

НЕГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра энергетики

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебно-методической работе

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Учебно-методический комплекс**

Раздел Методические указания по выполнению курсовой работы  
учебное пособие, практикум или иное

**по дисциплине**

Эксплуатация систем электроснабжения  
наименование дисциплины

на тему "Расчет трудоемкости эксплуатации обслуживания и ремонта электрооборудования"

**для студентов по направлению подготовки**

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
код, наименование направления (специальности)

Зав. кафедрой

к.т.н., Антаненкова Ирина Сергеевна  
уч. степень, уч. звание, ФИО

\_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
подпись

Разработчик (составитель)

К.т.н., доцент Шеманаева Людмила Ивановна  
уч. степень, уч. звание, ФИО

\_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
подпись

Москва, 2017 г.

## Оглавление

1. Цели и задачи выполнения курсовой работы
2. Исходные данные
3. Требования к выполнению курсовой работы
4. Содержание курсовой работы
5. Методика и пример выполнения курсовой работы
- 5.1 Расчет объёма работ по эксплуатации электрооборудования в условных единицах
  - 5.1.1 Определение общего числа электромонтеров
  - 5.1.2 Определение общего числа и состава ИТР
- 5.2 Выбор формы организации обслуживания электрооборудования.
- 5.3 Выбор структуры ЭТС.
- 5.4 Периодичность проведения ТО, ТР, ЗС, КР.
- 5.5 Определение затрат труда
  - 5.5.1 Расчет трудоемкости ТО
  - 5.5.2 Расчет трудоемкости ТР
  - 5.5.3 Расчет трудоемкости ЗС
  - 5.5.4 Расчет трудоемкости КР
- 5.6 Определение действительного фонда рабочего времени
- 5.7 Распределение персонала по группам
- 5.8 Составление графика ППР и ТО
  - 5.8.1 Требования к графикам ППР и ТО
  - 5.8.2 Порядок составления графиков ППР и ТО
- 5.9. Заключение
6. Список рекомендуемой литературы

## 1. Цели и задачи выполнения курсовой работы

**Цель** курсовой работы заключается в следующем:

- расширение, закрепление и систематизация теоретических знаний как по направлению обучения в целом, так и по дисциплине эксплуатация электрооборудования;
- формирование и совершенствование практических навыков научно-исследовательской деятельности;
- формирование навыков ведения самостоятельных теоретических и практических исследований;
- приобретение опыта обработки, анализа и систематизации результатов практических (экспериментальных) исследований, а также в оценке их практической значимости и возможной области применения;

Основными **задачами** подготовки курсовой работы являются:

- формирование навыков работы с научной литературой, со справочниками и другими информационными источниками, в том числе электронными ресурсами;
- формирование навыков правильного оформления научно-исследовательской работы.
- формирование навыков научно оформлять и излагать свои мысли, выводы и результаты исследования.

Курсовая работа выполняется в течение 8 семестра. Рекомендуется следующий график выполнения курсовой работы (таблица 1).

Таблица 1 – График выполнения курсовой работы

	Срок выполнения
Получение задания, анализ исходных данных	1 неделя
Расчет объёма работ по эксплуатации электрооборудования в условных единицах	2-3 неделя
Выбор формы организации обслуживания электрооборудования	4-5 неделя
Выбор структуры ЭТС	6-7 неделя
Периодичность проведения ТО, ТР, ЗС, КР	8-9 неделя
Определение затрат труда	10-11 неделя
Определение действительного фонда рабочего времени	12-14 неделя
Распределение персонала по группам	15-16 неделя
Составление графика ППР и ТО	17 неделя

## 2. Исходные данные

### 2.1. Краткое описание географического положения

Заданный регион определяется по таблице 2.1 в соответствии с ИНС студента.

#### Пример описания

Энергосистема Ярославской области включает в себя:

- три ТЭС, работающие в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, общей установленной мощностью 616 МВт, в том числе: Ярославская ТЭЦ-1 - 81 МВт, Ярославская ТЭЦ-2 - 275 МВт, Ярославская ТЭЦ-3 - 260 МВт;

- три ГЭС общей установленной мощностью на расчетный пропуск воды 466,56 МВт, в том числе: Угличская ГЭС - 120 МВт, Рыбинская ГЭС - 346,4 МВт, Хоробровская ГЭС - 0,16 МВт;

- две блок-станции установленной мощностью 54,5 МВт (ОАО "НПО "Сатурн", ОАО "Ярославский технический углерод");

- объекты электросетевого хозяйства, в том числе единую национальную (общероссийскую) электрическую сеть напряжением 220 кВ, протяженностью 1243,3 километра и установленной электрической мощностью трансформаторов 2167 МВА, территориальные распределительные электрические сети филиала ОАО "МРСК Центра" - "Ярэнерго" напряжением 35 - 110 кВ, протяженностью 4317,4 километра и установленной электрической мощностью трансформаторов ПС 3508 МВА, а также распределительные сети напряжением 0,4 - 10 кВ, протяженностью 40557 километров и установленной электрической мощностью трансформаторов 2745 МВА.

2.2. Описание климата, температура среднегодовая, распределение периодов отрицательной и положительной температуры, направление ветра, годовое количество осадков, рельеф, грозовая деятельность.

Для пунктов 2.1. и 2.2. варианты выбираем из таблицы 2.1 в соответствии с пятизначной частью шифра (ИНС).

Таблица 2.1 - Варианты заданий

	Две последние цифры шифра	Регион	Напряжение рассчитываемой подстанции, кВ	Две последние цифры шифра	Напряжение рассчитываемой подстанции, кВ
МЭС Волги	00	Республика Мордовия	500	74	РП 10
	01	Республика Марий Эл	330	75	РТА 10
	02	Чувашская республика	220	76	ТП 10
	03	Нижегородская	110	77	500

		область			
	04	Пензенская область	РП 10	78	330
	05	Ульяновская область	РТА 10	79	220
	06	Саратовская область	ТП 10	80	330
	07	Самарская область	500	81	221
МЭС Восток а	08	Приморский край	330	82	110
	09	Амурская область	220	83	РП 10
	10	Еврейская автономная область	110	84	РТА 10
	11	Хабаровский край	РП 10	85	ТП 10
	12	Республика Саха	РТА 10	86	500
МЭС Западн ой Сибир и	13	Тюменская область	ТП 10	87	330
	14	Ханты-Мансийский автономный округ	500	88	222
	15	Ямало-Ненецкий автономный округ	330	89	111
МЭС Северо - Запада	16	Мурманская область;	223	90	РП 10
	17	Республика Коми	112	91	РТА 10
	18	Архангельская область;	РП 10	92	ТП 10
	19	Республика Карелия;	РТА 10	93	500
	20	Калининградская область;	ТП 10	94	330
	21	Брянская область;	500	95	220
	22	Смоленская область;	330	96	110
	23	Псковская область;	220	97	РП 10
	24	Новгородская область;	110	98	РТА 10
	25	Ленинградская область;	РП 10	99	ТП 10
26	город Санкт- Петербург;	РТА 10			
МЭС Сибир и	27	Красноярский край;	ТП 10		
	28	Алтайский край;	500		
	29	Республика Бурятия;	330		
	30	Республика Хакасия;	221		
	31	Новосибирская область;	111		
	32	Кемеровская область;	РП 10		
	33	Омская область;	РТА 10		
	34	Томская область;	ТП 10		
	35	Забайкальский край;	500		
	36	Республика Тыва.	330		

МЭС Урала	37	Свердловская область;	220		
	38	Челябинская область;	110		
	39	Пермский край;	РП 10		
	40	Курганская область;	РТА 10		
	41	Кировская область;	ТП 10		
	42	Оренбургская область;	500		
	43	Республика Удмуртия.	330		
МЭС Центра	44	Астраханская область	220		
	45	Белгородская область	110		
	46	Владимирская область	РП 10		
	47	Волгоградская область	РТА 10		
	48	Вологодская область	ТП 10		
	49	Воронежская область	500		
	50	Ивановская область	330		
	51	Калужская область	220		
	52	Костромская область	110		
	53	Курская область	РП 10		
	54	Липецкая область	РТА 10		
	55	город Москва	ТП 10		
	56	Московская область	500		
	57	Орловская область	330		
	58	Рязанская область	220		
	59	Тамбовская область	110		
	60	Тверская область	РП 10		
61	Тульская область	РТА 10			
62	Ярославская область	ТП 10			
МЭС Юга	63	Ставропольский край	500		
	64	Краснодарский край	330		
	65	Ростовская область	220		
	66	Карачаево-Черкесская Республика	110		
	67	Кабардино-Балкарская Республика	РП 10		
	68	Республика Северная Осетия – Алания	РТА 10		

	69	Республика Адыгея	ТП 10		
	70	Республика Ингушетия	500		
	71	Чеченская Республика	330		
	72	Республика Дагестан	220		
	73	Республика Калмыкия	110		

**Примечание 1.** Все данные можно взять на сайте <http://www.fsk-ees.ru/about/affiliates/>

**Примечание 2.** Для студента с ИНС 053-91375 последние две цифры шифра - 75, следовательно, выбранный регион - Республика Марий Эл; напряжение рассчитываемой подстанции, кВ - РТА 10.

