требований этой системы позволяет увеличить срок службы электрооборудования в 2...3 раза и снизить расходы на 25...30%.

В этом разделе методических указаний по выполнению курсовой работы приведен расчет резервного запаса электрооборудования и материалов для распределительной сети, а также техники для успешного проведения технического обслуживания и ремонтов.



## Порядок расчета

1. Определяют резервный запас трансформаторов.

Трансформаторы мощностью 25, 40, 63, 100, 160 кВ-Аррезервируются в РЭС, а трансформаторы мощностью 250 кВА и более в энергосистеме. Расчет количества трансформаторов, находящихся в резерве на складе в РЭС, определяют по таблице 13.

Таблица 13 - Резервный запас трансформаторов в РЭС для плановой и аварийной замены

Количество трансформаторов в РЭС	5	21	51	101	151	221	281	351	421
	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	20	50	100	150	220	280	350	420	520
Количество трансформаторов в РЭС, предназначенных для плановой замены	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество трансформаторов в РЭС, предназначенных для аварийной замены	1	2	3	3	4	4	6	6	7

Примечание. Данные приведены для трансформаторов мощностью от 25 до 160 кВ·А.

2. Рассчитывают резервный запас оборудования для КТП 10/0,4 кВ.

Расчет резервного запаса оборудования для трансформаторных подстанций производят по таблице 8 в зависимости от количества и мощности КТП 10/0,4 кВ в РЭС.

3. Рассчитывают резервный (эксплуатационный) запас материалов для опор ЛЭП.

Один из основных недостатков деревянных опор - подверженность загниванию. Загнивание древесины происходит при влажности 30...60 % в подземной части приставок, торцах деталей опор и местах сопряжения деталей, где долго задерживается влага. В РЭС для деревянных опор необходим запас следующих основных материалов: лесоматериалов, изоляторов и катанки, а для железобетонных опор - изоляторов, хомутов и бетона.

Таблица 14 - Норма резервного запаса электрооборудования для КТП 10/0,4 кВ в РЭС

Наименование электрооборудования	Количество электрооборудования в зависимости от количества КТП 10/0,4 кВ в РЭС, шт.							
	1	11	51	101	201	401	800	1501
	...	...	...	...	...	...	...	...
	10	50	100	200	400	800	1500	2500
Комплект оборудования 10 кВ для КТП мощностью до 63 кВ·А	1	1	1	2	2	2	3	3
Комплект оборудования 10 кВ для КТП мощностью от 100 до 250 кВ·А	1	1	2	2	2	3	4	5
Комплект оборудования 0,4 кВ для КТП мощностью до 63 кВ·А	1	2	2	2	3	4	6	8
Комплект оборудования 0,4 кВ для КТП мощностью от 100 до 250 кВ·А	1	2	2	3	4	5	7	10
Разрядники типа РВО-10	3	12	13	15	18	0	30	35
Проходные изоляторы	3	17	20	25	40	70	120	190
Разъединители	3	6	17	23	55	70	120	190
Предохранители и рубильники	12	15	18	25	30	45	50	60
Автоматы	12	15	25	35	60	110	160	190

Объем эксплуатационного запаса древесины и бетона (м<sup>3</sup>/год) для опор ЛЭП в определяют по следующим формулам.

Для ВЛ-10 кВ с деревянными опорами:

$$V_{Д10} = \frac{V_{\text{запас Д10}} \cdot l_{\Sigma \text{ ВЛ-10 кВ}} \cdot K_{Д10}}{100}; \quad (16)$$

$$V_{Б10} = \frac{V_{\text{запас Б10}} \cdot l_{\Sigma \text{ ВЛ-10 кВ}} \cdot K_{Д10}}{100}.$$

Для ВЛ-10 кВ с деревянными на железобетонных приставках опорами:

$$V_{Д10} = \frac{V_{\text{запас Д+ж/б10}} \cdot l_{\Sigma \text{ ВЛ-10 кВ}} \cdot K_{Д+ж/б10}}{100}; \quad (17)$$

$$V_{Б10} = \frac{V_{\text{запас Б10}} \cdot l_{\Sigma \text{ ВЛ-10 кВ}} \cdot K_{Д+ж/б10}}{100}.$$

Для ВЛ 10 кВ с железобетонными опорами:

$$V_{Б10} = \frac{V_{\text{запас Б10}} \cdot l_{\Sigma \text{ ВЛ-10 кВ}} \cdot K_{ж/б10}}{100}. \quad (18)$$

Для ВЛ 0,38 кВ с деревянными опорами:

$$V_{Д\ 0,38} = \frac{V_{\text{запас Д } 0,38} \cdot l_{\Sigma \text{ ВЛ-}0,38 \text{ кВ}} \cdot K_{Д\ 0,38}}{100};$$

$$V_{Б\ 0,38} = \frac{V_{\text{запас Б } 0,38} \cdot l_{\Sigma \text{ ВЛ-}0,38 \text{ кВ}} \cdot K_{Д\ 0,38}}{100}.$$
(19)

Для ВЛ 0,38 кВ с деревянными на железобетонных приставках опорами:

$$V_{Д\ 0,38} = \frac{V_{\text{запас Д+ж/б } 0,38} \cdot l_{\Sigma \text{ ВЛ-}0,38 \text{ кВ}} \cdot K_{Д+ж/б\ 0,38}}{100};$$

$$V_{Б\ 0,38} = \frac{V_{\text{запас Б } 0,38} \cdot l_{\Sigma \text{ ВЛ-}0,38 \text{ кВ}} \cdot K_{Д+ж/б\ 0,38}}{100}.$$
(20)

Для ВЛ 0,38 кВ с железобетонными опорами:

$$V_{Б\ 0,38} = \frac{V_{\text{запас Б } 0,38} \cdot l_{\Sigma \text{ ВЛ-}0,38 \text{ кВ}} \cdot K_{ж/б\ 0,38}}{100}.$$
(21)

Буквенные обозначения формул (16...21) следующие:

$V_{\text{запас Д}10}$ ,  $V_{\text{запас Д+ж/б}10}$ ,  $V_{\text{запас Д } 0,38}$ ,  $V_{\text{запас Д+ж/б } 0,38}$  – соответственно норма запаса древесины для ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,38 кВ с деревянными и железобетонными на железобетонных приставках опорами (см. табл. 15), м<sup>3</sup>/100 км в год,  $V_{Б10}$ ,  $V_{Б\ 0,38}$  - соответственно норма запаса бетона для ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,38 кВ с деревянными, железобетонными на железобетонных приставках и железобетонными опорами (см. табл. 12), м<sup>3</sup>/100 км в год;  $K_{Д10}$ ,  $K_{Д+ж/б10}$ ,  $K_{ж/б10}$ ,  $K_{Д\ 0,38}$ ,  $K_{Д+ж/б\ 0,38}$ ,  $K_{ж/б\ 0,38}$  -соответственно доля деревянных, железобетонных на железобетонных приставках и железобетонных опор на ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,38 кВ, о.е.

4. Определяют резервный (аварийный) запас материалов для опор ЛЭП.

