

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

*специальности 08.02.09*

*«Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования  
промышленных и гражданских зданий»*

Челябинск  
2022

Методические рекомендации составлены в соответствии с ФГОС СПО 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий и требований работодателей

**ОДОБРЕНА**

Предметной (цикловой) комиссией  
протокол № \_\_\_\_\_  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель ПЦК  
\_\_\_\_\_ С.А.Чиняева

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора  
по НМР

\_\_\_\_\_ Т.Ю. Крашакова  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Составители: Гнетова С.Н. - преподаватель Южно-Уральского государственного технического колледжа

Чиняева С.А. – преподаватель Южно-Уральского государственного технического колледжа

Согласовано: Пережогин А.А. главный инженер ООО "УК ЮУЭМ-два"

## СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения	5
II. Пояснительная записка	6
III. Выбор и порядок закрепления темы дипломного проекта	6
IV. Оформление и составление задания на дипломное проектирование	7
V. Структура и содержание дипломного проекта	7
VI. Основные этапы работы над дипломным проектом	8
VII. Рекомендации по разработке разделов пояснительной записки дипломного проекта	9
1 Введение	9
2 Расчетно-конструкторская часть	9
2.1 Краткая техническая характеристика объекта проектирования и электрооборудования	10
2.2 Выбор рода тока, напряжения и схемы электроснабжения	10
2.3 Расчет освещенности	12
2.3.1 Выбор системы и вида освещения	12
2.3.2 Выбор нормируемой освещенности помещений	14
2.3.3 Выбор типа источника света	15
2.3.4 Выбор светильников	15
2.3.5 Рациональное размещение светильников	15
2.3.6 Порядок светотехнического расчета методом коэффициента использования светового потока с точечными светильниками	15
2.3.7 Порядок светотехнического расчета методом коэффициента использования светового потока с линейными светильниками	17
2.3.8 Порядок светотехнического расчета методом удельной мощности	18
2.4 Расчет электрических нагрузок	21
2.4.1 Расчет электрических нагрузок промышленного предприятия	21
2.4.2 Расчет электрических нагрузок коммунально-бытовых потребителей	25
2.4.3 Расчет электрических нагрузок жилого района в целом	30
2.4.4 Расчет электрических нагрузок общественных зданий	32
2.5 Компенсация реактивной мощности	40
2.6 Выбор числа и мощности трансформаторов подстанции	41
2.7 Определение центра электрических нагрузок	43
2.8 Определение местоположения трансформаторной подстанции	44
2.9 Выбор защитной и коммутационной аппаратуры	45
2.10 Выбор марок и сечений проводников на всех участках электрической сети	49
2.11 Выбор типов распределительных устройств (шинопроводов, распределительных пунктов, шкафов и т.п.)	58
2.12 Расчет токов короткого замыкания	63
2.13 Расчет и выбор питающей линии напряжением выше 1 кВ	67
2.14 Выбор типа трансформаторной подстанции	71
2.15 Выбор электрооборудования трансформаторной подстанции и проверка его на действие токов короткого замыкания	71
2.16 Расчет заземляющего устройства	78
3 Организационно-технологическая часть	88
3.1 Ведомость физических объемов электромонтажных работ	89
3.2 Спецификация на материалы и оборудование	89
3.3 Разработка поставочного комплекта	91
3.4 Перечень изделий и работ МЭЗ	92
3.5 Нормокомплекты механизмов, приспособлений и инструмента	95
3.6 Рекомендации по технологии производства электромонтажных работ (ЭМР)	102
3.7 Требования нормативных документов	102

