

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет  
им. А.А. Ежевского

Кафедра электрооборудования и физики

**Логинов А.Ю.**  
**Боннет В.В.**  
**Прудников А.Ю**

## **ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

**Методические указания к контрольной работе по дисциплине  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОГО, ЗАОЧНОГО И  
ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ  
ПОДГОТОВКИ 35.03.06 АГРОИНЖЕНЕРИЯ**

Молодежный 2020

**Рецензент:**

**Кузнецов Б.Ф.** - д.т.н., профессор кафедры «Электрооборудование и физика» Иркутского ГАУ им. А.А. Ежевского

**Логинов А.Ю.** Электропривод и электрооборудование : Учеб. пособие. / **В.В. Боннет, А.Ю. Логинов, А.Ю. Прудников.** – Молодёжный : Изд-во Иркутского ГАУ им. А.А. Ежевского, 2020. – 29 с.

Предназначено для выполнения лабораторных и контрольных работ, а также самостоятельной работы студентов очного, заочного и дистанционного обучения, направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Приведены общие рекомендации по работе над дисциплиной, её программа, методические указания по изучению дисциплины; сформулировано содержание и правила выполнения и оформления контрольной работы

© Боннет В.В., Логинов А.Ю.,  
Прудников А.Ю., 2020.

© Иркутский государственный  
аграрный университет  
имени А.А. Ежевского, 2020

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
1 Общие вопросы проектирования.....	6
1.1 Цель и задачи проектирования электротехнических служб ...	6
1.2 Основные нормативные документы по эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве.....	6
1.3 Структура и содержание работы по эксплуатации электрооборудования.....	10
1.4 Организация выполнения и защиты .....	13
2 Методика проектирования организации электротехнической службы (ЭТС).....	14
2.1 Характеристика парка электрооборудования и условий его эксплуатации.....	14
2.2 Расчет годовой производственной программы.....	18
2.2.1. Расчет объема работ по ТО и ТР электрооборудования	18
2.2.2 Расчет затрат труда на ТО и ТР электрооборудования...	22
2.3 Расчет численности персонала ЭТС и распределение его по подразделениям.....	24

## **ВВЕДЕНИЕ**

Организация эксплуатации электрооборудования позволяет уменьшить его аварийность, снизить эксплуатационные затраты и улучшить экономические показатели работы сельскохозяйственных предприятий.

Обслуживание электрооборудования с.х. предприятий осуществляется электротехническими службами (ЭТС) хозяйства.

Основной задачей деятельности таких служб является своевременное и качественное выполнение профилактических мероприятий, при эксплуатации электрооборудования, с целью поддержания его технического состояния на требуемом уровне..

Упорядочить работу персонала ЭТС, обеспечить своевременное и качественное выполнение ими плановых заданий можно при наличии графиков технических обслуживаний (ТО) и текущих ремонтов (ТР). Составление таких графиков представляет достаточно сложную и трудоемкую задачу и занимает значительную долю времени руководителя ЭТС .

Графики ТО и ТР представляют собой основную часть проекта ЭТС. С их использованием решаются вопросы определения численности персонала ЭТС, материально-технического снабжения, финансирования. Вместе с тем, при обосновании ЭТС сельскохозяйственного предприятия также подлежат решению задачи по принятию рациональной структуры ЭТС, формированию ремонтно-обслуживающей базы, обоснованию резервного фонда и т.д.

# **1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ**

## **1.1 Цель и задачи проектирования электротехнических служб**

Контрольные работы выполняются студентами очного обучения в седьмом, а заочного- в шестом семестрах. Каждый студент получает от руководителя индивидуальное задание и график проектирования.

Студент несет персональную ответственность за качество и своевременность выполнения контрольной работы.

Цель контрольные работы – привить будущему инженеру-электрику практические навыки в области планирования работ ЭТС, обоснования структуры и состава службы, материально-технического обеспечения.

## **1.2 Основные нормативные документы по эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве**

В состав документации по эксплуатации электрооборудования входят государственные стандарты, правила, отраслевые нормативы и различные рекомендации.

**Правила устройства электроустановок (ПУЭ).** Документ определяет порядок выбора электрооборудования, устройство электроустановок и их испытаний. В нем приведены термины, определения и классификация электроустановок и электроприемников; требования по выбору проводов, кабелей, электрических аппаратов, измерительных приборов; рекомендации по обеспечению безопасности обслуживающего персонала. Для всего основного электрооборудования установлен объем, виды и нормы приемо-сдаточных испытаний, а также порядок проведения и оформления результатов испытаний.