Принято, что по результатам осмотра линий электропередачи в РЭС 9 из 100 опор с элементами загнивания, причем 3 (из 100 опор) подвержены наружному загниванию, 3 - полному внутреннему загниванию и 3 - неполному внутреннему загниванию.

На первом этапе расчета определяют количество опор, подлежащих замене. Для этого находят эквивалентный диаметр и по нему определяют время, через которое необходима замена опоры (см. табл. 16).

Таблица 15 - Нормы эксплуатационного запаса материалов для опор ЛЭП

Напряжение и вид опор ЛЭП	Район по ветру	Район по гололеду	Норма запаса древесины, м <sup>3</sup> /100 км				Норма запаса бетона, м/100 км
			Начало загнивания 7,5 лет		Начало загнивания 12,5 лет		
			1см/год	1,5 см/год	1 см/год	1,5см/год	
ВЛ 10 кВ с деревянными на железобетонных приставках опорами	I-II	I-II	35	50	25	35	0,3
	I-III	III-IV	45	55	35	40	0,4
	IV	I-II	45	55	35	40	0,4
	III	IV	55	60	40	45	0,4
	IV	III-IV	55	60	40	45	0,4
ВЛ 10 кВ с деревянными опорами	I-IV	I-II	45	65	40	50	0,06
	I-IV	III-IV	60	80	55	60	0,06
ВЛ 0,38 кВ с деревянными на железобетонных приставках опорами	I-IV	I-II	40	50	30	40	0,4
	I-II	III	40	50	30	40	0,4
	I	IV	40	50	30	40	0,4
	IV	III	50	55	30	45	0,3
	III-IV	IV	50	55	30	45	0,3
ВЛ 0,38 кВ с деревянными опорами	I-IV	I-III	40	55	30	45	0,1
	I-II	IV	80	85	45	85	0,1
	III-IV	IV	85	100	55	80	0,1
ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,38 кВ с железобетонными опорами	I-IV	I-IV	-	-	-	-	0,1

Таблица 16 - Зависимость времени, через которое необходима замена опоры, от эквивалентного диаметра опоры

Эквивалентный диаметр опоры, d <sub>0</sub> , см		Время, через которое необходима замена опоры
ВЛ 10 кВ	ВЛ 0,38 кВ	
Менее 16,5см	Менее 13,5 см	Через 1 год Через 2 года Через 3 года Через 4 и более лет
16,5 <d<17,5	13,5<d<14,5	
17,5 <d<18,5	14,5<d<15,5	
Более 18,5	Более 15,5	

Для опор ВЛ10 кВ с наружным загниванием эквивалентный диаметр определяют по следующим формулам (в задании таких опор 3, поэтому расчет здесь и ниже проводится 3 раза):

$$b_{\text{ср}} = \frac{b_1 + b_2 + b_3}{3};$$

(22)

$$d_3 = D_{\text{н}} + 2b_{\text{ср}},$$

где  $b_i$ - диаметр наружного загнивания  $i$ -й опоры (см. рис. 5);  $D_{\text{н}}$ - наружный диаметр опоры

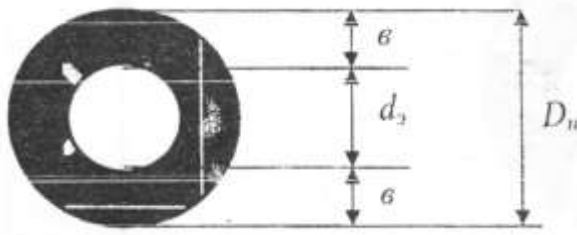


Рисунок5 – Зона наружного загнивания опоры

Для опор ВЛ 10 кВ с полным внутренним загниванием эквивалентный диаметр определяют по следующим формулам:

$$A_{\text{ср}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3};$$

$$d = D_{\text{н}} - 2A_{\text{ср}}; \quad (23)$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{D_{\text{н}}^4 - d^4}{D_{\text{н}}}} \cdot K,$$

где  $K$  - коэффициент, учитывающий неоднородность древесины в срубе опоры;  $a_i$  - диаметр внутреннего загнивания  $i$ -й опоры (см. рис. 6).

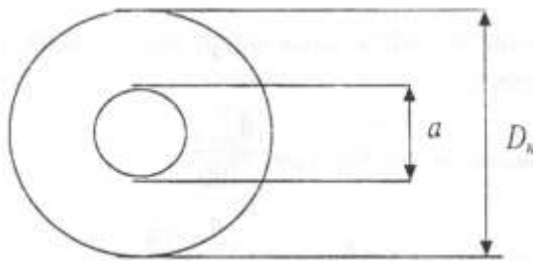


Рисунок6– Зона полного внутреннего загнивания опоры

Для опор ВЛ 10 кВ с неполным внутренним загниванием (см. рис. 7) эквивалентный диаметр определяют по следующим формулам:

$$A_{\text{ср}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3};$$

$$b_{\text{ср}} = \frac{b_1 + b_2 + b_3}{3};$$

(24)

$$d_1 = D_{\text{н}} - 2A_{\text{ср}};$$

$$d_2 = D_{\text{н}} - 2b_{\text{ср}};$$

$$d_3 = \sqrt[3]{d_1^3 \frac{D_{\text{н}}^4 - d^4}{D_{\text{н}}}} \cdot K.$$

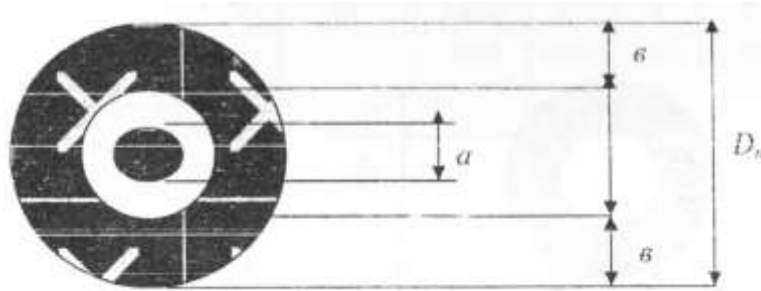


Рисунок 7 – Зона неполного внутреннего загнивания опоры

Для опор ВЛ 0,38 кВ расчет проводят по формулам (22), (23) и (24). Для этого в них подставляются значения, соответствующие опорам ВЛ 0,38 кВ. Далее определяют объем древесины, необходимый для замены опор ЛЭП по годам.

Для этого рассчитывают количество деревянных опор на ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,38 кВ:

$$n_{\text{дер.опор } 10} = l_{\Sigma \text{ ВЛ-10 кВ}} \cdot K_{\text{д } 10} \cdot 13 \frac{\text{опор}}{\text{км}}; \quad (25)$$

$$n_{\text{дер.опор } 0,38} = l_{\Sigma \text{ ВЛ-0,38 кВ}} \cdot K_{\text{д } 0,38} \cdot 30 \frac{\text{опор}}{\text{км}},$$

где 13 и 30 - количество опор на 1 км соответственно для ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,38 кВ.