2.3. Данные для расчета представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. - Данные по установленному электрооборудованию

Наименование электрооборудования	Ед. измерен	Сезонность (месяц)	Кол-во, вычисляем по личному шифру
1. ВЛ 0.4 кВ	км.	12	Две последних цифры шифра + 11
2. Закрытая ТП с двумя ТР S>100 кВА	уст.	12	Последняя цифра шифра +3
3. Закрытая ТП с одним ТР S>100 кВА	уст.	12	Последняя цифра шифра +1
4. Закрытая ТП с одним ТР S<100 кВА	уст.	12	Последняя цифра шифра +2
5. Открытая ТП с одним ТР S<100 кВА	уст.	12	Последняя цифра шифра +1
6. РУ – 10 кВ (ТП)	прис.	12	Две последних цифры шифра + 9
7. РУ – 0.4 кВ (ТП)	прис.	12	Две последних цифры шифра + 10
8. Силовые кабельные линии U<1000 В	км.	12	Последняя цифра шифра +6
9. Электростанции горячего резерва S<100 кВт*	уст.	5	Последняя цифра шифра +12
10. Электростанции горячего резерва S>100 кВт *	уст.	4	Последняя цифра шифра +13
11. РП – 0.4 кВ	прис.	3	Последняя цифра шифра +2
12. Силовые сборки U 0.38 кВ	прис.	4	Две последних цифры шифра -6

13. ЭП с ПАУ $P < 3.0$ кВт **	шт.	8	Две последних цифры шифра - 8
14. ЭП с ПАУ $P < 5.5$ кВт *	шт.	7	Последняя цифра шифра +1
15. ЭП с ПАУ $P < 10$ кВт *	шт.	6	Последняя цифра шифра +13
16. ЭП с ПАУ $P < 40$ кВт **	шт.	2	Последняя цифра шифра +3
17. ЭП с ПАУ $P < 100$ кВт *	шт.	4	Последняя цифра шифра +7
18. Силовые и осветительные проводки производственных помещений**	кв. м.	12	Пять последних цифр шифра
19. Силовые и осветительные проводки производственных помещений*	кв. м.	12	Три последних цифр шифра * 100
20. Силовые и осветительные проводки общественных, лечебных помещений*	кв. м.	12	Три последние цифры шифра * 10
21. Проводки в домах	дом	12	Две последние цифры шифра * 10
22. Сварочные трансформаторы*	шт.	7	Две последние цифры шифра -4
23. Сварочные трансформаторы**	шт.	4	Последняя цифра шифра +2
24. Трансформаторы безопасности*	шт.	12	Последняя цифра шифра *4
25. Трансформаторы безопасности**	шт.	12	Последняя цифра шифра *3
26. Электрические сушильные шкафы **	шт.	8	Последняя цифра шифра +1
27. Электрические сушильные шкафы *	шт.	7	Последняя цифра шифра +2
28. Водозлектроподогреватели**	шт.	6	Последняя цифра шифра +1
29. Электрокалориферы $P < 40$ кВт**	шт.	4	Последняя цифра шифра +3
30. Электрокалориферы $P > 40$ кВт*	шт.	3	Последняя цифра шифра +9
31. Эл. обогрев полов помещений**	кв. м.	4	Три последние цифры шифра * 24

32. Электрообогрев парникового хозяйства	шт. рам	2	Третья цифра шифра *100
33. Работы по монтажу эл. установок	руб.	0	Шесть последних цифр шифра

**Примечание:** ТП – трансформаторная подстанция; ТР – трансформатор; РУ – распределительное устройство; РП – распределительный пункт; ЭП с ПАУ – электропривод снабженный приборами автоматического управления; \* - односменная работа; \*\* - двухсменная работа; остальное эл. оборудование работает в три смены

Для получения положительной оценки студенту необходимо правильно выполнить все разделы курсовой работы (см. таблицу 1.1). После проверки курсовой работы преподавателем и обнаружения ошибок, работа возвращается студенту на доработку. Повторная сдача работы на проверку происходит в течение двух недель.

### 3. Требования к выполнению курсовой работы

Методические указания содержат основные рекомендации, отражающие особенности расчета эксплуатации оборудования.

Курсовая работа оформляется в виде расчетно-пояснительной записки, набранной на ПК в редакторе Word шрифтом Times New Roman, размер шрифта 14 кегль, межстрочный интервал - 1,5.

Желательный объем пояснительной записки 35-40 страниц формата А4.

Пояснительная записка составляется последовательно в соответствии с содержанием работы. Текст работы следует делить на разделы. Каждый раздел начинается с новой страницы. Разделы следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа с прописной буквы. Заголовки выделяют жирным шрифтом, точку в конце заголовка не ставить.

Иллюстрации, таблицы должны иметь нумерацию соответствующего раздела, и пояснительные данные, например: Рисунок 1 – Расчетная схема топочной камеры. При переносе таблицы на другой лист над ней помещают слова «Продолжение таблицы» с указанием номера в левом верхнем углу.

Все расчеты должны иметь соответствующие объяснения и комментарии, а также ссылки на использованные источники, которые следует приводить в квадратных скобках.

Приложения оформляются как продолжение данного документа на последующих его листах. В тексте работы должны быть ссылки на все приложения. Каждое приложение начинается с новой страницы с указанием наверху справа страницы слова «Приложение», его обозначения и наименования отдельной строкой.

При оформлении курсовой работы соблюдают поля текста: слева - 25 мм, сверху и снизу - 20мм, справа - 15 мм.

Нумерация страниц должна быть сквозной, первой страницей считается титульный лист, номер страницы на нем не ставится. Обозначение страниц начинается со второго листа.

## 4. Содержание курсовой работы

Расчетная часть курсовой работы включает в себя:

- 1 Расчет объёма работ по эксплуатации электрооборудования в условных единицах.
  - 1.1 Определение общего числа электромонтеров.
  - 1.2 Определение общего числа и состава ИТР.
- 2 Выбор формы организации обслуживания электрооборудования.
- 3 Выбор структуры ЭТС.
- 4 Периодичность проведения ТО, ТР, ЗС, КР.
- 5 Определение затрат труда
  - 5.1 Расчет трудоемкости ТО
  - 5.2 Расчет трудоемкости ТР
  - 5.3 Расчет трудоемкости ЗС
  - 5.4 Расчет трудоемкости КР
- 6 Определение действительного фонда рабочего времени
- 7 Распределение персонала по группам
- 8 Составление графика ППР и ТО
  - 8.1 Требования к графикам ППР и ТО
  - 8.2 Порядок составления графиков ППР и ТО

## 5. Методика и пример выполнения курсовой работы

Задание к курсовой работе

<b>Наименование Оборудования</b>	<b>эл.</b>	<b>Ед. измерения</b>	<b>Сезонность (месяц)</b>	<b>Кол-во</b>
1. ВЛ 0.4 кВ		км.	12	26
2. Закрытая ТП с двумя ТР S>100 кВА		уст.	12	4
3. Закрытая ТП с одним ТР S>100 кВА		уст.	12	2
4. Закрытая ТП с одним ТР S<100 кВА		уст.	12	3
5. Открытая ТП с одним ТР S<100 кВА		уст.	12	2
6. РУ – 10 кВ (ТП)		прис.	12	25
7. РУ – 0.4 кВ (ТП)		прис.	12	20
8. Силовые кабельные линии U<1000 В		км.	12	7
9. Электростанции горячего резерва S<100 кВт*		уст.	5	11
10. Электростанции горячего резерва S>100 кВт *		уст.	4	9
11. РП – 0.4 кВ		прис.	3	8
12. Силовые сборки U 0.38 кВ		прис.	4	21
13. ЭП с ПАУ P< 3.0 кВт **		шт.	8	6
14. ЭП с ПАУ P< 5.5 кВт *		шт.	7	5
15. ЭП с ПАУ P< 10 кВт *		шт.	6	15
16. ЭП с ПАУ P< 40 кВт **		шт.	2	8
17. ЭП с ПАУ P< 100 кВт *		шт.	4	5
18. Силовые и осветительные проводки производственных помещений**		кв. м.	12	18800
19. Силовые и осветительные проводки производственных помещений*		кв. м.	12	15700
20. Силовые и осветительные проводки общественных, лечебных помещений*		кв. м.	12	4050
21. Проводки в домах		дом	12	355

22. Сварочные трансформаторы*	шт.	7	17
23. Сварочные трансформаторы**	шт.	4	6
24. Трансформаторы безопасности*	шт.	12	20
25. Трансформаторы безопасности**	шт.	12	20
26. Электрические сушильные шкафы **	шт.	8	8
27. Электрические сушильные шкафы *	шт.	7	7
28. Водозлектроподогреватели**	шт.	6	5
29. Электрокалориферы P<40 кВт**	шт.	4	8
30. Электрокалориферы P>40 кВт*	шт.	3	14
31. Эл. обогрев полов ЖВ помещений**	кв. м.	4	8550
32. Электрообогрев парникового хозяйства	шт. рам	2	3000
33. Работы по монтажу эл. установок	тыс. руб.	0	13,50

### **Введение**

Во введение необходимо включить:

1. Актуальность работы;
2. Задачи, которые необходимо решить;
3. Цель курсового проекта;
4. Обоснование необходимости автоматизации;
5. Обосновать необходимости надежности и эффективности электрооборудования.

#### **5.1. Расчет объёма работ по эксплуатации электрооборудования в условных единицах**

Исходными данными для расчета объема работ по эксплуатации электрооборудования в условных единицах являются сведения, содержащиеся в паспорте электрохозяйства (перечень электрооборудования с указанием типа, места установки, характера среды, сменности, сезонности работы). При определении общего объема работ в у.е. учитывается все электрооборудование хозяйства, воздушные линии электропередачи любого напряжения находящегося на балансе хозяйства, кабельные линии и

колодцы, трансформаторные подстанции, электродвигатели, пускорегулирующая аппаратура, силовые шкафы и распределительные пункты, проводки и т.д.