3.8 Контроль качества выполненных работ	102
4 Экономическая часть	111
4.1 Определение сметной стоимости ЭМР в ценах 2001 года	111
4.1.1 Определение стоимости монтажных работ в ценах 2001 года	111
4.1.2 Определение стоимости материалов не учтенных ценником №8 в ценах 2001 года	111
4.2 Определение сметной стоимости ЭМР в текущих ценах	111
4.2.1 Расчет индекса удорожания электромонтажных работ	112
4.3 План по труду и заработной плате	113
4.3.1 Расчет численного и квалификационного состава бригады	113
4.3.3 Расчет процента сокращения нормативного времени	114
4.3.4 Расчет среднемесячной выработки и среднемесячной заработной планы на одного монтажника	114
4.4 Расчет плановых показателей	115
4.4.1 Расчет плановой себестоимости работ	115
4.4.2 Расчет плановой прибыли и рентабельности	115
4.5 Таблица основных технико-экономических показателей	116
5 Охрана труда	117
УП. Рекомендации по изложению пояснительной записки дипломного проекта	118
УШ. Правила оформления дипломного проекта	119
1 Общие положения	119
2 Требования к текстовым документам, содержащим, в основном, сплошной текст	120
2.1 Построение документа	120
2.2 Изложение текста пояснительной записки и графической части проекта	123
2.3 Оформление иллюстраций и приложений	126
2.4 Построение таблиц	127
2.5 Сноски	131
IX. Рекомендации по подготовке доклада к защите дипломного проекта	132
X. Рекомендации по составлению отзывов и рецензий на дипломный проект	133
XI. Порядок представления и защиты дипломного проекта	133
Список источников	135
Приложение А Основные определения и понятия дисциплины «Экономика отрасли»	136
Приложение Б Титульный лист	140
Приложение В Лист задания на дипломное проектирование	141
Приложение Г Карта оценивания ВКР	143
Приложение Д Карта оценивания защиты ВКР	145

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР) является важнейшим заключительным этапом обучения студентов специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий в колледже и выполняется в виде дипломного проекта.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР) студент должен показать способность и умение применять на практике освоенные знания, практические умения, общие и профессиональные компетенции полученные им в период теоретического обучения, на учебной, производственной практиках в соответствии с ФГОС СПО.

Выпускная квалификационная работа разрабатывается в соответствии со следующими нормативными документами:

1. Закон от 29.12.12. № 273 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий», утвержденным Министерством образования и науки РФ 23.01.2018 г. за №44;
3. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования, утв. приказом Минобрнауки РФ от 14 июня 2013 г. N 464;
4. Устав ГБПОУ «Южно-Уральский государственный технический колледж»;
5. Требованиями по организации выполнения и защиты выпускной квалификационной работы в ГБПОУ «Южно-Уральский государственный технический колледж»;
6. Требования к выпускной квалификационной работе в ГБПОУ «Южно-Уральский государственный технический колледж» (общие).

Дипломное проектирование является одним из видов государственной итоговой аттестации выпускников специальности 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий».

Целью государственной итоговой аттестации является установление соответствия уровня и качества подготовки выпускника Государственному образовательному стандарту среднего профессионального образования в части государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников.

Дипломный проект является важнейшим заключительным этапом обучения студента в колледже и имеет своей целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний студента, углубленное изучение методов монтажа и наладки электрооборудования промышленных и гражданских зданий (в соответствии с темой проекта), развитие расчетно-графических навыков студента, овладение навыками самостоятельного решения производственных задач.

Дипломный проект является выпускной работой студента, на основании которой государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) решает вопрос о присвоении студенту квалификации «техник» по специальности 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий». За принятые в проекте технические решения и за правильность всех вычислений отвечает студент - автор проекта.

## **II. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Настоящее пособие предназначено для студентов-дипломников очной и заочной форм обучения, руководителей, консультантов и рецензентов дипломного проектирования, выполняемого по специальности 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий». Пособие содержит рекомендации и методические указания по выбору и закреплению тем дипломного проектирования, правилам оформления и составления технического задания, структуре, изложению и оформлению материалов пояснительной записки, о порядке защиты дипломного проекта, работе с библиографическими источниками, составлению отзывов и рецензий.

Необходимость написания данного пособия обусловлена тем, что многие студенты-дипломники недостаточно подготовлены к самостоятельной работе над дипломным проектом, не в полной мере обладают навыками грамотного и логичного изложения и оформления материалов проекта, не всегда умеют организовать свой труд по подготовке проекта. В результате этого руководитель затрачивает много времени на объяснения элементарных вопросов и правил, исправление типовых ошибок.

Данное пособие поможет студенту организовать свой труд по выполнению и защите дипломного проекта.