Затем определяют количество деревянных опор, подлежащих замене на ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,38 кВ (по годам):

$$n_{\text{непригодных дер.опор } 10} = n_{\text{дер.опор } 10} \cdot \frac{n_{\text{зам.10}}}{100}; \quad (26)$$

$$n_{\text{непригодных дер.опор } 0,38} = n_{\text{дер.опор } 0,38} \cdot \frac{n_{\text{зам.0,38}}}{100},$$

где  $n_{\text{зам.10}}$  и  $n_{\text{зам.0,38}}$  - соответственно количество опор из 9 штук на ВЛ 10 кВ и ВЛ 0,38 кВ, подлежащих замене.

Таким образом, объем древесины, необходимый для замены опор ВЛ 10 кВ и ВЛ-0,38 кВ, равен:

$$V_{\text{дер.опор } 10} = V'_{10} \cdot n_{\text{непригодных дер.опор } 10}; \quad (27)$$

$$V_{\text{дер.опор } 0,38} = V'_{0,38} \cdot n_{\text{непригодных дер.опор } 0,38},$$

где  $V'_{10}$  - средний объем одной опоры для ВЛ 10 кВ, равный  $0,45 \text{ м}^3$ ,  $V'_{0,38}$  - средний объем одной опоры для ВЛ 0,38 кВ, равный  $0,35 \text{ м}^3$ .

5. Определяют потребности в технике для обслуживания РЭС.

Существующие нормативы потребности РЭС в машинах, механизмах и транспортных средствах следующие: на 2250 км ВЛ 0,38-10 кВ и 450 ТП 10/0,4 кВ должно приходиться:

- 5,94 автомобиля,
- 6,6 специальных механизмов на автомобилях,
- 2,92 тракторов и экскаваторов,
- 6,24 прицепов с механизмами.

С целью определения потребности в технике для обслуживания РЭС рассчитывают коэффициент пересчета:

$$K_{\text{пер}} = \left( \frac{l_{\Sigma \text{ ВЛ-10 кВ}} + l_{\Sigma \text{ ВЛ-0,38 кВ}}}{2250} + \frac{N_{\text{ТП10/0,4 кВ}}}{450} \right) / 2 \quad (28)$$

Количество автомобилей в РЭС (при расчете потребности в технике все числа округляются до ближайшего большего):

$$n_{\text{ав}} = 5,94 \cdot K_{\text{пер}}. \quad (29)$$

В том числе:

- ГАЗ-66 или ГАЗ-52 -  $2,86 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- ЗИЛ-131 или УРАЛ-357 или КамАЗ-4320 -  $0,74 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- Легковые автомобили -  $2,34 \cdot K_{\text{пер}}$ ,

Количество специальных механизмов на автомобилях

$$n_{\text{спец.мах.}} = 6,6 \cdot K_{\text{пер}}. \quad (30)$$

В том числе:

- автокраны -  $1,41 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- автобусы -  $1,06 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- телескопические вышки (АП-17 или АГП-17, h=17 м) -  $0,66 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- автогидропогрузчики -  $1,29 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- электромеханические мастерские -  $0,8 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- электролаборатории на ГАЗ-66 -  $0,69 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- электролаборатории типа ЛТП-10 -  $0,69 \cdot K_{\text{пер}}$ .

Количество тракторов и экскаваторов

$$n_{\text{тракторов}} = 2,92 \cdot K_{\text{пер}}. \quad (31)$$

В том числе:

- тракторы гусеничные с тяговым усилием 6...10 т -  $0,66 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- тракторы колесные Т-150К -  $1,48 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- тракторы «Беларусь» -  $0,76 \cdot K_{\text{пер}}$ .

Количество прицепов с механизмами на их базе

$$N_{\text{приц}} = 6,24 \cdot K_{\text{пер}}, \quad (32)$$

В том числе:

- автоприцеп одноосный –  $1,56 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- прицеп тракторный трехосный –  $1,56 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- опоровоз саморазгружающийся –  $0,78 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- прицеп с электростанцией –  $1,56 \cdot K_{\text{пер}}$ ;
- передвижной компрессор –  $0,78 \cdot K_{\text{пер}}$ .

*Раздел 4. Реконструкция фидеров 10 кВ с целью повышения надежности электроснабжения потребителей.*

4.1. Обеспечение потребителей I категории надежным электроснабжением.

К первой категории относятся потребители, перерыв в электроснабжении которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, нанести значительный ущерб хозяйству, вызвать повреждение дорогостоящего оборудования (для сельского хозяйства - болезнь и гибель животных) и массовый брак продукции, нарушить сложные технологические процессы и т.п.

Перерыв в электроснабжении потребителей I категории от одного из источников электроэнергии допускается только на время автоматического восстановления питания. Поэтому потребители I категории могут иметь либо сетевое резервирование от ВЛ, питающейся от другой подстанции 110/10 кВ (см. рис. 8), либо местное резервирование от ВЛ, питающейся от той же подстанции 110/10 кВ, но от другой секции шин 10 кВ (см. рис. 9).

Местное резервирование выполняется в случае, если

$$l_{\text{рез}} < l_{\text{вых}} + 0,5 \text{ км}, \quad (33)$$

где  $l_{\text{вых}}$  и  $l_{\text{рез}}$  - длины ВЛ 10 кВ, которые необходимо построить для обеспечения сетевого или местного резервирования (см. рис. 9 и 10).

На рисунке 9 приведены схемы присоединения ТП 10/0,4 кВ, питающей потребителей I-й категории.

4.2. Обеспечение потребителей II-й категории надежным электроснабжением.

Ко второй категории относятся потребители, перерыв в электроснабжении которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым



простоям рабочих и механизмов, нарушению нормальной деятельности значительного числа городских и сельских жителей.

Нормируемые показатели надежности электроснабжения потребителей второй категории:

$$n_{\text{II}}(\tau \leq 0,5 \text{ч}) = 2,5 \text{ откл/год};$$

$$n_{\text{II}}(\tau \leq 4 \text{ч}) = 2,3 \text{ откл/год};$$

$$n_{\text{II}}(4 \leq \tau \leq 10 \text{ч}, P \leq 120 \text{ кВт}) = 0,2 \text{ откл/год}; (34)$$

$$n_{\text{II}}(4 \leq \tau \leq 10 \text{ч}, P \leq 120 \text{ кВт}) = 0,1 \text{ откл/год}.$$