Под **условной единицей объема работ** понимается трудоемкость годового технического обслуживания и текущего ремонта электропривода, снабженного приборами автоматического управления с электродвигателем мощностью 5 кВт. Трудоемкость технического обслуживания и ремонта другого оборудования выражается в долях принятой условной единицы и рассчитывается по формуле:

$$T = Q_{УЕЭ} K_1 K_2 \quad (5.1)$$

где:

$Q_{УЕЭ}$  – объем работ в условных единиц электрооборудования, (у.е.);

$K_1$  - коэффициент перевода в условные единицы, (у.е.);

$K_2$  - число физических единиц электрооборудования одного наименования, (шт, км, установки и т.д.) из задания.

Рассчитаем объем работ в у.е. по эксплуатации ВЛ 0.4 кВ:

$$Q_{УЕЭ} = 2,2 * 26 = 57,2$$

Расчет объема работ в у.е. для остального электрооборудования хозяйства произведем аналогично, а данные расчетов сведем в таблицу 1.1.

Таблица 5.1 - Объем работ в у.е.

Наименование электрооборудования	$K_1$	$K_2$	УЕЭ
1. ВЛ 0.4 кВ	26	2,2	57,2
2. Закрытая ТП с двумя ТР $S > 100$ кВА	4	3,5	14
3. Закрытая ТП с одним ТР $S > 100$ кВА	2	2,5	5
4. Закрытая ТП с одним ТР $S < 100$ кВА	3	2,3	6,9
5. Открытая ТП с одним ТР $S < 100$ кВА	2	2,3	4,6
6. РУ – 10 кВ (ТП) 5шт.	25	2,2	275
7. РУ – 0.4 кВ (ТП) 2шт.	20	0,5	120
8. Силовые кабельные линии $U < 1000$ В	7	1,9	13,3
9. Электростанции горячего резерва $S < 100$ кВт*	11	10	110
10. Электростанции горячего резерва $S > 100$ кВт *	9	20	180
11. РП – 0.4 кВ 8шт.	8	0,5	36
12. Силовые сборки $U 0.38$ кВ 12шт.	21	0,5	199,5
13. ЭП с ПАУ $P < 3.0$ кВт **	6	0,7	4,2
14. ЭП с ПАУ $P < 5.5$ кВт *	5	0,7	3,5
15. ЭП с ПАУ $P < 10$ кВт *	15	0,7	10,5
16. ЭП с ПАУ $P < 40$ кВт **	8	1	8
17. ЭП с ПАУ $P < 100$ кВт *	5	1	5
18. Силовые и осветительные проводки производственных помещений**	18800	0,5	94
19. Силовые и осветительные проводки производственных помещений*	15700	0,5	78,5
20. Силовые и осветительные проводки	4050	0,2	16,2

общественных, лечебных помещений*			
21. Проводки в сельских домах	355	0,1	35,5
22. Сварочные трансформаторы*	17	0,5	8,5
23. Сварочные трансформаторы**	6	0,5	3
24. Трансформаторы безопасности*	20	0,3	6
25. Трансформаторы безопасности**	20	0,3	6
26. Электрические сушильные шкафы **	8	0,5	4
27. Электрические сушильные шкафы *	7	0,5	3,5
28. Водозлектроподогреватели**	5	0,5	2,5
29. Электрокалориферы P<40 кВт**	8	1	8
30. Электрокалориферы P>40 кВт*	14	1,5	21
31. Эл. обогрев полов ЖВ помещений**	8550	0,1	17,1
32. Электрообогрев парникового хозяйства	3000	0,5	75
33. Работы по монтажу эл. установок	13,50	300	40,5
ИТОГО по хозяйству	-	-	1472

### 5.1.1. Определение общего числа электромонтеров

Количество электромонтеров электротехнической службы хозяйства определим, исходя из общего объема работ по обслуживанию и ремонту электрооборудования, выраженного в условных единицах, следующим способом:

$$N = \Sigma Q_{VEЭ} / m = 1472 / 100 = 14,72 \quad (5.2.)$$

где:

$N$  - число электромонтеров, чел.;

$\Sigma Q_{VEЭ}$  - число условных единиц электрооборудования в целом по хозяйству.

$m$  - средняя нагрузка на одного электромонтере;

Средняя нагрузка на одного электромонтера составляет 100 условных единиц. При этом следует учитывать, что при недостатке штата электротехнической службы редко проводятся плановые технические обслуживания и ремонты электроустановок и все обслуживание сводится к устранению отказов. Завышение штата приводит к неполной загрузке электромонтеров и перерасходу средств.

### 5.1.2 Определение общего числа и состава ИТР

В пределах, установленных нормативов, хозяйству предоставлено право самому определять, какие должности вводить в штатное расписание. В зависимости от объема трудозатрат на обслуживание электрооборудования хозяйства.

Так как объем трудозатрат на обслуживание электрооборудования данного хозяйства составляет 1472 усл.ед., то, в соответствии со штатными нормативами, электротехническую службу хозяйства возглавляет старший инженер-энергетик (на правах главного). В данном хозяйстве, кроме руководителя электротехнической службы предусматриваются: должность

инженера – электрика, который возглавляет группу ТО и ТР, и должность старшего техника – электрика, который возглавляет оперативно выездную бригаду (ОВБ).

Действующие штатные нормативы инженерно-технических работников электротехнических служб приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Типовые штатные нормативы руководящих работников электротехнической службы хозяйства

Наименование Должностей	Нормативы для <i>введения должностей</i>	<i>Примечание</i>
Главный энергетик	Один на хозяйство, имеющее электроустановок свыше 1500 усл. ед. и потребляющее свыше 1 млн. кВт/ч. электроэнергии на производственные цели в год	Должность вводится в хозяйствах I и II категории по оплате труда руководящих работников предприятий
Старший инженер-энергетик (на правах главного)	Один на хозяйство, имеющее электроустановок от 1001 до 1500 усл. ед. и потребляющее от 0.5-1 млн. кВт/ч. электроэнергии на производственные цели в год	
Старший инженер-электрик	Один на хозяйство, имеющее электроустановок от 501 до 1000 усл. ед.	
Инженер-электрик	Один на хозяйство, имеющее электроустановок от 251 до 500 усл.ед.	
Старший техник-электрик	Один на хозяйство, имеющее электроустановок от 101 до 250 усл.ед.	

## 5.2 Выбор формы организации обслуживания электрооборудования

Форма технического обслуживания и ремонта электрооборудования хозяйства зависит от его размеров, характеризуемых в условных единицах, особенностей сельскохозяйственного предприятия, электровооруженности, количества электрооборудования, его слаженности, обеспеченности хозяйства квалифицированными кадрами, наличия необходимых технических средств, производственной базы и т.д.

Таблица № 5.3 - Рекомендуемые формы обслуживания и ремонта энергооборудования в хозяйствах

Группа хозяйств	Объем работ, усл.ед.	Рекомендуемые	
		Формы обслуживания	Обслуживающие предприятия и организации
1	2	3	4
Первая	Свыше 800	Хозяйственная	Энергетическая служба хозяйства с привлечением на выполнение отдельных работ предприятий «Агропромэнерго» или объединений по производственно-техническому обеспечению сельского хозяйства
Вторая	301-800	Специализированная	«Агропромэнерго» или объединения по производственно-техническому обеспечению с/х и энергетическая служба хозяйств.
Третья	До 300	Комплексная	«Агропромэнерго» или объединения по производственно-техническому обеспечению с/х.

Номограмма для определения формы хозяйства

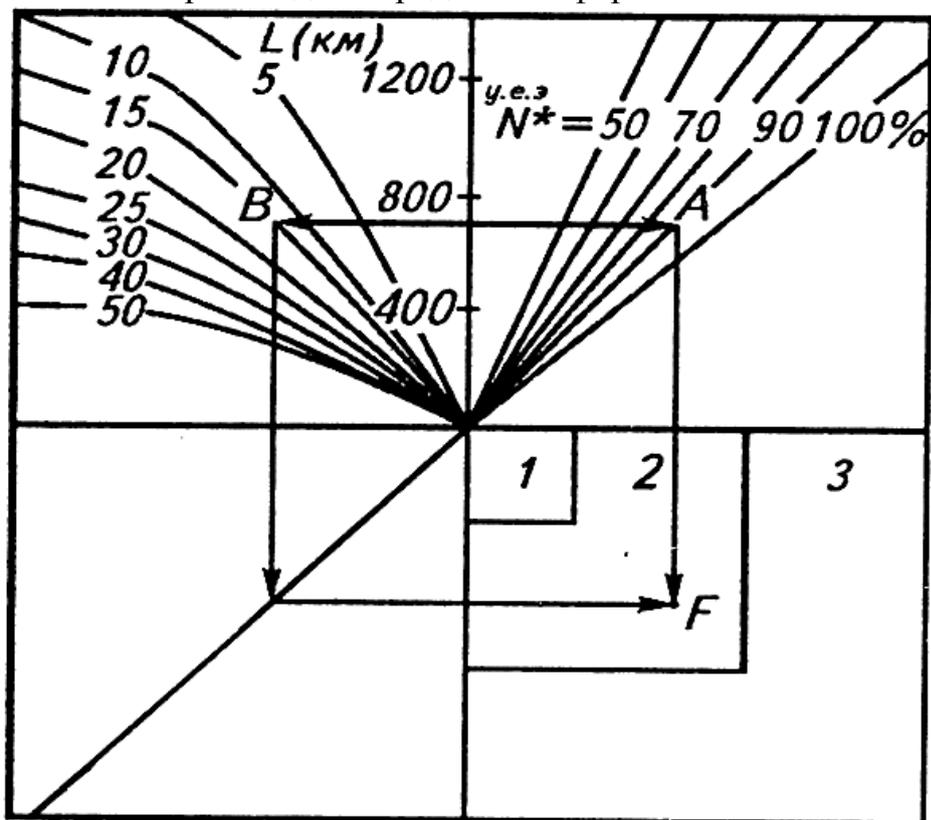


Рисунок 5.2 - Номограмма для определения формы хозяйства: 1 – комплексная; 2 – специализированная; 3 – хозяйственная (индивидуальная)

На оси ординат откладывают объем работ ЭТС и проводят линию до пересечения с лучом  $N^*$  соответствующим обеспеченности хозяйства электромонтерами и с кривой, соответствующей расстоянию от хозяйства до районного центра. Из полученных точек А и В проводим линии, параллельные оси ординат. Линия проходящая через точку В переносится, как показано на рисунке 5.2, и находится точка F, которая определяет зону искомой формы ЭТС.