## **III. ВЫБОР И ПОРЯДОК ЗАКРЕПЛЕНИЯ ТЕМЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

При разработке программы Государственной итоговой аттестации определяется тематика выпускных квалификационных работ.

Темы дипломных проектов разрабатываются преподавателями специальности 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий» совместно со специалистами предприятий, заинтересованных в разработке данных тем, и рассматриваются цикловой комиссией специальности. Тема дипломного проекта может быть предложена студентом при условии обоснования им целесообразности ее разработки.

За две недели до начала преддипломной практики директором колледжа подписывается приказ, в котором:

- назначается руководитель дипломного проектирования в группе (старший руководитель);
- назначаются консультанты по различным частям (технической и экономической) дипломного проекта;
- закрепляются тема дипломного проекта и консультанты технической части за каждым студентом с учетом пожеланий преподавателей и студентов;
- назначаются консультант по нормоконтролю и рецензенты дипломных проектов;
- указывается срок выполнения дипломного проекта.

Старший руководитель дипломного проекта проводит общее собрание группы, на котором знакомит студентов с руководителями-консультантами, объявляет темы дипломных проектов, сроки выполнения и другие вопросы проведения дипломного проектирования. Старший руководитель при участии студентов составляет календарный график работы на весь период дипломного проектирования с указанием очередности и сроков выполнения отдельных этапов работы и доводит его до сведения студентов и руководителей-консультантов.

## **IV. ОФОРМЛЕНИЕ И СОСТАВЛЕНИЕ ЗАДАНИЯ НА ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Задание на ДП выдается студенту за две недели до начала преддипломной практики. Задание составляется консультантами по техническим и экономическим частям ДП совместно со студентами по установленной форме, затем согласуется с представителем работодателя и утверждается руководителем ДП и руководителем специальности с указанием срока начала и окончания проектирования.

Название темы ДП, указываемое в задании и на титульном листе пояснительной записки, должно дословно повторяться.

Задание на ДП, кроме фамилии студента и наименования темы, должно включать содержание отдельных частей (вопросы обоснования и выбора технических решений, вопросы технологии работ, конструктивных решений, перечень необходимых расчетов, вопросы техники безопасности), технико-экономическое обоснование, а также перечень обязательных демонстрационных чертежей.

При подборе исходных данных для задания нужно с одной стороны стремиться к их детализации и конкретизации, а с другой оставлять студенту свободу поиска возможных путей решения задачи. Например, в качестве исходных данных могут выступать план здания (отдельного помещения здание), его назначение и характеристика по пожаро- и взрывобезопасности, перечень устанавливаемого электрооборудования и т.д.

Содержание отдельных частей проекта отражает структуру данного дипломного проекта. В расчетно-конструкторской части необходимо обосновать выбор электрооборудования и электротехнических материалов. Организационно-технологическая часть должна отражать новинки в области электромонтажных технологий. В технико-экономических расчетах целесообразно определить сметную стоимость проектируемого объекта, дать сравнительный анализ технико-экономической эффективности различных вариантов решений, рекомендуется проводить расчеты сроков окупаемости.

Количество обязательных демонстрационных чертежей должно быть 3 – 4 листа формата А3. Выбор чертежей должен производиться с учетом последующего составления и изложения доклада при защите ДП.

Сроки окончания работы над проектом устанавливаются с учётом времени, необходимого на окончательную проверку чертежей и пояснительной записки, рецензирования и предварительной защиты.

К составлению задания необходимо относиться внимательно и тщательно, поскольку оно в значительной мере определяет качество ДП и его защиту. Внесение изменений и исправлений в задание, утвержденное заместителем директором по учебной работе, недопустимо. Допускается отступление от задания на дипломное проектирование в случае крайней необходимости с обязательным предварительным согласованием этого изменения с руководителем специальности. Необходимость такого отступления должен отметить руководитель в своём отзыве.

## **V. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Дипломный проект обязательно состоит из пояснительной записки и графической части (демонстрационных чертежей). Также в состав дипломного проекта может быть включена практическая часть (изготовление макетов, планшетов, стендов по дисциплинам специальности, реконструкция электрических сетей и электрооборудования, разработка электронных презентаций дипломных проектов, разработка электронных программ по расчету основных показателей систем электроснабжения и электромонтажного производства).