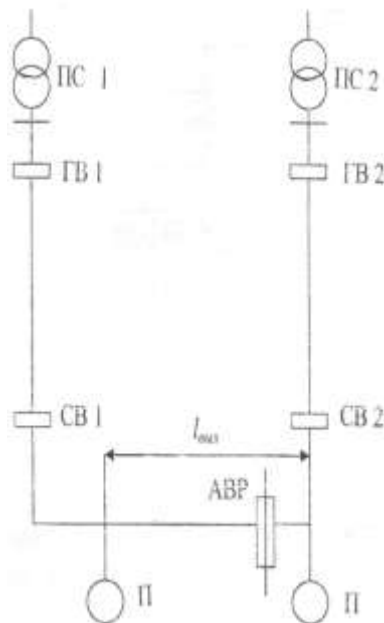


Рисунок 8 – Схема сетевого резервирования

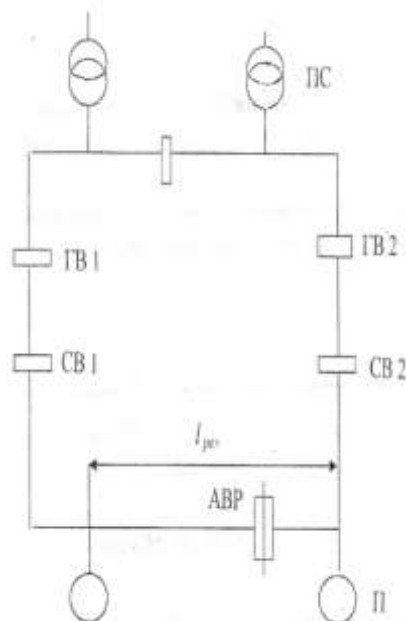


Рисунок 9 – Схема местного резервирования

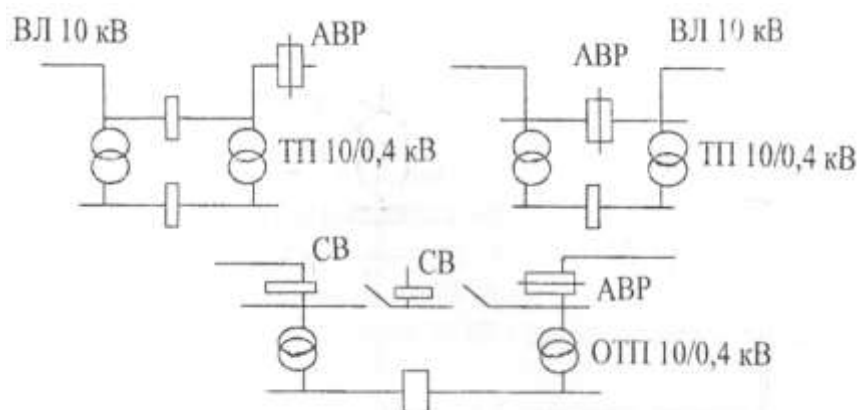


Рисунок 10 – Схемы присоединения ТП 10/0,4 кВ, питающей потребителей I-й категории к питающей ВЛ

Для потребителей первой категории с расчетной нагрузкой 120 кВт и более должна применяться схема с двухсторонним питанием, изображенная на рисунке 11.

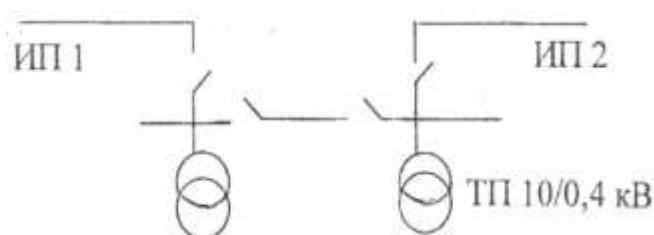


Рисунок 11 – Схема присоединения ТП 10/0,4 кВ, питающей потребителей второй категории с расчетной нагрузкой 120 кВт и более

Допускается присоединение ТП 10/0,4 кВ, питающей потребителей второй категории, по схемам, показанным на рисунках 12 и 13

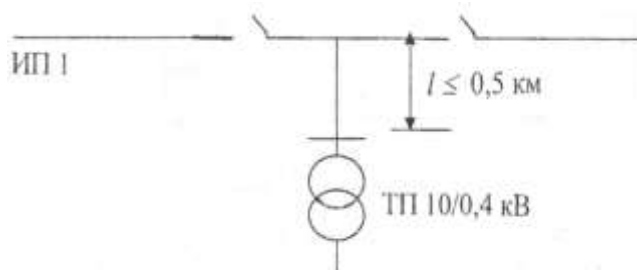


Рисунок 12 – Схема присоединения ТП 10/0,4 кВ, питающей потребителей второй категории, при длине отпайки 0,5 км и менее

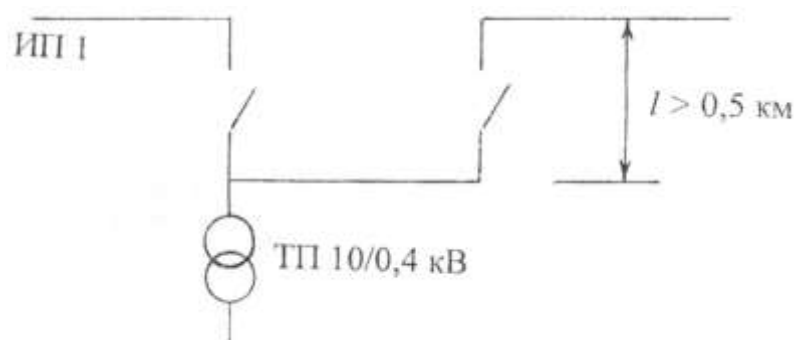


Рисунок 13 – Схема присоединения ТП 10/0,4 кВ, питающей потребителей второй категории, при длине отпайки менее 0,5 км

Для питания потребителей II категории мощностью  $P > 250$  кВт следует применять двухтрансформаторные подстанции, а при меньшей мощности - однотрансформаторные.

#### 4.3. Расстановка секционирующих выключателей

Выбор количества секционирующих выключателей производят по номограмме, одна из которых приведена на рис. 14, в зависимости от суммарной длины  $l_{\Sigma}$  суммарной нагрузки ВЛ-10 кВ [8]. Суммарная длина линии между двумя выключателями не должно быть больше 12 км.

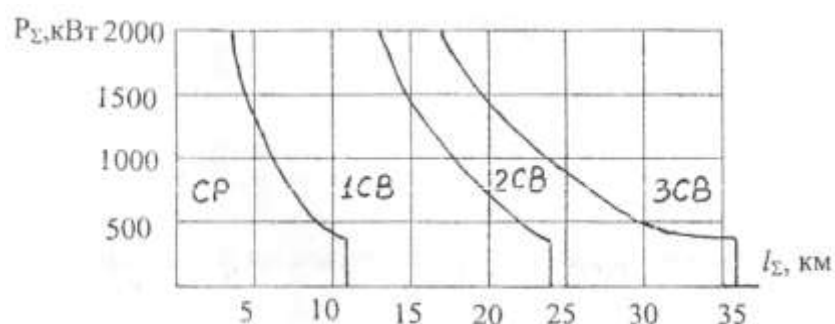


Рисунок 14 – Номограмма выбора количества секционирующих выключателей на ВЛ 10 кВ

Примерное место размещения устройства автоматического секционирования выбирают между точками, одна из которых делит линию на равные части по длине, а вторая - на равные части по нагрузке.

#### 4.4. Расстановка секционирующих разъединителей

Разъединители в сети с номинальным напряжением, равным 10 кВ устанавливаются на магистрали для ограничения длины участка по 3,5 км, включая ответвления, и на ответвлении при его длине более 2,5 км. На рисунке 15 показана ВЛ 10 кВ с расставленными разъединителями.