**Строительные нормы и правила (СНиП)** устанавливают основные требования к организации, управлению, порядку и нормам проектирования, производству и приемке строительных и монтажных работ, нор-

мам затрат материальных и людских ресурсов. Правила по производству и приемке монтажных работ в электрических установках изложены в СНиП 3.05.06 «Электротехнические устройства». В них излагаются основные требования к хранению основных видов электрооборудования, подготовке и сдаче под монтаж, приему проектно-сметной документации монтажными организациями, распределению работ между электромонтажными и другими смежными специализированными организациями, общему порядку выполнения электромонтажных работ, передаче электрооборудования под наладку и представлению документации к приему рабочей комиссией. Значительное место уделено правилам выполнения и приемки монтажных работ по отдельным видам электрооборудования. Кроме СНиП, порядок, методы и способы выполнения работ по монтажу отдельных видов электрооборудования с большей степенью детализации регламентируются общероссийскими и ведомственными инструкциями.

**Правила эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭ)** определяют задачи и обязанности персонала по эксплуатации электрооборудования; порядок выполнения работ при эксплуатации и ремонте электрооборудования общего назначения и специальных электроустановок, а также сроки, объем и нормы испытаний электрооборудования, находящегося в эксплуатации. Правила обязательны для всех потребителей, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Эксплуатация электроустановок потребителей может, проводится по специальным правилам и местным инструкциям, если они не противостоят ПЭЭ и не ослабляют их требований. Введение специальных правил осуществляется органами, уполномоченными на это после согласования с Госэнергонадзором.

**Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ)** устанавливают: требования безопасного оперативного обслуживания и производства работ в электроустановках; порядок выполнения организационных и технических мероприятий; правила

техники безопасности при обслуживании электродвигателей, коммутационных аппаратов и комплектных распределительных устройств, при работах на кабельных и воздушных линиях электропередачи, проведении испытаний электрооборудования и измерений и др.

**Правила пользования электрической и тепловой энергией** определяют взаимоотношения электрооборудования общего назначения и специальных электроустановок, а также сроки, объем и нормы испытаний электрооборудования, находящегося в эксплуатации. Правила обязательны для всех потребителей, независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Эксплуатация электроустановок потребителей может производиться по специальным правилам и местным инструкциям, если они не противоречат ПЭЭ и не ослабляют их требований. Введение специальных правил осуществляется органами, уполномоченными на это после согласования с Госэнергонадзором.

Расследование и учет нарушений в работе электроустановок потребителей производится в соответствии с требованиями **«Типовой инструкции по расследованию и учету нарушений в работе объектов энергетического хозяйства потребителей электрической и тепловой энергии»**. Расследование случаев электротравматизма, происшедших на объектах, подконтрольных Госэнергонадзору, производится в соответствии с действующими документами о расследовании и учете несчастных случаев на производстве.

Требования к качеству электроэнергии на зажимах электроприемников потребителей регламентируются ГОСТ 13109. ГОСТ устанавливает нормальные и максимальные пределы изменения по отдельным показателям. Так, отклонения напряжения должны составлять  $\pm 5\%$  и  $10\%$  соответственно, отклонения частоты  $\pm 0,02$  и  $\pm 0,04\%$ , коэффициент несинусоидальности формы кривой напряжения 5 и  $10\%$ .

Краткий перечень ГОСТов по вопросам обеспечения надежности и качества техники, в том числе и электрооборудования, при изготовлении и эксплуатации приведены в таблице 1.

**Таблица 1 - Перечень ГОСТов по обеспечению надежности изделий**

<b>Номер ГОСТа</b>	<b>Наименование</b>
27.001-95	Надежность в технике, термины
	Методы испытаний. Состав и общие правила заданий по надежности
27.301-95 27.310-95	Надежность изделий машиностроения. Основные положения. Планирование наблюдений. Учет повреждений и отказов
18311-80	Электрооборудование. Термины и определения
183-74, 12139-84, 27471-87, 28173-89	Машины электрические вращающиеся. Виды. Характеристики, параметры и режимы работы
18322-78 28.001-83	Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения
25866-83	Эксплуатация техники. Термины и определения
13109-87	Электрическая энергия. Требования к качеству электроэнергии в сетях общего назначения

Основные положения по устройству и эксплуатации электрооборудования изложены в Правилах технической эксплуатации установок потребителей (ПТЭ) [13], Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ) [9], а также в Правилах устройств электроустановок (ПУЭ) [10].

Основной отраслевой нормативный документ – "Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий" (ППР и ТО) [16]. Он определяет совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта, а также исполнителей, необходимых для под-



держания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему технического обслуживания и ремонта.

Нормативные данные по широкому кругу эксплуатационных вопросов собраны в [6], нормы расхода материалов, запасных частей, потребления электроэнергии и другие плановые эксплуатационные показатели, утвержденные официальными органами, приведены в [6; 16].