*При хозяйственной форме обслуживания* весь комплекс работ по ТО и ТР электротехнического оборудования выполняется энергетической службой хозяйства. Для выполнения КР, проведение контрольных измерительных испытаний и пусконаладочных работ сложных установок привлекаются другие организации.

*При специализированной форме обслуживания* хозяйство передает привлекаемой организации на полное техническое обслуживание и ремонт отдельные объекты или виды работ (текущий, капитальный ремонты или пусконаладочные работы).

*При комплексном обслуживании* все работы по ТО, ТР, КР электрооборудования в хозяйстве выполняются привлекаемой организацией.

Правильный выбор формы ЭТС проверяют по следующим признакам рационального построения ЭТС:

1. *Хозяйственная форма ЭТС* оправдана при достаточно большом объеме работ по эксплуатации электрооборудования в хозяйстве и хорошей его обеспеченностью трудовыми и материальными ресурсами, а также при значительном удалении хозяйства от районного центра.

2. *Специализированная и комплексная формы ЭТС* облегчают концентрацию усилий на наиболее важных в данный момент участках, оправданы при дефиците тех или иных ресурсов. Кроме того они позволяют более полно и интенсивно использовать ремонтно-обслуживающую базу. Но эти достоинства реализуются лишь при хорошей диспетчерской службе и надежной транспортной связи с хозяйствами.

Постоянный рост объемов работ по технической эксплуатации электрооборудования и развитию ремонтно-обслуживающей базы ЭТС, непрерывное увеличение уровня электрификации и автоматизации АПК в условиях кооперации и специализации производства усложняет функции управления ЭТС.

Поэтому важно выбрать наиболее рациональную структуру ЭТС, Организационная структура характеризует состав и взаимодействие подразделений службы при выполнении производственной программы. ЭТС может иметь: функциональную, территориальную или комбинированную (гибкую) структуры.

Выбираем специализированную форму обслуживания хозяйства.

### **5.3 Выбор структуры ЭТС**

При каждой из форм обслуживания электроустановок может быть принята различная структура электротехнической службы, которая отражает распределение обязанностей между электромонтерами. Организационная структура характеризует состав и взаимодействие подразделений службы при выполнении производственной программы. ЭТС может иметь функциональную, территориальную или комбинированную (гибкую) структуру.

В основе функциональной структуры лежит распределение исполнителей и материально-технических средств по видам выполняемых работ (функций). Для этого создают специализированные подразделения (участки, группы, бригады), которые выполняют только свои работы, но на всех объектах ЭТС.

При территориальной структуре ЭТС исполнителей распределяют по объектам хозяйства (бригадам, отделениям) или по подразделениям отраслей хозяйства. Выделенные группы исполнителей осуществляют все эксплуатационные работы, но только на своих участках.

Гибкая структура ЭТС предполагает возможность ее перестройки в течение года в зависимости от номенклатуры и объема работ, приходящихся

на тот или иной сезон. При этом чередуют функциональную и территориальную структуру или применяют их комбинации.

Чтобы правильно выбрать структуру ЭТС хозяйства, нужно учесть число электромонтеров, их материально-техническое обеспечение, число участков эксплуатации (бригад, отделений, хозяйств), расстояние между ними, номенклатуру и объем годовой производственной программы. Критерием выбора служат: качество обслуживания, обеспечение надежной и бесперебойной работы оборудования и экономические показатели.

Выбор структуры ЭТС хозяйства выполним графическим методом по номограмме (рис.5.3).

Методика выбора структуры ЭТС хозяйства заключается в следующем. На оси ординат номограммы откладываем число электромонтеров  $N = 9$  и через эту точку проводим линию  $AB$ . Из точки  $B$  проводим линию до пересечения с лучом среднего коэффициента сезонности  $M_1=0,693$ , а затем перпендикуляр  $C$  к ординате. Из точки  $A$  проводим линию  $AF$ . Точка пересечения  $S$  линий  $AF$  и  $CD$  определяет рациональную структуру ЭТС. По номограмме выбираем функциональную структуру ЭТС хозяйства.

Номограмма для выбора формы обслуживания и ремонта энергооборудования хозяйства

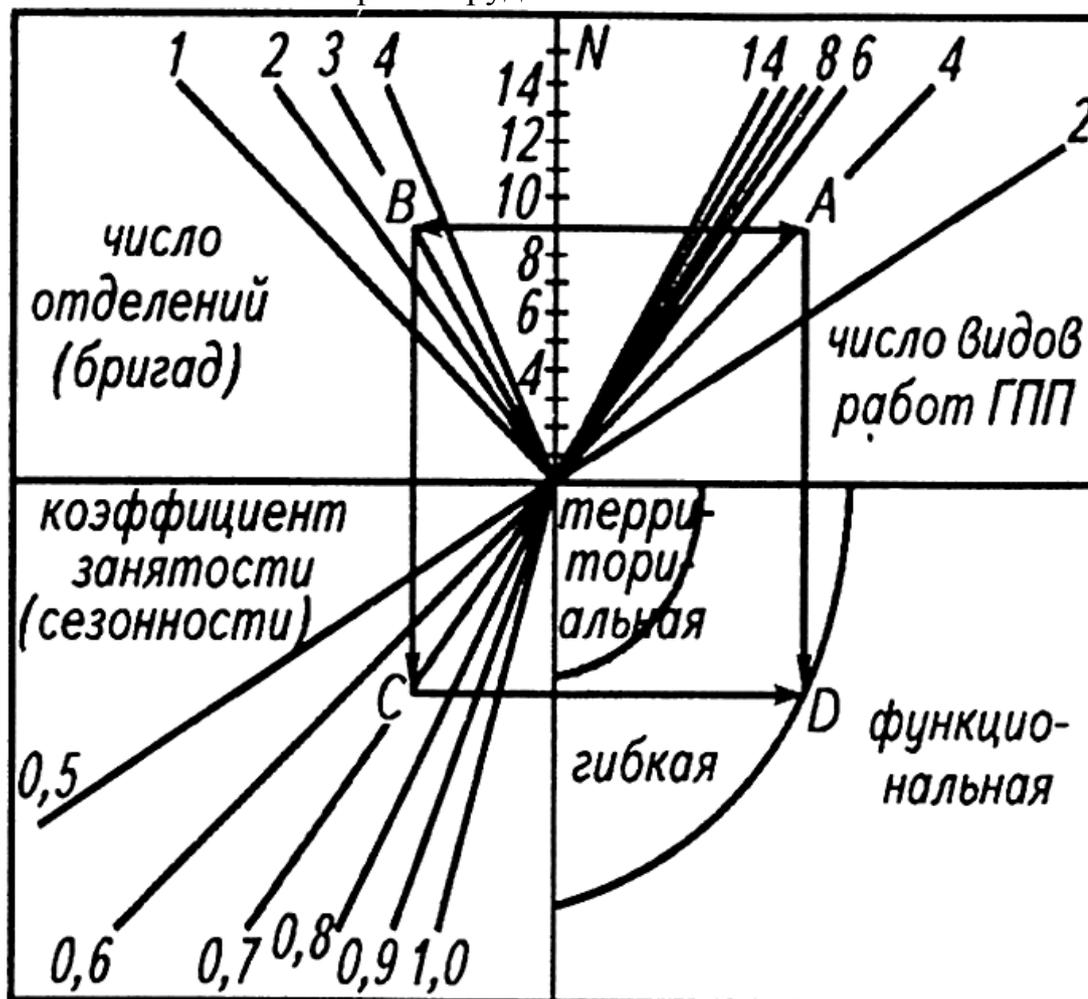


Рисунок 5.3 - Номограмма для выбора формы обслуживания и ремонта энергооборудования хозяйства: 1 - зоны территориальной, 2 - гибкой, 3 - функциональной структур.

Выбираем форму обслуживания и ремонта: гибкую структуру.

#### 5.4 Периодичность проведения ТО, ТР, ЗС, КР

Затраты труда на обслуживание и ремонт электрооборудования, выраженные в часах, являются основой для распределения персонала электротехнической службы по структурным подразделениям и составлении графиков ППР. Трудоемкость выполняемых работ зависит от вида выполняемых работ (ТО, ТР, ЗС, КР); периодичности проведения ТО, ТР, КР, вида и количества электрооборудования.

##### Виды выполняемых работ

**Техническое обслуживание (ТО)** - это совокупность обязательных операций по очистке, проверке, смазке, креплению и регулировке деталей и узлов машин, имеющих целью предупредить преждевременные износы, появление неисправностей и поломки и обеспечить работоспособное состояние оборудования. Техническое обслуживание проводят при подготовке к работе, обкатке, эксплуатации и хранении электрооборудования.

**Текущий ремонт (ТР)** - основной профилактический вид ремонта, обеспечивающий долговечность и безотказность работы электрооборудования. Путем чистки, проверки, замены быстроизнашивающихся частей и наладки оборудование поддерживают в работоспособном состоянии до следующего планового ремонта. В объем ТР входят операции - отключение от сети, очистка от пыли и грязи, заземление рабочей машины, демонтаж, транспортировка в ремонтную мастерскую, дефектация, частичная разборка, устранение неисправностей (усиление изоляции, сушка, замена отдельных элементов).