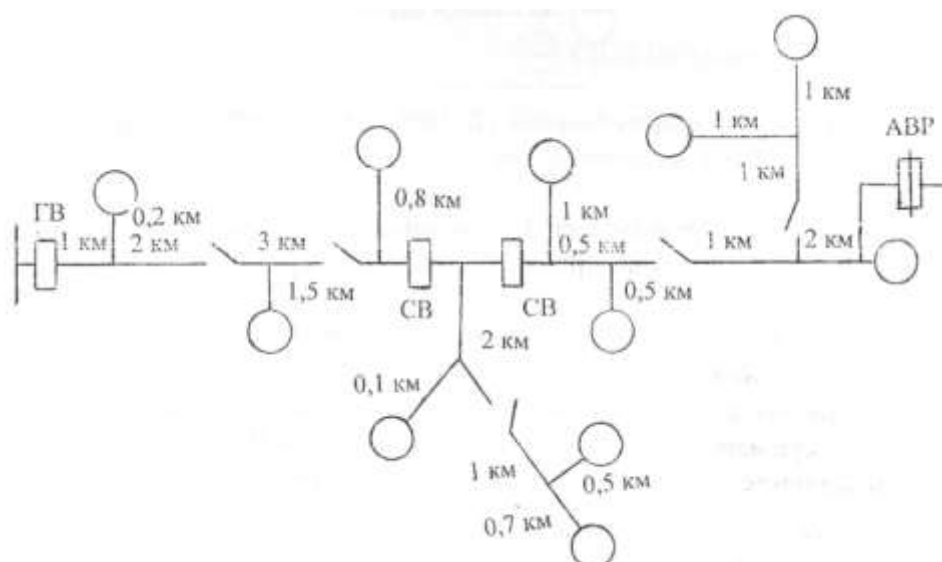


Рисунок 15 – Пример расстановки разъединителей на ВЛ-10 кВ

#### 4.4.3 Разработка заключения

Студент подводит итоги работы и делает выводы по выполненной курсовой работе. Необходимо указать, что разработанная система эксплуатации района электрических сетей соответствует действующей нормативно-технической документации и позволяет обеспечить потребителей качественной и надежной электроэнергией.

#### 4.4.4 Оформление библиографического списка

В библиографическом списке указываются сведения о книгах (автор, заглавие, место издания, издательство, год издания и количество страниц), нормативной правовой документации и т.д.

#### 4.4.5 Оформление Приложения (по необходимости)

Приложения являются самостоятельной частью работы. В приложениях курсовой работы помещают материал, дополняющий основной текст.

Приложениями могут быть: таблицы большого формата; статистические данные; фотографии средств измерения, индивидуальной и коллективной защиты, техническая документация и сертификаты на станки, оборудование и материалы, а также тексты, которые по разным причинам не могут быть помещены в основной работе и т.д.

## 5. Требования к оформлению курсовой работы

### 5.1 Оформление текстового материала (ГОСТ 7.0.11 – 2011)

1. Курсовая работа должна быть выполнена печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А4 (210x297 мм).

2. Поля: с левой стороны - 25 мм; с правой - 10 мм; в верхней части - 20 мм; в нижней - 20 мм.
3. Тип шрифта: *Times New Roman Cyr*. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов (глав): полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Цвет шрифта должен быть черным. Межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал – полоторный. Абзацный отступ – 1,25 см.
4. Страницы должны быть пронумерованы. Порядковый номер ставится в **середине верхнего поля**. Первой страницей считается титульный лист, но номер страницы на нем не проставляется. Рецензия - страница 2, затем 3 и т.д.
5. Главы имеют **сквозную нумерацию** в пределах работы и обозначаются арабскими цифрами. **В конце заголовка точка не ставится**. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. **Переносы слов в заголовках не допускаются**.
6. Номер подраздела (параграфа) включает номер раздела (главы) и порядковый номер подраздела (параграфа), разделенные точкой. Пример – 1.1, 1.2 и т.д.
7. Главы работы по объему должны быть пропорциональными. Каждая глава начинается с новой страницы.
8. В работе необходимо чётко и логично излагать свои мысли, следует избегать повторений и отступлений от основной темы. Не следует загромождать текст длинными описательными материалами.
9. На последней странице курсовой работы ставятся дата окончания работы и подпись автора.
10. Законченную работу следует переплести в папку.

Написанную и оформленную в соответствии с требованиями курсовую работу обучающийся регистрирует на кафедре. Срок рецензирования – не более 7 дней.

## 5.2 Оформление ссылок (ГОСТР 7.0.5)

При написании курсовой работы необходимо давать краткие внутритекстовые библиографические ссылки. Если делается ссылка на источник в целом, то необходимо после упоминания автора или авторского коллектива, а также после приведенной цитаты работы, указать в квадратных скобках номер этого источника в библиографическом списке. Например: по мнению Ван Штраалена, существуют по крайней мере три случая, когда биоиндикация становится незаменимой [7].

Допускается внутритекстовую библиографическую ссылку заключать в круглые скобки, с указанием авторов и года издания объекта ссылки. Например, (Черников, Соколов 2018).

Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в ней указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Сведения разделяют запятой, заключая в квадратные скобки.

Например, [10, с. 81]. Допускается оправданное сокращение цитаты. В данном случае пропущенные слова заменяются многоточием.

### 5.3 Оформление иллюстраций(ГОСТ 2.105-95)

На все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае, номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (*например*: Рисунок 1.1).

Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. В этом случае подпись должна выглядеть так: Рисунок 2 – Жизненные формы растений

Точка в конце названия не ставится.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рис. 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рис. 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Независимо от того, какая представлена иллюстрация - в виде схемы, графика, диаграммы - подпись всегда должна быть «Рисунок». Подписи типа «Схема 1.2», «Диагр. 1.5» не допускаются.

Схемы, графики, диаграммы (если они не внесены в приложения) должны размещаться сразу после ссылки на них в тексте курсовой работы. Допускается размещение иллюстраций через определенный промежуток текста в том случае, если размещение иллюстрации непосредственно после ссылки на нее приведет к разрыву и переносу ее на следующую страницу.

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электрических элементов позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

Исключение составляют электрические элементы, являющиеся органами регулировки или настройки, для которых (кроме номера позиции) дополнительно указывают в подрисуночном тексте назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи на соответствующей планке или панели.

Допускается, при необходимости, номер, присвоенный составной части изделия на иллюстрации, сохранять в пределах документа.

## 5.4 Общие правила представления формул (ГОСТ 2.105-95)

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *EquationEditor* и вставлены в документ как объект.

Большие, длинные и громоздкие формулы, которые имеют в составе знаки суммы, произведения, дифференцирования, интегрирования, размещают на отдельных строках. Это касается также и всех нумеруемых формул. Для экономии места несколько коротких однотипных формул, отделенных от текста, можно подать в одной строке, а не одну под одну. Небольшие и несложные формулы, которые не имеют самостоятельного значения, вписывают внутри строк текста.

Объяснение значений символов и числовых коэффициентов нужно подавать непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента нужно подавать с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Уравнения и формулы нужно выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы нужно оставить не меньше одной свободной строки. Если уравнение не вмещается в одну строку, его следует перенести после знака равенства (=), или после знаков плюс (+), минус (-), умножение.