### **1.3 Структура и содержание контрольные работы по эксплуатации электрооборудования**

Контрольная работа имеет следующее примерное содержание:

Введение.

1. Характеристика парка электрооборудования и условий его эксплуатации (индивидуальное задание по **приложению Б**).
2. Расчет годовой производственной программы ЭТС.
  - 2.1 Расчет объема работ по ТО и ТР электрооборудования.
  - 2.2 Расчет затрат труда на ТО и ТР электрооборудования.
3. Расчет численности персонала ЭТС и распределение его по подразделениям.
4. Индивидуальное задание: дополнительно студенту может быть выдано индивидуальное задание, например, по вопросам повышения эксплуатационной надежности электрооборудования.

В пояснительной записке необходимо привести план пункта технического обслуживания и ремонта (ПТОРЭ) и поста электрика с нанесением технологического оборудования, выбранную структуру ЭТС, годовой график проведения текущих ремонтов электрооборудования хозяйства и годовой график проведения технических обслуживаний хозяйства.

Расчетно-пояснительная записка должна быть написана на одной стороне листа формата А4 (210x297мм) с оставлением полей с левой стороны - не менее 30мм; с правой – 10мм; сверху и снизу – 20мм. Допускается оформление пояснительной записки аккуратно от руки или при помощи

компьютерного набора (высота шрифта 14 пт). Страницы должны быть последовательно пронумерованы, титульный лист не нумеруют. Записку следует подписать и поставить дату окончания работы. В конце расчетно-пояснительной записки приводятся выводы и список литературных источников.

Титульный лист оформляется в соответствии с принятой на факультете формой (**приложение А**).

В оглавлении перечисляют названия разделов и подразделов пояснительной записки и указывают номера страниц, на которых они помещены. Разделы должны иметь порядковые номера, которые обозначают арабскими цифрами с точкой. Каждый раздел нужно начинать с новой страницы. Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела.

Перенос слов в заголовках разделов и подразделов не допускается. Точку в конце слова не ставят. Если заголовок состоит из двух или более предложений, то их разделяют точкой. Заголовок подраздела должен отстоять от предыдущего текста на ширину одной строки.

Пояснительная записка должна быть написана лаконично, ясно и грамотно. Следует избегать общих рассуждений, изложения материала, не имеющего прямого отношения к теме, и повторения однотипных расчетов. Основное внимание необходимо уделять обоснованию принятых решений. Каждый раздел необходимо заканчивать краткими выводами, поясняющими логику перехода от одной части проекта к другой.

Шрифт, условные буквенные и графические обозначения должны соответствовать ГОСТ 2.301-68, 2.710-81. Значения применяемых символов должны быть разъяснены при первом их использовании в тексте.

Формулы помещают в виде отдельных строк и нумеруют в пределах раздела, указывая номер раздела и через точку – номер формулы, например, (2.3). Допускается сквозная нумерация формул от начала и до конца

пояснительной записки. Под формулой приводят перечень символов с расшифровкой их значений и указанием размерностей.

Все иллюстрации, приводимые в пояснительной записке, именуют рисунками и нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела (как и формулы) или делают сквозную нумерацию от начала и до конца пояснительной записки. Каждый рисунок должен иметь тематическое наименование, помещенное под рисунком. Здесь же помещают и пояснения, необходимые для понимания содержания рисунка.

Таблицы по возможности должны быть простыми, иметь названия и нумерацию арабскими цифрами в пределах разделов или всей пояснительной записки.

На последней странице ставится подпись выполнившего проект и дата окончания работы.

#### 1.4 Организация выполнения и защиты

При выполнении большую роль имеет использование линейных или сетевых графиков работы. Такие графики дисциплинируют студента, позволяют выявить резервы времени и облегчить контроль за ходом работы.

Примерный линейный график работы показан в таблице 2.

**Таблица 2 - Линейный график работы**

Наименование раздела или этапа работы	Затраты труда		Планируемое выполнение работ по неделям											
			8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	100
	%	дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Характеристика парка электрооборудования и условий его эксплуатации	4	3	3											
2. Расчет годовой производственной программы ЭТС	20	14	3	6	5									
3. Расчет численности персонала ЭТС и распределение его по подразделениям	6	4			1	3								
4. Выбор формы и	4	3				3								

структуры ЭТС														
10. Заключение.	4	3												3
Защита.	4													3

## **2 МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ**

Цель проектирования состоит в разработке такой электротехнической службы (ЭТС), которая обеспечивает увеличение объема продукции и снижение себестоимости сельскохозяйственным предприятиям за счет рациональной эксплуатации электрооборудования.