**Капитальный ремонт (КР)** - наиболее сложный и полный вид ремонта. При КР, как правило, производится полная разборка оборудования, вскрытие сетей, восстановление и замена деталей, узлов, агрегатов. В процессе КР электрооборудование может быть модернизировано с целью улучшения характеристик и повышения эксплуатационной надежности.

Рассчитаем число физических ТО в год для ВЛ 0.4 кВ.

С учетом того, что ВЛ 0.4 кВ работает более 16 часов и с железно-бетонной опорой.

$$F_{\text{ТО}^*} = F_{\text{ТО}} \cdot M_1, \quad (5.3)$$

$$F_{\text{ТО}^*} = 1 \cdot 3 = 3,$$

где: - число физических ТО электрооборудования, работающего сезонно;  
 $M_1$  - коэффициент, учитывающий сезонность работы.

Расчет для остального электрооборудования хозяйства произведем аналогично, а данные расчетов сведем в таблицы 5.4 и 5.5.

Таблица 5.4 - Определение физических ТО, ТР, ЗС, КР

Наименование электрооборудования	$M_1$	$F^{TO}$	$F^{TO*}$	$F^{TP}$	$F^{TP*}$
1. ВЛ 0.4 кВ	1,00	3	3,0	1	1,00
2. Закрытая ТП с двумя ТР $S > 100$ кВА	1,00	42	42,0	0,66	0,66
3. Закрытая ТП с одним ТР $S > 100$ кВА	1,00	21	21,0	0,33	0,33
4. Закрытая ТП с одним ТР $S < 100$ кВА	1,00	21	21,0	0,33	0,33
5. Открытая ТП с одним ТР $S < 100$ кВА	1,00	21	21,0	0,33	0,33
6. РУ – 10 кВ (ТП)	1,00	3	3,0	1	1,00
7. РУ – 0.4 кВ (ТП)	1,00	3	3,0	1	1,00
8. Силовые кабельные линии $U < 1000$ В	1,00	3	3,0	1	1,00
9. Электростанции горячего резерва $S < 100$ кВт*	0,42	24	10,0	2	0,83
10. Электростанции горячего резерва $S > 100$ кВт *	0,33	5	1,7	1	0,33
11. РП – 0.4 кВ	0,25	3	0,8	1	0,25
12. Силовые сборки $U 0.38$ кВ	0,33	57	19,0	3	1,00
13. ЭП с ПАУ $P < 3.0$ кВт **	0,67	22	14,7	2	1,33
14. ЭП с ПАУ $P < 5.5$ кВт *	0,58	24	14,0	2	1,17
15. ЭП с ПАУ $P < 10$ кВт *	0,50	24	12,0	2	1,00
16. ЭП с ПАУ $P < 40$ кВт **	0,17	10	1,7	2	0,33
17. ЭП с ПАУ $P < 100$ кВт *	0,33	5	1,7	1	0,33
18. Силовые и осветительные проводки производственных помещений**	1,00	2	2,0	0	0,00
19. Силовые и осветительные проводки производственных помещений*	1,00	2	2,0	0	0,00
20. Силовые и осветительные проводки общественных, лечебных помещений*	1,00	2	2,0	0	0,00
21. Проводки в сельских домах	1,00	2	2,0	0	0,00
22. Сварочные трансформаторы*	0,58	5	2,9	1	0,58
23. Сварочные трансформаторы**	0,33	22	7,3	2	0,67
24. Трансформаторы безопасности*	1,00	16	16,0	2	2,00
25. Трансформаторы безопасности**	1,00	34	34,0	2	2,00
26. Электрические сушильные шкафы **	0,67	34	22,7	2	1,33
27. Электрические сушильные шкафы *	0,58	7	4,1	2	1,17
28. Водоелектроподогреватели**	0,50	5	2,5	1	0,50
29. Электрокалориферы $P < 40$ кВт**	0,33	5	1,7	1	0,33
30. Электрокалориферы $P > 40$ кВт*	0,25	5	1,3	1	0,25
31. Эл. обогрев полов ЖВ помещений**	0,33	10	3,3	2	0,67
32. Электрообогрев парникового хозяйства	0,17	0	0,0	0	0,00
33. Работы по монтажу эл. установок	0,00	0	0,0	0	0,00
ИТОГО по хозяйству	1,00	3	296,2		21,7

Таблица 5.5 - Число физических ЗС, КР

Наименование электрооборудования	M <sub>1</sub>	F <sup>ЗС</sup>	F <sup>ЗС*</sup>	F <sup>КР</sup>	F <sup>КР*</sup>
1. ВЛ 0.4 кВ	1,00	0	0,0	0,17	0,2
2. Закрытая ТП с двумя ТР S>100 кВА	1,00	0	0,0	0,28	0,3
3. Закрытая ТП с одним ТР S>100 кВА	1,00	0	0,0	0,14	0,1
4. Закрытая ТП с одним ТР S<100 кВА	1,00	0	0,0	0,14	0,1
5. Открытая ТП с одним ТР S<100 кВА	1,00	0	0,0	0,14	0,1
6. РУ – 10 кВ (ТП)	1,00	0	0,0	0,33	0,3
7. РУ – 0.4 кВ (ТП)	1,00	0	0,0	0,33	0,3
8. Силовые кабельные линии U<1000 В	1,00	0	0,0	0,08	0,1
9. Электростанции горячего резерва S<100 кВт*	0,42	2	0,8	0,18	0,1
10. Электростанции горячего резерва S>100 кВт *	0,33	1	0,3	0,11	0,0
11. РП – 0.4 кВ	0,25	0	0,0	0,33	0,1
12. Силовые сборки U 0.38 кВ	0,33	3	1,0	0,42	0,1
13. ЭП с ПАУ P< 3.0 кВт **	0,67	1	0,7	0,2	0,1
14. ЭП с ПАУ P< 5.5 кВт *	0,58	2	1,2	0,18	0,1
15. ЭП с ПАУ P< 10 кВт *	0,50	2	1,0	0,18	0,1
16. ЭП с ПАУ P< 40 кВт **	0,17	1	0,2	0,2	0,0
17. ЭП с ПАУ P< 100 кВт *	0,33	1	0,3	0,11	0,0
18. Силовые и осветительные проводки производственных помещений**	1,00	0	0,0	0	0,0
19. Силовые и осветительные проводки производственных помещений*	1,00	0	0,0	0	0,0
20. Силовые и осветительные проводки общественных, лечебных помещений*	1,00	0	0,0	0	0,0
21. Проводки в сельских домах	1,00	0	0,0	0	0,0
22. Сварочные трансформаторы*	0,58	1	0,6	0,11	0,1
23. Сварочные трансформаторы**	0,33	1	0,3	0,2	0,1
24. Трансформаторы безопасности*	1,00	1	1,0	0,14	0,1
25. Трансформаторы безопасности**	1,00	2	2,0	0,25	0,3
26. Электрические сушильные шкафы **	0,67	2	1,3	0,25	0,2
27. Электрические сушильные шкафы *	0,58	1	0,6	0,14	0,1
28. Водозлектроподогреватели**	0,50	0	0,0	0,2	0,1
29. Электрокалориферы P<40 кВт**	0,33	0	0,0	0	0,0
30. Электрокалориферы P>40 кВт*	0,25	0	0,0	0	0,0
31. Эл. обогрев полов ЖВ помещений**	0,33	1	0,3	0,2	0,1
32. Электрообогрев парникового хозяйства	0,17	0	0,0	0	0,0
33. Работы по монтажу эл. установок	0,00	0	0,0	0	0,0
ИТОГО по хозяйству			11,7		3,3

## 5.5 Определение затрат труда

Системой ППРЭСх устанавливаются нормативы затрат труда на проведение технического обслуживания и ремонтов электрооборудования разного типа в зависимости от его мощности, сложности и других параметров, выраженных в условных единицах ремонта. Под условной единицей ремонта понимаются затраты труда на техническое обслуживание и ремонт асинхронного электродвигателя закрытого исполнения с короткозамкнутым ротором условной мощностью 5 кВт, напряжением 220/380 В, частотой вращения 1500 об/мин.

При нормальной доступности элементов электрооборудования и средней обеспеченности техническими средствами норматив трудоемкости одной единицы ремонта по видам работ составляет:

Техническое обслуживание 0,5 ч;

Замена смазки 0,25 ч;

Текущий ремонт 4,8 ч;

Капитальный ремонт 12,5 ч.

Рассчитаем суммарные годовые затраты труда на техническое обслуживание и ремонт электрооборудования в хозяйстве:

### 5.5.1 Расчет трудоемкости ТО

Определим затраты труда на техническое обслуживание ВЛ 0.4 кВ:

$$T_{mo} = 0,5 A_i^{mo} \cdot n_i \cdot F_i^{mo} = 0,5 * 2,4 * 26 * 3 = 93,6 \text{ чел/ч} \quad (5.4)$$

где:

$A_i^{mo}$  – годовые затраты труда на техническое обслуживание  $i$  - го вида оборудования;

$n$  – число электрооборудования  $i$ -го вида, работающего в одинаковых условиях;

$F_i^{mo}$  – число физических технических обслуживаний в год  $i$ -го вида электрооборудования, работающего в одинаковых условиях.