Нумеровать следует лишь те формулы, на которые есть ссылка в следующем тексте.

Порядковые номера помечают арабскими цифрами в круглых скобках около правого поля страницы без точек от формулы к ее номеру. Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой (Например, 4.2). Номер, который не вмещается в строке с формулой, переносят ниже формулы. Номер формулы при ее перенесении помещают на уровне последней строки. Если формула взята в рамку, то номер такой формулы записывают снаружи рамки с правой стороны напротив основной строки формулы. Номер формулы-дроби подают на уровне основной горизонтальной черточки формулы.

Номер группы формул, размещенных на отдельных строках и объединенных фигурной скобкой, помещается справа от острия парантеза, которое находится в середине группы формул и направлено в сторону номера.

Общее правило пунктуации в тексте с формулами такое: формула входит в предложение как его равноправный элемент. Поэтому в конце формул и в тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации.

Двоеточие перед формулой ставят лишь в случаях, предусмотренных правилами пунктуации: а) в тексте перед формулой обобщающее слово; б) этого требует построение текста, который предшествует формуле.

Знаками препинания между формулами, которые идут одна под одной и не отделены текстом, могут быть запятая или точка с запятой непосредственно за формулой к ее номеру.

## 5.5 Оформление таблиц (ГОСТ 2.105-95)

На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела – в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (*например*: Таблица 1.2)). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением обозначения приложения (*например*: Приложение 2, табл. 2).

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (*например*: Таблица 6 – Результаты измерений и заключение).

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» или «Окончание» и указывают номер таблицы (*например*: Продолжение таблицы 6).

Таблицы, занимающие страницу и более, обычно помещают в приложение. Таблицу с большим количеством столбцов допускается размещать в альбомной ориентации. В таблице допускается применять размер шрифта 12, интервал 1,0.

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят.

Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается. Заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Но заголовок столбцов и строк таблицы должны быть отделены линией от остальной части таблицы.

При заимствовании таблиц из какого-либо источника, после нее оформляется сноска на источник в соответствии с требованиями к оформлению сносок.



## 5.6 Оформление библиографического списка (ГОСТ 7.1)

### Оформление книг

#### *с 1 автором*

1. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебник для студентов сред. спец. заведений / Т.Б. Лещинская М.: Колос, 2006 – 368 с.
2. Белов, С.И. Эксплуатация систем электроснабжения [Текст]: Методические рекомендации по выполнению курсовой работы / Белов, С.И. М.: М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2003. – 51 с.

#### *с 2-3 авторами*

1. Будзко, И.А. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебник для ВУЗов / И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов М.: Колос, 2000. – 536 с.
2. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебник для студентов высших учебных заведений / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов, М.: Бибком, 2015. – 656 с.

#### *с 4 и более авторами*

1. Щербаков, Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление в сельском хозяйстве: учебное пособие / Е. Ф. Щербаков, Д. С. Александров, А. Л. Дубов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 392 с.

### Оформление учебников и учебных пособий

- Семичевский, П.А., Электроснабжение населенного пункта. [Текст]: учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. / П.А. Семичевский., Т.Б. Лещинская, С.И. Белов – М.: МГАУ, 2009 – 141 с.

### Оформление учебников и учебных пособий под редакцией

- Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебник для студентов высших учебных заведений / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов, М.: Бибком, 2015. – 656 с.

#### Для многотомных книг

- Забудский, Е.И. Электрические машины Т.2. Асинхронные машины / Е.И. Забудский. – М.: Юрайт, 2014. – 123 с.

### Словари и энциклопедии

- Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – М.: Азбуковник, 2000. – 940 с.

### Оформление статей из журналов и периодических сборников

Забудский, Е.И. Стабилизация напряжения распределительной электросети на основе однокристалльной микроЭВМ // International Journal "INFORMATION TECHNOLOGIES & KNOWLEDGE" Vol. 11, Number 1, ITNEA, Sofia (Bulgaria), June 2017, pp.73-99.  
<http://zabudsky.ru/Bolgar2017p1-2 72-99 100.pdf>

### **Диссертация**

Жуланова, В.Н. Гумусное состояние почв и продуктивность агроценозов Тувы // В.Н. Жуланова. – Дисс. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2005. – 150 с.

### **Автореферат диссертации**

Козеичева, Е.С. Влияние агрохимических свойств почв центрального нечерноземья на эффективность азотных удобрений: Автореф. дис. канд. биол. наук: 06.01.04 – М.: 2011. – 23с.

### **Описание нормативно-технических и технических документов**

1. ГОСТ 31996-2012. Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ.
2. ГОСТ 31947-2012. Провода и кабели для электрических установок на номинальное напряжение до 450/750 В включительно.
3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
4. Правила устройства электроустановок 7-е издание (ПУЭ-7).
5. Правила «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».
6. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 N 442 (ред. от 30.04.2020) "О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии".

### **Описание официальных изданий**

Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года. – М.: Эксмо, 2013. – 63 с.

### **Депонированные научные работы**

1. Крылов, А.В. Гетерофазная кристаллизация бромида серебра / А.В. Крылов, В.В. Бабкин; Редкол. «Журн. прикладной химии». – Л., 1982. –

11 с. – Деп. в ВИНТИ 24.03.82; № 1286-82.

2. Кузнецов, Ю.С. Изменение скорости звука в холодильных расплавах / Ю.С. Кузнецов; Моск. хим.-технол. ун-т. – М., 1982. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 27.05.82; № 2641.

### Электронные ресурсы

Забудский, Е.И. Математическое моделирование управляемых электро-магнитных реакторов[Электронный ресурс]: Монография / Е.И. Забудский – Москва: ООО "Мегаполис", 2018. – 356 с. Color.

Режим доступа: [http://zabudsky.ru/Monograph\\_March2018site.pdf](http://zabudsky.ru/Monograph_March2018site.pdf)

## 5.7 Оформление графических материалов

Графическая часть выполняется на одной стороне белой чертёжной бумаги в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301-68 формата А1 (594x841). В обоснованных случаях для отдельных листов допускается применение других форматов.

Требования к оформлению графической части изложены в стандартах ЕСКД: ГОСТ 2.302-68\* «Масштабы»; ГОСТ 2.303-68\* «Линии»; ГОСТ 2.304-81\* «Шрифты», ГОСТ 2.305-68\*\* «Изображения – виды, разрезы, сечения» и т. д. Основная надпись на чертежах выполняется по ГОСТ 2.104-68\*. Оформление основной надписи графической части выполняется в соответствии с ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС.

Чертежи должны быть оформлены в полном соответствии с государственными стандартами: «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД); «Системы проектной документации для строительства» (СПДС (ГОСТ 21)) и других нормативных документов. На каждом листе тонкими линиями отмечается внешняя рамка по размеру формата листа, причем вдоль короткой стороны слева оставляется поле шириной 25 мм для подшивки листа. В правом нижнем углу располагается основная подпись установленной формы, приложение Г.