Основные задачи ЭТС [3; 19]:

- обеспечение надежного функционирования электрооборудования;
- повышение производительности труда электромонтеров;
- снижение эксплуатационных затрат;
- дальнейшее развитие электрификации, автоматизации предприятий и самой ЭТС.

Введение в работе должно содержать краткое освещение актуальности темы, исходное состояние проблемы, цель выполнения, практическую ценность результатов и перечень основных положений, которые автор выносит на защиту работы.

### **2.1 Характеристика парка электрооборудования и условий его эксплуатации**

Исходными данными для выполнения работы являются материалы журнала учета электрооборудования сельскохозяйственного предприятия. Журнал составляется студентом в период прохождения эксплуатационной практики на основании карт учета электрооборудования, хранящихся в службе главного энергетика.

В отдельных случаях могут быть использованы данные типовых проектов сельскохозяйственных объектов, выдаваемые в виде задания ру-

ководителем работы. Исходные данные по составу электрооборудования сельскохозяйственных объектов приведены в Приложении В1 и В2.

Производственная характеристика хозяйства включает в себя:

- описание географического положения, транспортных связей и почвенно-климатических условий (может быть задано преподавателем в задании);
- сведения об основном направлении ведения хозяйства и его составе;
- сведения об электрооборудовании и электротехнической службе, которые содержат:
- карту учета электрооборудования, ее можно совместить с расчетной таблицей 4.
- график использования электрооборудования в течение года (этот график приводится в задании).

Для определения среды в зависимости от места установки электрооборудования можно воспользоваться рекомендациями приведенными в таблице 3.

**Таблица 3 - Условное обозначение среды в зависимости от места установки электрооборудования**

<b>Место установки электрооборудования</b>	<b>Условное обозначение среды</b>	<b>Примерный перечень помещений</b>
1	2	3
Чистые сухие помещения с нормальной средой (относительная влажность помещения не превышает 60%, температура 30 <sup>0</sup> С)	1	Конторы, клубы, отапливаемые склады, подсобные помещения, механические мастерские и др.
Пыльные помещения (по условиям производства содержится технологическая пыль)	2	Кормоцехи по приготовлению кормов, деревообрабатывающие мастерские, зерноочистительные пункты и др.
Влажные (относительная влажность выше 60%, но не превышает 75%), сырые по-	3	Неотапливаемые склады, залы столовых, отапливаемые подвалы и овощехра-

мещения и открытый воздух (относительная влажность превышает 78%)		нилища, доильные залы, молочные отделения, водокачки, кормокухни и др.
-------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Особо сырые с химически активной средой (относительная влажность близка к 100%), длительно или проточно находятся пары аммиака и других газов невзрывоопасных концентраций, но разъедающих изоляцию и токоведущие части электрооборудования.	4	Коровники, телятники, свинарники, и другие животноводческие помещения при отсутствии в них установок по созданию микроклимата.

**Таблица 4 - Расчетная таблица с картой учета электрооборудования**

1	Наименование и характеристика оборудования	Единица измерения	Количество	Среда	Число часов работы в сутки	Коэффициент сезонности	Объем работ в условных единицах электрооборудования (УЕЭ)		Годовое количество физических ремонтов на единицу измерения по нормам, шт				Коэффициент перевода физических ремонтов в условные				Количество условных ремонтов в год, шт			
							Един.	Общ.	ТО	ТР	ЗС	КР	ТО	ЗС	ТР	КР	ТО	ТР	ЗС	КР
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
	ОТДЕЛЕНИЕ №1																			
1	ТЕЛЯТНИК на 600 голов																			
	Шкаф силовой 8 групп	шт	6	1	24	1														
	Щит осветительный на 6 групп	шт	4	4	24	1														
	Светильники, лампы накаливания	шт	29	4	8	1														
	Светильники с люминесцентными лампами	шт	56	4	24	1														
	Провод АПВ 2,5мм <sup>2</sup>	м	30	4	24	1														
	Кабель АВРГ 4х2,5мм <sup>2</sup>	м	1153	4	24	1														
	Электродвигатель 4А 1,1/1500	шт	9	4	4	1														
	Электродвигатель АИР 1,1/1500	шт	3	4	16	1														
	Электродвигатель АИР 3,0/1500	шт	8	4	4	1														
	Кабель АКВРГ 2,5мм <sup>2</sup>	м	500	4	24	1														
	Магнитный пускаиель	шт	6	4	6	1														
	Автоматический выключатель	шт	2	4	6	1														
	ВСЕГО							*								*	*	*	*	

Примечание. В карте учета следует строго соблюдать распределение электрооборудования по населенным пунктам (бригадам, отделениям), отраслям, производственным объектам и технологическим машинам (агрегатам, отделениям). Условное обозначение среды в зависимости от места установки электрооборудования поясняется в таблице 3

## 2.2 Расчет годовой производственной программы

### 2.2.1 Расчет объема работ по обслуживанию электрооборудования

Известны различные подходы при определении трудоемкости работ по техническому обслуживанию (ТО), текущему (ТР) и капитальному ремонту (КР) электрооборудования. Первый из них основан на измерении объема работ в условных единицах электрооборудования (УЕЭ). Условные единицы разработаны для расчета количества эксплуатационного персонала ЭТС хозяйств и приведены в **приложении Г** [3, 16, 18].