Расчет затрат труда на ТО для остального электрооборудования хозяйства произведем аналогично, а данные расчетов сведем в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 - Затраты труда на ТО электрооборудования хозяйства

Наименование электрооборудования	$n$	$A_i^{mo}$	$F_i^{mo}$	$T_{mo}$
1. ВЛ 0.4 кВ	26	2,4	3,0	93,6
2. Закрытая ТП с двумя ТР $S > 100$ кВА	4	7	42,0	588,0
3. Закрытая ТП с одним ТР $S > 100$ кВА	2	6	21,0	126,0
4. Закрытая ТП с одним ТР $S < 100$ кВА	3	4	21,0	126,0
5. Открытая ТП с одним ТР $S < 100$ кВА	2	4	21,0	84,0
6. РУ – 10 кВ (ТП)	25	8	3,0	300,0
7. РУ – 0.4 кВ (ТП)	20	6	3,0	180,0
8. Силовые кабельные линии $U < 1000$ В	7	3	3,0	31,5
9. Электростанции горячего резерва $S < 100$ кВт*	11	14,95	10,0	822,3
10. Электростанции горячего резерва $S > 100$ кВт *	9	29,9	1,7	224,3

11. РП – 0.4 кВ	8	3,2	0,8	9,6
12. Силовые сборки U 0.38 кВ	21	1,6	19,0	319,2
13. ЭП с ПАУ P< 3.0 кВт **	6	0,8	14,7	35,2
14. ЭП с ПАУ P< 5.5 кВт *	5	1	14,0	35,0
15. ЭП с ПАУ P< 10 кВт *	15	1,2	12,0	108,0
16. ЭП с ПАУ P< 40 кВт **	8	1,4	1,7	9,3
17. ЭП с ПАУ P< 100 кВт *	5	3	1,7	12,5
18. Силовые и осветительные проводки производственных помещений**	188	1	2,0	188,0
19. Силовые и осветительные проводки производственных помещений*	157	1,2	2,0	188,4
20. Силовые и осветительные проводки общественных, лечебных помещений*	81	0,8	2,0	64,8
21. Проводки в сельских домах	355	0,8	2,0	284,0
22. Сварочные трансформаторы*	17	2,8	2,9	69,4
23. Сварочные трансформаторы**	6	4	7,3	88,0
24. Трансформаторы безопасности*	20	0,5	16,0	80,0
25. Трансформаторы безопасности**	20	0,6	34,0	204,0
26. Электрические сушильные шкафы **	8	1	22,7	90,7
27. Электрические сушильные шкафы *	7	1,4	4,1	20,0
28. Водозлектроподогреватели**	5	1,34	2,5	8,4
29. Электрокалориферы P<40 кВт**	8	1,4	1,7	9,3
30. Электрокалориферы P>40 кВт*	14	1,6	1,3	14,0
31. Эл. обогрев полов ЖВ помещений**	171	0,9	3,3	256,5
32. Электрообогрев парникового хозяйства	150	0,9	0,0	0,0
33. Работы по монтажу эл. установок	0,135	0	0,0	0,0
ИТОГО				4669,9

### 5.5.2 Расчет трудоемкости ТР

Определим затраты труда на текущий ремонт ВЛ 0.4 кВ:

$$T_{mp} = 4,8 A_i^{mp} \cdot n_i \cdot F_i^{mp} = 4,8 * 2,6 * 26 * 1 = 324,5 \text{ чел/ч} \quad (5.5)$$

где:

$A_i^{mp}$  – трудозатраты на текущий ремонт  $i$ -го вида электрооборудования;

$F_i^{mp}$  – число физических текущих ремонтов в год для  $i$ -го вида электрооборудования, работающих в одинаковых условиях.

Расчет затрат труда на ТР для остального электрооборудования хозяйства произведем аналогично, а данные расчетов сведем в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 - Затраты труда на ТР электрооборудования хозяйства

Наименование электрооборудования	$n$	$A_i^{mp}$	$F_i^{mp}$	$T_{mp}$
1. ВЛ 0.4 кВ	26	2,6	1,00	324,5
2. Закрытая ТП с двумя ТР S>100 кВА	4	1,88	0,66	23,8

3. Закрытая ТП с одним ТР S>100 кВА	2	12,52	0,33	39,7
4. Закрытая ТП с одним ТР S<100 кВА	3	8,3	0,33	39,4
5. Открытая ТП с одним ТР S<100 кВА	2	6,26	0,33	19,8
6. РУ – 10 кВ (ТП)	25	6,5	1,00	780,0
7. РУ – 0.4 кВ (ТП)	20	10,4	1,00	998,4
8. Силовые кабельные линии U<1000 В	7	8,34	1,00	280,2
9. Электростанции горячего резерва S<100 кВт*	11	0	0,83	0,0
10. Электростанции горячего резерва S>100 кВт *	9	16,43	0,33	236,6
11. РП – 0.4 кВ	8	32,86	0,25	315,5
12. Силовые сборки U 0.38 кВ	21	1,67	1,00	168,3
13. ЭП с ПАУ P< 3.0 кВт **	6	2,08	1,33	79,9
14. ЭП с ПАУ P< 5.5 кВт *	5	0,81	1,17	22,7
15. ЭП с ПАУ P< 10 кВт *	15	0,9	1,00	64,8
16. ЭП с ПАУ P< 40 кВт **	8	1,14	0,33	14,6
17. ЭП с ПАУ P< 100 кВт *	5	1,55	0,33	12,4
18. Силовые и осветительные проводки производственных помещений**	188	3,75	0,00	0,0
19. Силовые и осветительные проводки производственных помещений*	157	0	0,00	0,0
20. Силовые и осветительные проводки общественных, лечебных помещений*	81	0	0,00	0,0
21. Проводки в сельских домах	355	0	0,00	0,0
22. Сварочные трансформаторы*	17	0	0,58	0,0
23. Сварочные трансформаторы**	6	1,25	0,67	24,0
24. Трансформаторы безопасности*	20	1,25	2,00	240,0
25. Трансформаторы безопасности**	20	0,33	2,00	63,4
26. Электрические сушильные шкафы **	8	0,33	1,33	16,9
27. Электрические сушильные шкафы *	7	1,46	1,17	57,2
28. Водозлектроподогреватели**	5	1,46	0,50	17,5
29. Электрокалориферы P<40 кВт**	8	1,33	0,33	17,0
30. Электрокалориферы P>40 кВт*	14	1,06	0,25	17,8
31. Эл. обогрев полов ЖВ помещений**	171	1,35	0,67	738,7
32. Электрообогрев парникового хозяйства	150	0	0,00	0,0
33. Работы по монтажу эл. установок	0,135	0	0,00	0,0
ИТОГО				4613,2

### 5.5.3 Расчет трудоемкости ЗС

Определим затраты труда на замену смазки ВЛ 0.4 кВ:

$$T_{зс} = 0,25 A_i^{зс} \cdot n_i \cdot F_i^{зс} = 0,25 * 2,4 * 26 * 0 = 0 \text{ чел/ч} \quad (5.6)$$

где:

$A_i^{зс}$  – число физических замен смазки в год для  $i$ -го вида электрооборудования, работающих в одинаковых условиях;

$F_i^{3c}$  – число физических замен смазки в год для  $i$ -го вида электрооборудования, работающих в одинаковых условиях.

Расчет затрат труда на ЗС для остального электрооборудования хозяйства произведем аналогично, а данные расчетов сведем в таблицу 5.7.

Таблица 5.7 - Затраты труда на ЗС электрооборудования хозяйства.

Наименование электрооборудования	$n$	$A_i^{3c}$	$F_i^{3c}$	$T_{3c}$
1. ВЛ 0.4 кВ	26	2,4	0,0	0,0
2. Закрытая ТП с двумя ТР $S > 100$ кВА	4	7	0,0	0,0
3. Закрытая ТП с одним ТР $S > 100$ кВА	2	6	0,0	0,0
4. Закрытая ТП с одним ТР $S < 100$ кВА	3	4	0,0	0,0
5. Открытая ТП с одним ТР $S < 100$ кВА	2	4	0,0	0,0
6. РУ – 10 кВ (ТП)	25	8	0,0	0,0
7. РУ – 0.4 кВ (ТП)	20	6	0,0	0,0
8. Силовые кабельные линии $U < 1000$ В	7	3	0,0	0,0
9. Электростанции горячего резерва $S < 100$ кВт*	11	14,9	0,8	34,89
		5		
10. Электростанции горячего резерва $S > 100$ кВт *	9	29,9	0,3	20,18
11. РП – 0.4 кВ	8	3,2	0,0	0,0
12. Силовые сборки $U 0.38$ кВ	21	1,6	1,0	8,4
13. ЭП с ПАУ $P < 3.0$ кВт **	6	0,8	0,7	0,84
14. ЭП с ПАУ $P < 5.5$ кВт *	5	1	1,2	1,5
15. ЭП с ПАУ $P < 10$ кВт *	15	1,2	1,0	4,5
16. ЭП с ПАУ $P < 40$ кВт **	8	1,4	0,2	0,56
17. ЭП с ПАУ $P < 100$ кВт *	5	3	0,3	1,3
18. Силовые и осветительные проводки производственных помещений**	188	1	0,0	0,0
19. Силовые и осветительные проводки производственных помещений*	157	1,2	0,0	0,0
20. Силовые и осветительные проводки общественных, лечебных помещений*	81	0,8	0,0	0,0
21. Проводки в сельских домах	355	0,8	0,0	0,0
22. Сварочные трансформаторы*	17	2,8	0,6	7,14
23. Сварочные трансформаторы**	6	4	0,3	2,0
24. Трансформаторы безопасности*	20	0,5	1,0	2,5
25. Трансформаторы безопасности**	20	0,6	2,0	6,0
26. Электрические сушильные шкафы **	8	1	1,3	2,7
27. Электрические сушильные шкафы *	7	1,4	0,6	1,4
28. Водозлектроподогреватели**	5	1,34	0,0	0,0
29. Электрокалориферы $P < 40$ кВт**	8	1,4	0,0	0,0
30. Электрокалориферы $P > 40$ кВт*	14	1,6	0,0	0,0
31. Эл. обогрев полов ЖВ помещений**	171	0,9	0,3	12,8

32. Электрообогрев парникового хозяйства	150	0,9	0,0	0,0
33. Работы по монтажу эл. установок	0,1350	0	0,0	0,0
<b>ИТОГО</b>				<b>107,9</b>

### 5.5.4 Расчет трудоемкости КР

Определим затраты труда на капитальный ремонт ВЛ 0.4 кВ:

$$T_{кр} = 12,5 A_i^{кр} \cdot n_i \cdot F_i^{кр} = 12,5 * 3,2 * 26 * 0,2 = 176,8 \text{ чел/ч} \quad (5.7)$$

где:

$A_i^{кр}$  - трудозатраты на капитальный ремонт  $i$ -го вида электрооборудования, работающего в одинаковых условиях;

$F_i^{кр}$  - число физических капитальных ремонтов в год для  $i$ -го вида электрооборудования, работающего в одинаковых условиях.