## 5.8 Оформление приложений (ГОСТ 2.105-95)

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова "Приложение" и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. Допускается использование для обозначения приложений арабских цифр. После слова "Приложение" следует буква (или цифра), обозначающая его последовательность.

Приложения, как правило, оформляют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А2, А1 по ГОСТ 2.301.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

## 5.9 Требования к лингвистическому оформлению курсовой работы

Курсовая работа должна быть написана логически последовательно, литературным языком. Повторное употребление одного и того же слова, если это возможно, допустимо через 50 – 100 слов. Не должны употребляться как излишне пространные и сложно построенные предложения, так и чрезмерно краткие лаконичные фразы, слабо между собой связанные, допускающие двойные толкования и т. д.

При написании курсовой работы не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «по моему мнению» и т.д. Корректнее использовать местоимение «мы». Допускаются обороты с сохранением первого лица множественного числа, в которых исключается местоимение «мы», то есть фразы строятся с употреблением слов «наблюдаем», «устанавливаем», «имеем». Можно использовать выражения «на наш взгляд», «по нашему мнению», однако предпочтительнее выражать ту же мысль в безличной форме, например:

- *изучение педагогического опыта свидетельствует о том, что ...*,
- *на основе выполненного анализа можно утверждать ...*,
- *проведенные исследования подтвердили...;*
- *представляется целесообразным отметить;*
- *установлено, что;*
- *делается вывод о...;*
- *следует подчеркнуть, выделить;*
- *можно сделать вывод о том, что;*
- *необходимо рассмотреть, изучить, дополнить;*
- *в работе рассматриваются, анализируются...*

При написании курсовой работы необходимо пользоваться языком научного изложения. Здесь могут быть использованы следующие слова и выражения:

- для указания на последовательность развития мысли и временную соотнесенность:
  - *прежде всего, сначала, в первую очередь;*
  - *во – первых, во – вторых и т. д.;*
  - *затем, далее, в заключение, итак, наконец;*
  - *до сих пор, ранее, в предыдущих исследованиях, до настоящего времени;*
  - *в последние годы, десятилетия;*

- для сопоставления и противопоставления:
  - *однако, в то время как, тем не менее, но, вместе с тем;*
  - *как..., так и...;*
  - *с одной стороны..., с другой стороны, не только..., но и;*
  - *по сравнению, в отличие, в противоположность;*
- для указания на следствие, причинность:
  - *таким образом, следовательно, итак, в связи с этим;*
  - *отсюда следует, понятно, ясно;*
  - *это позволяет сделать вывод, заключение;*
  - *свидетельствует, говорит, дает возможность;*
  - *в результате;*
- для дополнения и уточнения:
  - *помимо этого, кроме того, также и, наряду с..., в частности;*
  - *главным образом, особенно, именно;*
- для иллюстрации сказанного:
  - *например, так;*
  - *проиллюстрируем сказанное следующим примером, приведем пример;*
  - *подтверждением выше сказанного является;*
- для ссылки на предыдущие высказывания, мнения, исследования и т.д.:
  - *было установлено, рассмотрено, выявлено, проанализировано;*
  - *как говорилось, отмечалось, подчеркивалось;*
  - *аналогичный, подобный, идентичный анализ, результат;*
  - *по мнению X, как отмечает X, согласно теории X;*
- для введения новой информации:
  - *рассмотрим следующие случаи, дополнительные примеры;*
  - *перейдем к рассмотрению, анализу, описанию;*
  - *остановимся более детально на...;*
  - *следующим вопросом является...;*
  - *еще одним важнейшим аспектом изучаемой проблемы является...;*
- для выражения логических связей между частями высказывания:
  - *как показал анализ, как было сказано выше;*
  - *на основании полученных данных;*
  - *проведенное исследование позволяет сделать вывод;*
  - *резюмируя сказанное;*
  - *дальнейшие перспективы исследования связаны с....*

Письменная речь требует использования в тексте большого числа развернутых предложений, включающих придаточные предложения, причастные и деепричастные обороты. В связи с этим часто употребляются составные подчинительные союзы и клише:

- *поскольку, благодаря тому что, в соответствии с...;*
- *в связи, в результате;*
- *при условии, что, несмотря на...;*
- *наряду с..., в течение, в ходе, по мере.*

Необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их в тексте курсовой работы было однозначным. Это означает: то или иное понятие, которое разными учеными может трактоваться по-разному, должно во всем тексте данной работы от начала до конца иметь лишь одно, четко определенное автором курсовой работы значение.

В курсовой работе должно быть соблюдено единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая и стилистическая грамотность в соответствии с нормами современного русского языка.

## **7. Порядок защиты курсовой работы**

Ответственность за организацию и проведение защиты курсовой работы возлагается на заведующего кафедрой и руководителя выполнения курсовой работы. Заведующий кафедрой формирует состав комиссии по защите курсовых работ, утвержденный протоколом заседания кафедры. Руководитель информирует обучающихся о дне и месте проведения защиты курсовых работ, обеспечивает работу комиссии необходимым оборудованием, проверяет соответствие тем представленных курсовых работ примерной тематике, готовит к заседанию комиссии экзаменационную ведомость с включением в нее тем курсовых работ обучающихся, дает краткую информацию о порядке проведения защиты курсовых работ, обобщает информацию об итогах проведения защиты курсовых работ на заседание кафедры.

К защите могут быть представлены только работы, которые получили положительную рецензию. Не зачтенная работа должна быть доработана в соответствии с замечаниями руководителя в установленные сроки и сдана на проверку повторно.

Защита курсовых работ проводится до начала экзаменационной сессии. Защита курсовой работы включает:

- краткое сообщение автора продолжительностью 5-7 минут об актуальности работы, целях, объекте исследования, результатах и рекомендациях по совершенствованию деятельности анализируемой организации в рамках темы исследования;

- вопросы к автору работы и ответы на них;
- отзыв руководителя.

Защита курсовой работы производится публично (в присутствии обучающихся, защищающих работы в этот день) членам комиссии.

Если при проверке курсовой работы или защите выяснится, что обучающийся не является ее автором, то защита прекращается. Обучающийся будет обязан написать курсовую работу по другой теме.

При оценке курсовой работы учитывается:

- степень самостоятельности выполнения работы;
- актуальность и новизна работы;

- сложность и глубина разработки темы;
- знание современных подходов на исследуемую проблему;
- использование периодических изданий по теме;
- качество оформления;
- четкость изложения доклада на защите;
- правильность ответов на вопросы.

В соответствии с установленными правилами курсовая работа оценивается по следующей шкале:

- на **"отлично"** оценивается работа, в которой студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме курсовой работы. Студент владеет специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки отсутствуют. Оформление курсовой работы соответствует предъявляемым требованиям. При написании и защите курсовой работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков. При защите курсовой работы студент отвечает на вопросы;

- на **"хорошо"** оценивается работа, в соответствии с утвержденным планом; расчеты, таблицы, выполнены с неточностями. Имеются замечания к оформлению курсовой работы. Студент владеет специальной терминологией. При написании и защите курсовой работы студентом продемонстрирован средний уровень развития профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков. При защите курсовой работы студент владеет материалом, но отвечает не на все поставленные вопросы.