Во втором случае объем работ определяется непосредственно в единицах трудоемкости (нормо-часах) [3].

В третьем случае электрооборудование сначала переводят в условные единицы ремонта (УЕР), а затем по трудоемкости одной УЕР определяют трудоемкость отдельных видов работ (ТО, ТР, ЗС, КР) [3,18]. На практике наиболее распространены первый и третий методы расчета.

В курсовой работе рекомендуется использовать первый вариант для расчета общего числа персонала ЭТС, для выбора пунктов технического обслуживания и штата инженерно-технических работников (ИТР), а третий для определения затрат труда по видам технического обслуживания для каждого электрифицированного объекта хозяйства и определения численности электромонтеров в группах по видам работ ( группа ТО, ТР, ЗС, КР) и для выбора пунктов технического обслуживания и ремонта электрооборудования.

Расчет ведется в форме таблицы 4.

Электрооборудование для каждого электрифицированного объекта хозяйства, определенное на основании журнала учета электрооборудования, заносят в графу 2, а количество оборудования в каждой группе – в графу 4. В графы 5, 6 и 7 заносят условное обозначение среды, в которой работает оборудование согласно таблицы 3, число часов работы электрооборудования в сутки и коэффициент сезонности по таблице 5, соответственно.



**Таблица 5 - Коэффициент сезонности работы электрооборудования**

Количество месяцев работы электрооборудования в году	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Коэффициент сезонности	0.08	0.17	0.25	0.33	0.42	0.5	0.58	0.66	0.75	0.83	0.92	1.00

Объем работ на единицу оборудования в УЕЭ определяется по приложению 4 и заносится в графу 8. При этом следует учесть, что в объем работ в УЕЭ силового оборудования входит также и объем работ по ТО и ТР аппаратуры управления и электропроводки. Поэтому графы 8 и 9 расчетной таблицы 3 записываются только для силового оборудования (см. приложение Д), а для аппаратуры управления графы 8 и 9 остаются незаполненными.

Объем работ по каждой группе оборудования определяется путем перемножения данных, приведенных в графах 4 и 8. Общий объем работ по участку обслуживания определяется суммированием УЕЭ в графе 9.

Для определения физического количества ремонтов необходимо по данным таблицы 6, в зависимости от места установки и длительности работы в сутки, определить годовое количество ТО, ТР, ЗС, и КР на единицу оборудования и занести соответственно в графы 10, 11, 12 и 13. Если оборудование ставится на консервацию, необходимо к годовому количеству физических технических обслуживаний по нормам (графа 10) добавить одно ТО (на консервацию). Коэффициенты перевода физических ремонтов в условные ( графы 14, 15, 16 и 17) приведены в **приложении Д**.



**Рисисунок 1 - Схема объемов работ по обслуживанию и ремонту электрооборудования в хозяйстве**

**Таблица 6 - Годовое количество технических обслуживаний (ТО), текущих ремонтов (ТР), замен смазок (ЗС) и капитальных ремонтов (КР) электрооборудования в зависимости от места его установки и времени работы в сутки**

Электротехническое оборудование и место его установки	Число часов работы электрооборудования в сутки											
	до 8 час				до 16 час				более 16 час			
	ТО	ТР	ЗС	КР	ТО	ТР	ЗС	КР	ТО	ТР	ЗС	КР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Электрооборудование, сварочные трансформаторы, щиты, сборки, пускорегулирующая аппаратура и прочее электротехническое оборудование:</b>												
- в сырых помещениях с выделением аммиака	24	2	2	0.18	34	2	2	0.25	57	3	3	0.42
- во влажных и сырых помещениях, на открытом воздухе или под навесом	16	2	1	0.14	22	2	1	0.2	37	3	2	0.33
- в пыльных помещениях	7	2	1	0.14	10	2	1	0.2	17	3	2	0.33
- в чистых сухих помещениях с нормальной средой	5	1	1	0.11	7	1	1	0.15	12	2	3	0.25
Электроводонагреватели электродные и котлы электродные паровые	5	1	-	0.3	5	1	-	0.3	5	1	-	0.3
Электроводонагреватели емкостные и проточные (элементные)	5	1	-	0.2	5	1	-	0.2	5	1	-	0.2
Установки электрокалориферные	5	1	-	-	5	1	-	-	5	1	-	-
<b>Электропроводки, щитки, светильники</b>												
- чистые сухие помещения	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-
- сырые, пыльные, загазованные помещения и на открытом воздухе	4	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-
Наземная часть заземляющих устройств (заземляющие магистра-	4	-	-	0,07	4	-	-	0,07	4	-	-	0,07