Расчет затрат труда на КР для остального электрооборудования хозяйства произведем аналогично, а данные расчетов сведем в таблицу 5.8.

Таблица 5.8 - Затраты труда на КР электрооборудования хозяйства

Наименование электрооборудования	$n$	$A_i^{кр}$	$F_i^{кр}$	$T_{кр}$
1. ВЛ 0.4 кВ	26	3,2	0,2	208
2. Закрытая ТП с двумя ТР $S > 100$ кВА	4	24	0,3	360
3. Закрытая ТП с одним ТР $S > 100$ кВА	2	12	0,1	30
4. Закрытая ТП с одним ТР $S < 100$ кВА	3	12	0,1	45
5. Открытая ТП с одним ТР $S < 100$ кВА	2	12	0,1	30
6. РУ – 10 кВ (ТП)	25	12	0,3	1125
7. РУ – 0.4 кВ (ТП)	20	8,8	0,3	660
8. Силовые кабельные линии $U < 1000$ В	7	6	0,1	52,5
9. Электростанции горячего резерва $S < 100$ кВт*	11	19,35	0,1	266,06
10. Электростанции горячего резерва $S > 100$ кВт *	9	38,7	0,0	0
11. РП – 0.4 кВ	8	6	0,1	60
12. Силовые сборки $U 0.38$ кВ	21	1,2	0,1	31,5
13. ЭП с ПАУ $P < 3.0$ кВт **	6	0,78	0,1	5,85
14. ЭП с ПАУ $P < 5.5$ кВт *	5	0,8	0,1	5
15. ЭП с ПАУ $P < 10$ кВт *	15	1,43	0,1	26,81
16. ЭП с ПАУ $P < 40$ кВт **	8	3,75	0,0	0
17. ЭП с ПАУ $P < 100$ кВт *	5	6,78	0,0	0
18. Силовые и осветительные проводки производственных помещений**	188	0	0,0	0,00
19. Силовые и осветительные проводки производственных помещений*	157	0	0,0	0,00
20. Силовые и осветительные проводки общественных, лечебных помещений*	81	0	0,0	0,00
21. Проводки в сельских домах	355	0	0,0	0,00
22. Сварочные трансформаторы*	17	1,6	0,1	34
23. Сварочные трансформаторы**	6	1,6	0,1	12
24. Трансформаторы безопасности*	20	0,4	0,1	10

25. Трансформаторы безопасности**	20	0,4	0,3	30
26. Электрические сушильные шкафы **	8	1,6	0,2	32
27. Электрические сушильные шкафы *	7	1,6	0,1	14
28. Водозлектроподогреватели**	5	0,91	0,1	5,69
29. Электрокалориферы P<40 кВт**	8	1,6	0,0	0,00
30. Электрокалориферы P>40 кВт*	14	1,8	0,0	0,00
31. Эл. обогрев полов ЖВ помещений**	171	0	0,1	0,00
32. Электрообогрев парникового хозяйства	150	0	0,0	0,00
33. Работы по монтажу эл. установок	0,135	0	0,0	0,00
<b>ИТОГО</b>				<b>3043,41</b>

Суммарные годовые затраты труда на техническое обслуживание и ремонт электрооборудования в хозяйстве:

$$T = T_{mo} + T_{zc} + T_{mp} + T_{кр} = 4669,9 + 107,9 + 4613,2 + 3295,91 = 12686,9.$$

### 5.6 Определение действительного фонда рабочего времени

Фонд рабочего времени на 2009 год при 5-дневной рабочей неделе с двумя выходными днями в субботу и воскресенье.

Таблица 5.9 - Определение действительного фонда рабочего времени

Месяц	Количество дней					Рабочее время При 40- час. нед.
	Календарных	Рабочих	В т.ч. пред- празд- ничных	Выходных	Праздничных	
Январь	31	16	14	31	6	128
Февраль	28	29	1	8	1	152
Март	31	21	1	9	1	168
Апрель	30	22	0	8	0	175
Май	31	19	1	10	2	151
Июнь	30	21	0	8	1	167
Июль	31	23	0	8	0	184
Август	31	21	0	10	0	168
Сентябрь	30	22	0	8	0	176
Октябрь	31	22	0	9	0	176
Ноябрь	30	20	1	9	1	159
Декабрь	31	23	1	8	0	183
<b>ГОД</b>	<b>365</b>	<b>249</b>	<b>5</b>	<b>104</b>	<b>12</b>	<b>1987</b>

Действительный фонд рабочего времени определим по формуле:

$$TДФРВ = [d_K - (d_B + d_{П} + d_O)] \cdot t - d_{ПП} (t - t_{ПП}) \cdot КП \quad (5.8)$$

где:  $d_K$ ,  $d_B$ ,  $d_{П}$ ,  $d_O$  – число календарных, выходных, праздничных, отпускных и предпраздничных дней;

$t$  – средняя продолжительность рабочей смены;

$КП$  – коэффициент, учитывающий потери рабочего времени по уважительным причинам;

$t_{ПП}$  – число часов, на которое укорочен предпраздничный день.

$d_{ПП}$  – количество предпраздничных дней

В 2009 г. при пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями 249 рабочих дней, в том числе 4 предпраздничных дня (22 февраля, 7 марта, 8 мая и 3 ноября), и 104 выходных дней.

Норма рабочего времени (действительный фонд рабочего времени) в 2009 году с учетом вышеизложенного составляет:

при 40-часовой рабочей неделе - 1987 часов (8 час. x 249 дней - 5 часа).

## 5.7 Распределение персонала по группам

Определим требуемое количество персонала в группах технического обслуживания и ремонта:

$$N_x = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{\Phi_d} = 12686,9 / 1987 = 6,38 = 7 \text{ чел.} \quad (5.9)$$

где:  $N_x$  – количество персонала в группе;

$T_i$  – годовые затраты труда на выполнение  $i$ -го вида работ в группе;

$\Phi_d$  – действительный фонд рабочего времени на одного работающего.

Рассчитаем количество персонала в оперативной выездной бригаде:

$$N_d = \frac{(T_{ТО} + T_{ТР} + T_{ЗС}) K_d}{\Phi_d} = (4669,9 + 107,9 + 4613,2) 0,2 / 1987 = 0,94 = 1 \text{ чел} \quad (5.10)$$

где:

$K_d$  – коэффициент долевого участия затрат труда на оперативное (дежурное) обслуживание в плановых затратах на ТО, ЗС, ТР;

$\Phi_d$  – действительный фонд рабочего времени на одного работающего.

Рассчитаем количество персонала в группе ТО:

$$N_{mo} = \frac{(T_{ТО} + T_{ЗС})}{\Phi_d} = (4669,9 + 107,9) / 1987 = 2,4 = 3 \text{ чел} \quad (5.11)$$

Рассчитаем количество персонала в группе ТР:

$$N_{mp} = T_{mp} / \Phi_d = 4613,2 / 1987 = 2,32 = 3 \text{ чел} \quad (5.12)$$

## 5.8 Составление графика ППР и ТО

### 5.8.1 Требования к графикам ППР и ТО

Основой организации работ по эксплуатации электрооборудования являются месячные, квартальные и годовые графики технического

обслуживания и ремонта. При их разработке необходимо учитывать следующее:

- даты ТР электрооборудования следует совмещать с датами ремонта машин, на которых оно используется;
- электрооборудование, используемое сезонно, целесообразно ремонтировать перед периодом его интенсивной эксплуатации;
- планируемая длительность работ должна соответствовать категории сложности электрооборудования;
- время на переходы электромонтеров по объектам обслуживания в течении рабочего дня необходимо максимально сокращать;
- весь рабочий день электромонтеров должен быть максимально заполнен работой.

### **5.8.2 Порядок составления графиков ППР и ТО**

Составление графиков выполняется в следующем порядке:

1. Разрабатывается рабочая таблица, на основе которой составляется месячный график планово-предупредительных ремонтов. В рабочих таблицах приводится перечень электротехнического оборудования отдельных производственных подразделений хозяйства (комплекс, ферма, ремонтно-механические мастерские, подсобные предприятия и т.д.) с указанием сроков установки оборудования, проведения последних капитальных, текущих и аварийных ремонтов, технического обслуживания. Каждая единица оборудования показывается отдельной строкой.

Срок проведения того или иного вида ППР определяется периодичностью и датой его последнего проведения. Если дни проведения ремонтов попадает на воскресные (субботные) или предпраздничные дни, то выполнение ремонтов переносят на более поздний или ранний срок

При совпадении дат проведения ТО, ТР или КР планируется более сложный вид ремонта. Календарные дни проведения капитального ремонта оборудования устанавливаются в зависимости от конкретных условий хозяйства или привлекаемой организации. Сроки проведения последующих ТО и ТР определяются периодичность их проведения. При нарушении периодичности выполнения планово-предупредительных ремонтов или ТО их выполнение планируется на начало месяца.