- на **"удовлетворительно"** оценивается работа, в соответствии с утвержденным планом; расчеты, таблицы выполнены с ошибками. Студентом не сделаны собственные выводы по теме курсовой работы. Грубые недостатки в оформлении курсовой работы; слабое владение специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки. При защите курсовой работы, испытывал затруднения при ответах на вопросы

- на **"неудовлетворительно"** оценивается работа, выполненная не в соответствии с утвержденным планом, в которой не раскрыто содержание вопроса; допущены грубые ошибки в расчетах, таблицах. Студентом не сделаны выводы по теме курсовой работы. Грубые недостатки в оформлении курсовой работы. На защите курсовой работы студент показал поверхностные знания по теме, не правильно отвечал на вопросы.

По итогам защиты за курсовую работу выставляется оценка на титульный лист работы, в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение курсовой работы

### 7.1 Основная литература

1. Будзко, И.А. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебник для ВУЗов/И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов М.: Колос, 2000. – 536 с.
2. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебник для студентов высших учебных заведений /Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов, М.: Бибком, 2015. – 656 с.
3. Кудрин, Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. / Б.И. Кудрин, Учебно-справочное пособие. – М: Теплотехник, 2009. – 698 с.
4. Лещинская, Т.Б., Проектирование системы электроснабжения населенного пункта. / Т.Б.Лещинская, С.И. Белов – М: Издательство МБА, 2017. – 172 с.
5. Лещинская, Т.Б. Многокритериальная оценка и выбор мероприятий и средств повышения электробезопасности сельских распределительных сетей 10 кВ./ Т.Б.Лещинская, С.И. Белов, Н.Р. Горбунова М.: Изд-во МГАУ, 2012 – 136 с.
6. Красник, В.В. Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств. Производственно-практическое пособие./ В.В. Красник, М.: ЭНАС, 2011. – 320 с.
7. Фридкин, И.А. Эксплуатация кабельных линий 1-35 кВ./ И.А. Фридкин, М., Энергия, 2012. 88 с.
8. Белов, С.И. Эксплуатация систем электроснабжения [Текст]: Методические рекомендации по выполнению курсовой работы / С.И. Белов, М.: М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2003. – 51 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебник для студентов сред. спец. заведений/Т.Б. Лещинская М.: Колос, 2006 – 368 с.
2. Наумов, И.В. Электрооборудование в системах электроснабжения [Текст]: Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 311400 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»/И.В. Наумов, Т.Б. Лещинская, С.И.Бондаренко Иркутск: изд-во Иркутский ГТУ, 2008 – 415 с.
3. Лещинская, Т.Б. Оценка уровня надежности систем электроснабжения сельских районов./ Т.Б.Лещинская, С.И.Белов – М: Издательство МБА, 2017. – 156 с.



4. Ящура, А.И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования./ А.И.Ящура, Справочник. М.: Из-во НЦ ЭНАС, 2005. – 504 с.
5. РД 34.20.516-90. Методические указания по определению места повреждения силовых кабелей напряжением до 10 кВ.

## 8. Методическое, программное обеспечение курсовой работы

### 8.1 Методические указания и методические материалы к курсовой работе

1. Лещинская, Т. Б. Проектирование системы электроснабжения населенного пункта: методические рекомендации по курсовому и дипломному проектированию [Текст]: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Т.Б.Лещинская, С.И.Белов, М.: Издательство МБА, 2017. — 170 с.

2. Семичевский, П.А. Электроснабжение населенного пункта. Методические рекомендации по курсовому и дипломному проектированию./ П.А. Семичевский., Т.Б. Лещинская, С.И. Белов – М.: МГАУ, 2009 – 141 с.

3. Белов, С.И. Эксплуатация систем электроснабжения [Текст]: Методические рекомендации по выполнению курсовой работы / С.И. Белов м.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2003. – 51 с.

### 8.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем для выполнения курсовой работы

Таблица 17 – Перечень программного обеспечения

Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2010
Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2010
AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2009
Power Point	Презентация	Microsoft	2010

1. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ);

2. <http://www.electrolibrary.info/>; (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ)

3. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ);

4. <http://www.cnsbh.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).

Методические указания разработал:

Белов С.И., к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ (подпись)

## Приложение А

### Пример оформления титульного листа курсовой работы



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
 МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
 (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
 Кафедра Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко

Учебная дисциплина «Эксплуатация систем электроснабжения»

### КУРСОВАЯ РАБОТА

на тему:

Выполнил  
 обучающийся ... курса... группы

\_\_\_\_\_  
 ФИО

Дата регистрации КР  
 на кафедре \_\_\_\_\_

Допущен (а) к защите

Руководитель:

\_\_\_\_\_  
 ученая степень, ученое звание, ФИО

### Члены комиссии:

\_\_\_\_\_  
 ученая степень, ученое звание, ФИО

\_\_\_\_\_  
 подпись

\_\_\_\_\_  
 ученая степень, ученое звание, ФИО

\_\_\_\_\_  
 подпись

\_\_\_\_\_  
 ученая степень, ученое звание, ФИО

\_\_\_\_\_  
 подпись

Оценка \_\_\_\_\_

Дата защиты \_\_\_\_\_

Москва, 20\_\_

**Приложение Б**  
**Примерная форма задания**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Российский государственный аграрный университет – МСХА  
имени К.А. Тимирязева

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко

**ЗАДАНИЕ**  
**НА КУРСОВУЮ РАБОТУ (КР)**

**Обучающийся** \_\_\_\_\_

**Тема КР** \_\_\_\_\_

Исходные данные к работе \_\_\_\_\_

Перечень подлежащих разработке в работе вопросов:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Перечень дополнительного материала \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Руководитель (подпись, ФИО) \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению (подпись обучающегося) \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**Приложение В**  
**Примерная форма рецензии на курсовую работу**

**РЕЦЕНЗИЯ**

на курсовую работу обучающегося  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Российский государственный аграрный университет  
– МСХА имени К.А. Тимирязева»

Обучающийся \_\_\_\_\_  
Учебная дисциплина \_\_\_\_\_  
Тема курсовой работы \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Полнота раскрытия  
темы:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Оформление:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Замечания:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Курсовая работа отвечает предъявляемым к ней требованиям и  
заслуживает \_\_\_\_\_ оценки.  
(отличной, хорошей, удовлетворительной, не удовлетворительной)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество, уч.степень, уч.звание, должность, место работы)

Дата: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Подпись: \_\_\_\_\_



						<b>27-471-15-07</b>		
						<b>Благоустройство производственной зоны с использованием строительных отходов на примере промышленного предприятия в Нижегородской области</b>		
<b>Должность</b>	<b>Фамилия</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>			<b>Стадия</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
Разработчик	Вабишев О.А.				Экономическая часть	БР	7	7
Руководит.	Соломин И.А.							
Зав. вып. каф.	Сметанин В.И.				Основные показатели проекта	ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева кафедра ОТСОП		
Норм. конт.	Шибалова Г.В.							