ли)												
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Продолжение таблицы 6**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Заземляющие устройства	4	-	-	0,07	4	-	-	0,07	4	-	-	0,07
<b>Воздушные линии</b>												
- на деревянных опорах	3	1	-	0,17	3	1	-	0,17	3	1	-	0,17
- на металлических и железобетонных опорах	3	1	-	0,11	3	1	-	0,11	3	1	-	0,11
<b>Кабельные линии</b>	3	1	-	0,08	3	1	-	0,08	3	1	-	0,08
Распределительные устройства подстанций	3	1	-	0,33	3	1	-	0,33	3	1	-	0,33
Силовые трансформаторы подстанций	2	0,33	-	0,14	2	0,33	-	0,14	2	0,33	-	0,14

Примечание. Замена смазки производится во вращающихся электрических машинах мощностью более 70 кВт.

Количество условных ремонтов в год (графы 18, 19, 20, 21) (таблица 3) определяют путем умножения годового количества физических ремонтов (графы 10, 11, 12, 13) на коэффициенты перевода физических ремонтов по группам оборудования (графы 14, 15, 16, 17), на количество (графа 4) и на коэффициент сезонности (графа 7). Общий годовой объем работ по ТО, ТР, ЗС и КР для участка обслуживания или хозяйства определяют в физических и условных ремонтах как сумму объемов работ по электрифицированным объектам (итоги граф 18...21).

В приложении И приведен пример расчета.

### 2.2.2 Расчет затрат труда на техническое обслуживание

Содержание электрооборудования в технически исправном состоянии на протяжении всего амортизационного периода обеспечивается выполнением плановых и внеплановых мероприятий по обслуживанию и ремонту. К плановым мероприятиям относятся технические обслуживания, текущие ремонты, замена смазки и капитальные ремонты.

К внеплановым мероприятиям относится оперативное (дежурное) техническое обслуживание, выполняемое оперативным персоналом.

Годовые затраты для каждого вида работ определяются путем умножения трудоемкости условной единицы ремонта (таблица 7), на количество условных ремонтов соответствующего вида работ. Результаты расчетов удобнее поместить в таблицу 8.

**Таблица 7- Норматив трудоемкости на 1 условную единицу ремонта**

Виды работ	Норматив трудоемкости на 1 условную единицу ремонта, чел.-ч
1	2
Техническое обслуживание	0.50
Текущий ремонт	4.80
Замена смазки	0.25
Капитальный ремонт	12.5

**Таблица 8 - Расчет затрат труда**

№	Объекты хозяйства	Количество условных ремонтов в год, шт				Затраты труда на проведение видов работ, чел.-ч				
		ТО	ТР	ЗС	КР	ТО	ТР	ЗС	КР	ДО
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Отделение 1									
1	Телятник	605,1	67,81	-	10,79	302,7	325,5	-	134,9	94,2

Для удобства составления графиков текущих и капитальных ремонтов, а также графиков ТО следует определить затраты труда по отдельным объектам хозяйства, а не в целом по хозяйству.

В графу 2 заносят объекты хозяйства из таблицы 3. Из этой же таблицы (графы 18-21) заполняют графы 3, 4, 5 и 6, соответственно. Затраты труда на проведение видов работ (графы 7-10) получают путем умножения трудоемкости вида работ таблица 7, на количество условных ремонтов в год на данном объекте (графы 3-6).

Затраты труда на проведение дежурного (оперативного)  $Z_{до}$ , чел.-ч, обслуживания можно определить по формуле

$$Z_{до} = K_d(Z_{то} + Z_{тр} + Z_{зс}), \quad (1)$$

где  $K_d$  - коэффициент долевого участия и затрат труда на дежурное обслуживание,  $K_d = 0.15$ ;

$Z_{то}$ ,  $Z_{тр}$ ,  $Z_{зс}$  – затраты труда на выполнение планируемых ТО, ЗС, ТР, чел.-ч.

### 2.3 Расчет численности персонала ЭТС и распределения его по подразделениям

Общее число электромонтеров  $N$ , чел, для хозяйства определяется по средней норме нагрузки на одного человека:

$$N = \frac{Q}{a}, \quad (2)$$

где  $Q$  - объем работ электротехнической службы в УЕЭ (сумма позиций графы 9 расчетной таблицы 3);

$a = 62,5 \dots 120$  УЕЭ/чел. – средняя норма нагрузки на одного электромонтера в различных районах страны.