Вид ремонта (капитальный, текущий) или техническое обслуживание обозначается в графах календарных дней соответственно буквами КР, ТР или ТО. В таблице так же отмечаются выходные (В) и праздничные (П) дни.

2. На основе данных рабочей таблицы составляется месячный график ППР (приложение 1). Используя данные о трудоемкости технического обслуживания и ремонтов, определяются затраты труда электромонтеров по дням на выполнение запланированного объема работ. Затраты на КР не учитываются, если данный вид ремонта выполняется сторонней организацией.

В некоторых случаях: при территориальной разбросанности подразделений и небольших затратах труда на выполнение ТО (0,5-1ч) и текущий ремонт (2-8ч); при недостатке средств перевозки рабочих, можно пренебречь периодичностью проведения текущих ремонтов и технических обслуживании. При этом планирование ведется исходя из: полной сменной загрузки электромонтеров (не менее двух человек) и минимального нарушения сроков проведения ППР. Не желательно нарушение периодичности выполнения ППР электрооборудования, работающего в условиях выделения аммиака в сырых помещениях.

Аналогично составляются графики на последующие месяцы.

3. На основе месячных графиков составляются квартальные и годовые (приложение 1).

При составлении общих графиков ППР по всем подразделениям хозяйства необходимо следить, чтобы не происходило наложение сроков проведения работ на различных объектах для одних и тех же служб. После составления графиков производится их тщательная проверка.

Для обеспечения непрерывности технологических процессов ТО и ТР электрооборудования проводят в технологических перерывах. Выполнение текущего ремонта электрооборудования планируют одновременно с текущим ремонтом технологического оборудования. Сезонные ТО и ТР, а также капитальный ремонт электропроводок помещений планируют на период их простоя. Эти работы должны завершаться до начала сезона использования производственного объекта.

Вместе с тем график должен обеспечивать: равномерную загрузку электромонтеров в течение суток, месяца и года; минимальные потери времени на переход и переезды между объектами; соблюдение нормируемой периодичности профилактических мероприятий (отступления не должны превышать  $\pm 35\%$ ).

Составляем Рабочую таблицу для составления годового графика обслуживания и ремонта электрооборудования (ППРЭсх).

Таблица 5.10 - Рабочая таблица для составления годового графика обслуживания и ремонта электрооборудования (ППРЭсх)

Число физических ТО, ТР, ЗС	Число физических ТО	Затраты труда на ТО	Число физических ТР	Затраты труда на ТР	Число физических ЗС	Затраты труда на ЗС
Наименование электрооборудования						
1. ВЛ 0.4 кВ	3,0	93,6	1,0	324,5	0,0	0,0
2. Закрытая ТП с двумя ТР S>100 кВА	42,0	588,0	0,7	23,8	0,0	0,0
3. Закрытая ТП с одним ТР S>100 кВА	21,0	126,0	0,3	39,7	0,0	0,0

4. Закрытая ТП с одним ТР S<100 кВА	21,0	126,0	0,3	39,4	0,0	0,0
5. Открытая ТП с одним ТР S<100 кВА	21,0	84,0	0,3	19,8	0,0	0,0
6. РУ – 10 кВ (ТП)	3,0	300,0	1,0	780,0	0,0	0,0
7. РУ – 0.4 кВ (ТП)	3,0	180,0	1,0	998,4	0,0	0,0
8. Силовые кабельные линии U<1000 В	3,0	31,5	1,0	280,2	0,0	0,0
9. Электростанции горячего резерва S<100 кВт*	10,0	822,3	0,8	0,0	0,8	34,3
10. Электростанции горячего резерва S>100 кВт *	1,7	224,3	0,3	236,6	0,3	22,4
11. РП – 0.4 кВ	0,8	9,6	0,3	315,5	0,0	0,0
12. Силовые сборки U 0.38 кВ	19,0	319,2	1,0	168,3	1,0	8,4
13. ЭП с ПАУ P< 3.0 кВт **	14,7	35,2	1,3	79,9	0,7	0,8
14. ЭП с ПАУ P< 5.5 кВт *	14,0	35,0	1,2	22,7	1,2	1,5
15. ЭП с ПАУ P< 10 кВт *	12,0	108,0	1,0	64,8	1,0	4,5
16. ЭП с ПАУ P< 40 кВт **	1,7	9,3	0,3	14,6	0,2	0,5
17. ЭП с ПАУ P< 100 кВт *	1,7	12,5	0,3	12,4	0,3	1,3
18. Силовые и осветительные проводки производственных помещений**	2,0	188,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19. Силовые и осветительные проводки производственных помещений*	2,0	188,4	0,0	0,0	0,0	0,0
20. Силовые и осветительные проводки общественных, лечебных помещений*	2,0	64,8	0,0	0,0	0,0	0,0

21. Проводки в сельских домах	2,0	284,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22. Сварочные трансформаторы*	2,9	69,4	0,6	0,0	0,6	6,9
23. Сварочные трансформаторы**	7,3	88,0	0,7	24,0	0,3	2,0
24. Трансформаторы безопасности*	16,0	80,0	2,0	240,0	1,0	2,5
25. Трансформаторы безопасности**	34,0	204,0	2,0	63,4	2,0	6,0
26. Электрические сушильные шкафы **	22,7	90,7	1,3	16,9	1,3	2,7
27. Электрические сушильные шкафы *	4,1	20,0	1,2	57,2	0,6	1,4
28. Водозлектроподогреватели**	2,5	8,4	0,5	17,5	0,0	0,0
29. Электрокалориферы Р<40 кВт**	1,7	9,3	0,3	17,0	0,0	0,0
30. Электрокалориферы Р>40 кВт*	1,3	14,0	0,3	17,8	0,0	0,0
31. Эл. обогрев полов ЖВ помещений**	3,3	256,5	0,7	738,7	0,3	12,8
32. Электрообогрев парникового хозяйства	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
33. Работы по монтажу эл. установок	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

## **Заключение**

В заключении необходимо сделать выводы о проведенных расчетах.

### Список использованной литературы

1. Булавин И.А. и др. Тепловые процессы в технологии силикатных материалов. – М.: Стройиздат, 2012. – 249 с.
2. Веников В.А. Электрические системы. Электрические сети: учебник для вузов/В.А. Веников и др./под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева. – М.: Высшая школа, 2011. – 511 с.
3. Воробьёв Х.С., Мазуров Д.Я., Соколов А.Л., Теплотехнологические процессы и аппараты силикатных производств. – М.: Высшая школа, 2010. – 723 с.
4. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – М.: Феникс, 2006. – 720 с.
5. Костин В.Н. Электропитающие системы и электрические сети: учебное пособие / В.Н. Костин. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2013. – 154 с.
6. Кучер В.Я. Электрические станции и подстанции: учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, 2013. – 108 с.
7. Мазуров Д.Я. и др. Теплотехника и теплотехническое оборудование предприятий промышленности строительных материалов. Промышленная теплотехника. – М.: Стройиздат, 2013. – 450 с.
8. Перегудов В.В., Роговой М.И. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и деталей. – М.: Стройиздат, 2012. – 416 с.
9. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. – СПб.: Изд-во ДЕАН, 2010. – 330 с.
10. Роговой М.И., Кондакова М.Н., Сагановский М.Н. Расчеты и задачи по теплотехническому оборудованию предприятий промышленности строительных материалов. – М.: Стройиздат, 2009. – 320 с.
11. Справочник по проектированию электрических сетей. Под редакцией Д.Л. Файбисовича. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2012 – 320 с.
12. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ: 6 т. / Под ред. И.Т. Горюнова, А.А. Любимова – М.: Папирус Про, 2013. Т.2 – 640 с.
13. Электротехнический справочник: Производство, передача и распределение электрической энергии / под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – М.: Изд-во МЭИ, 2009. – 964 с.
14. Назарычев А.Н. Совершенствование системы ремонтов электрооборудования электростанций и подстанций с учётом технического состояния: Дис. Д-ра техн. Наук. — Иваново: 2006. — 389 с.
15. Россальский А.Н. Диагностика состояния высоковольтного оборудования подстанций с помощью систем непрерывного контроля // IV Международная конференция «Силовые трансформаторы и системы диагностики»: Запорожский национальный технический университет. — 2009.
16. Алексеев А.Б. Оптимизация профилактического обслуживания оборудования ВН // Энерго-Эксперт. 2010. №1.

17. Васильев В.А., Васильев А.В. Пособие по ремонту металлургического оборудования на опыте организации ремонтной службы Ждановского металлургического завода им. Ильича. — Донецк, 1979.
18. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. — М.: Энас, 2008.
19. Кузнецов Н.Л. Надёжность электрических машин. — М.: Издательский дом МЭИ, 2006.
20. Паперный Л.Е., Куличенков В.П. Испытания электрооборудования напряжением 6-750 кВ. — Мн.: БНТУ, 2010.
21. Барков А.В., Тулугуров В.В. Диагностическое обслуживание предприятий — основа перевода оборудования на ремонт по состоянию // Ассоциация ВАСТ. 2010.
22. Богатырев Ю.Л., Букреева Л.А. Ремонтировать или менять? // Энергия и Менеджмент. 2010. №5.

## ГОДОВОЙ ПЛАН-ГРАФИК

планово-предупредительного ремонта оборудования на \_\_\_\_\_ Г.

(наименование предприятия)

Наименование оборудования	Количество оборудования	Мощность оборудования	Трудовое м-кость одного ремонта , чел.-ч.		Месяц и число последне го ремонта		Условное обозначение ремонта (числитель) месяц и время простоя в ремонте, ч (знаменатель)												Годовые трудо- затраты чел.-ч		
																					Т
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Главный энергетик \_\_\_\_\_

(подпись)

Титульный лист курсового проекта