В курсовой работе следует принять  $a = 100$  УЕЭ/чел – средняя норма нагрузки на одного электромонтера.

Количество персонала в группах обслуживания и ремонта  $N_{\delta}$ , чел, определяется по формуле:

$$N_{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Z_i}{\hat{O}_{\delta}}, \quad (3)$$

где  $N_x$  – количество персонала в группе;

$Z_i$  – годовые затраты труда на выполнение  $i$ -го вида работ, чел.-ч.

Министерство труда и социального развития рекомендует производить расчет действительного фонда рабочего времени в следующем порядке:

- 1) при пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями в году определяется количество рабочих дней:

$$d_p = d_k - d_n \times 2 - d_n, \quad (4)$$

где  $d_p$  – количество рабочих дней в году;

$d_k$  – количество календарных дней в году;

$d_n$  – количество недель в году;

$d_n$  – количество праздничных дней в году,  $d_n=12$ ;

2) действительный фонд рабочего времени  $\Phi_d$ , час, может быть определен по формуле:

$$\Phi_d = [(d_p - d_o) t - n d_{nn}] \eta_p, \text{ час.} \quad (5)$$

где  $d_o$  – количество отпускных дней в году;

$t$  – средняя продолжительность рабочей смены (при двух выходных днях в неделю – 8,0ч.);

$n$  – число часов, на которое укорочен предпраздничный день, (обычно 1ч);

$d_{nn}$  – количество предпраздничных дней в году;

$\eta_p$  – коэффициент, учитывающий потери рабочего времени по уважительным причинам,  $\eta_p=0,95..0,96$ .

Число электромонтеров в группе дежурного обслуживания  $N_d$ , чел, может быть определено из следующего выражения:

$$N_d = \frac{Z_{ГО} + Z_{ТР} + Z_{ЗС}}{\Phi_d} K_d, \quad (6)$$

где  $K_d$  – коэффициент, учитывающий затраты труда на дежурное обслуживание,  $K_d = 0,15$ .

Зная численность электромонтеров по видам работ  $N$ , чел., можно определить среднегодовое число электромонтеров:

$$N = \sum N_i + N_d, \quad (7)$$

Для учета различных способностей, опыта, квалификации электромонтеров рассчитывают гарантированное число электромонтеров, обеспечивающих выполнение максимально возможного объема работ при

наихудших условиях. Для этого можно воспользоваться выражением, приведенным в [6]:

$$N_r = N(1 + \rho K_a)(1 + \rho K_\phi), \quad (8)$$

где  $N$  – среднегодовое число электромонтеров;

$\rho$  – оценка доверительного интервала изменения случайных величин,

$$\rho = 1 \dots 3;$$

$K_a$  – коэффициент вариации объема работ исполнителей,  $K_a = 0.05 \dots 0.10$ ;

$K_\phi$  – коэффициент вариации производительности исполнителей,

$$K_\phi = 0.07 \dots 0.15;$$

Значения коэффициентов  $K_a$  и  $K_\phi$  определяются по результатам обследования ЭТС. В приближенных расчетах используют формулы нормального распределения случайных величин:

$$K_a = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{6\tau}; \quad (9)$$

$$K_\phi = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{6f}, \quad (10)$$

где  $\tau_{\max}$ ,  $\tau_{\min}$ ,  $\tau$  – наибольшие, наименьшие и средние трудозатраты на ТО (ТР) однотипных электродвигателей одним и тем же исполнителем;  $f_{\max}$ ,  $f_{\min}$ ,  $f$  – наибольший, наименьший и средний расход времени различными исполнителями на ТО (ТР) однотипных электродвигателей.

Значения  $\tau_{\max}$ ,  $\tau_{\min}$ ,  $f_{\max}$ ,  $f_{\min}$  – приведены в задании на курсовую работу.

Окончательное решение о количестве электромонтеров принимают при обосновании структуры ЭТС и оно должно находиться в пределах от  $N$  до  $N_r$ .

Должности руководителей ЭТС определяют согласно данным, приведенным в таблице 9.



**Таблица 9 - Типовые штатные нормативы главного энергетика  
сельскохозяйственных предприятий**

<b>Должность руководителя ЭТС</b>	<b>Нормативы для введения должности</b>
1. Главный энергетик	1 на хозяйство, имеющее электроустановок на более чем 1500 УЕЭ и потребляющее более 1.5 млн. кВт-ч. энергии на производственные цели
2. Старший инженер-энергетик на правах главного	1 на хозяйство, имеющее электроустановок от 1001 до 1500 УЕЭ и потребляющее более 1 млн. кВт-ч энергии на производственные цели
3. Старший инженер-энергетик	1 на хозяйство, имеющее электроустановок от 500 до 1000 УЕЭ и потребляющее более 0.5 млн. кВт-ч эл. энергии на производственные цели
4. Инженер-электрик	1 на хозяйство, имеющее электроустановок от 251 до 500 УЕЭ и потребляющее менее 0.5 млн. кВт-ч эл. Энергии на производственные цели
5. Старший техник-электрик	1 на хозяйство, имеющее электроустановок от 101 до 250 УЕЭ и потребляющее менее 0.5 кВт-ч эл. Энергии на производственные цели

Количество инженерно-технических работников определяют на основании нормативов, приведенных в таблице 10. [2, 6, 18, 19]

**Таблица 10 - Нормативы для определения количества ИТР**

<b>Должность ИТР</b>	<b>Нормативы для введения должности</b>
1. Инженер-электрик	1 должность на каждые 1100 УЕЭ
2. Старший техник-электрик	1 должность на каждые 650 УЕЭ

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев В. А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации: учеб. для сред. спец. учеб. заведений/ В.А. Воробьев. – М.: КолосС, 2004. – 335 с.
2. Ерошенко Г.П., Пястолов А.А. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации электрооборудования: Учеб. пособие для вузов. – М.: ВО Агропромиздат, 1988.
3. Ерошенко Г. П. Эксплуатация энергооборудования сельскохозяйственных предприятий /Г. П. Ерошенко, Ю. А. Медведько, М. А. Таранов. – Ростов-на-Дону, 2001. – 591 с.
4. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ( с изменениями и дополнениями). ПОТ РМ-016-2001. РД-153-34.0-03.150-00: Введ. 01.07.2001; Изм. и доп. введ. 01.07.2003.- СПб.: ДЕАН, 2003. – 205с.
5. Методические указания по допуску в эксплуатацию новых реконструированных электрических и тепловых энергоустановок. – М.: ЭНАС, 2005. – 23 с. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергоатомиздат, 1992.
6. Методические указания по организации эксплуатации энергетического оборудования в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях и организациях / Всерос. науч.-исслед. и проект.-технол. ин-т механизации и электрификации сел. хоз-ва. – М. – зерноград, 1980.
7. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт оборудования перерабатывающих отраслей АПК: справочник. –М.: Росинформагротех, 2005. – 265 с.
8. Определение объемов и стоимостей технического обслуживания и ремонта электрооборудования в хозяйствах: Рекомендации / Всерос. науч.-исслед. и проект.-технол. ин-т механизации и электрификации сел. хоз-ва. – зерноград, 1972.

9. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Госэнергонадзор, 1994.
10. Правила устройства электроустановок, 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1998.
11. Правило безопасности при эксплуатации электроустановок в вопросах и ответах: пособие для изучения и подготовки к проверке знаний/ авт. – сост. В.В. Красник. – Изд. Испр. – М.: ЭНАС, 2005. – 120с.
12. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М: ЭНАС, 2004. – 129 с.
13. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей в вопросах и ответах: Пособие для изучения и подготовки к проверке знаний/ Авт. – сост. В.В. Красник. – М.: ЭНАС, 2004. – 129 с.
14. Павлович С. Н. Ремонт и обслуживание электрооборудования. Спецтехнология: учеб. пособие для проф. тех учебных заведений. – Ростов на Дону.: Феникс, 2002. – 248 с.
15. Ремонтно-обслуживающая база энергетических служб в сельском хозяйстве: Рекомендации / Всерос. науч.-исслед. и проект.-технол. ин-т механизации и электрификации сел. хоз-ва. – зерноград, 1983.
16. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий.- М.: ВИЭСХ, 1993. – 190 с.
17. Сырых Н.Н., Калмыков С.А. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования в сельскохозяйственном производстве.-М.: Росагропромиздат, 1992. – 128 с.
18. Таранов М.А., Хорольский В.Я., Жданов В.Г., Медведко Ю.А. Курсовое проектирование по эксплуатации электрооборудования: учеб. пособие для вузов – зерноград: АЧГАА, 2000. – 61 с.
19. Эксплуатация электрооборудования: учеб. для вузов/ Г.П. Ерошенко [и др.]. – М.: КолосС, 2008. – 343 с.

Лицензия ЛП № 070444 от 11.03.98

Подписано к печати

Тираж 35 экз.

Издательство Иркутской государственной  
сельскохозяйственной академии  
664038, Иркутская обл., Иркутский район,  
пос.Молодежный