Пояснительная записка дипломного проекта должна содержать все разделы, необходимые для решения поставленной задачи, в том числе:

- титульный лист (Приложение Б);

- лист задания на дипломное проектирование (Приложение В);
- введение (краткий обзор состояния техники по теме проекта, обоснование выбранного направления работы, цели и задачи, объект и предмет ДП, круг рассматриваемых проблем);
- расчетно-конструкторскую часть с расчетами и обоснованием выбора электрооборудования и электротехнических изделий, с результатами эксперимента (если он проводился);
- организационно-технологическую часть с детальной разработкой технологии электромонтажных работ, ведомостей физических объемов работ; заказов на изготовление и поставку электрооборудования и электротехнических изделий;
- экономическую часть с расчетами основных технико-экономических показателей проектируемого объекта;
- вопросы охраны труда и техники безопасности (по теме ДП);
- заключение;
- список используемых источников;
- приложения.

Приведенный перечень разделов не является обязательным и в зависимости от характера проекта может быть изменён при составлении технического задания.

В разделе **«Расчетно-конструкторская часть»** должны быть показаны преимущества выбранного направления по сравнению с другими и дана мотивированная оценка эффективности решения. Это решение должно опираться на материалы, содержащиеся в предыдущем разделе с учетом требований технического задания на дипломный проект. Кроме этого в раздел должны быть включены исходные данные для расчета, методика расчетов, их результаты и выводы на основе расчетов.

В **«Организационно-технологической части»** проекта должны быть определены объемы выполняемых электромонтажных работ, приведены технологические карты на производство работ с указанием численного и квалификационного состава электромонтажных бригад, определены поставщики электрооборудования, составлены заказы на укрупнение в блоки электротехнического оборудования, эскизы на производство работ в мастерских электромонтажных заготовок.

**Экономическая часть** дипломного проекта должна содержать расчет сметной стоимости проекта и основных технико-экономических показателей проектируемого объекта.

В разделе **«Охрана труда»** должны быть рассмотрены основные вопросы охраны труда при монтаже и наладке электрооборудования.

В **список используемых источников** в алфавитном порядке должны быть включены все источники, использованные при работе над дипломным проектом. Состав списка литературы в значительной степени характеризует глубину и серьезность проработки вопроса. **В тексте записки обязательны ссылки на литературу.**

Приложения даются в конце пояснительной записки по мере необходимости. В них можно вынести: дополнительные материалы по теме проекта, конструкторские документы в виде рабочих чертежей, математические выводы громоздких формул, описание и акты экспериментов и испытаний, распечатки и описания, а также результаты расчетов выполненных с использованием компьютерных программ и т.п.

## УІ. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАБОТЫ НАД ДИПЛОМНЫМ ПРОЕКТОМ

Работу над дипломным проектом можно условно разделить на несколько этапов.

**Первый этап** - предварительное ознакомление с тематикой дипломного проектирования (обычно совпадает с периодом преддипломной практики). На этом этапе студент должен подобрать необходимую литературу по теме дипломного проекта. Обычно необходимый минимум литературы рекомендуют технический и экономический консультанты дипломного проекта. Приступая к работе, студент должен ещё раз внимательно и основательно изучить



разделы учебников, относящиеся к выбранной тематике, и на их базе составить себе общее представление об основных направлениях и особенностях темы. Затем можно перейти к обзору и изучению специальной литературы. Список такой литературы можно составить путем просмотра статей в периодических журналах и сборниках.

*На втором этапе* студент приступает непосредственно к решению конкретных задач дипломного проекта. При этом рекомендуется подробно изучить необходимые разделы предварительно подобранной и просмотренной литературы. При заимствовании материалов из литературных источников, студент должен уметь анализировать сущность и смысл результатов, критически их осмысливать. Это позволит не допустить появления досадных, а иногда и принципиальных ошибок в дипломном проекте, вызванных ошибками или опечатками в источнике или, например, неправильным применением технологий или формы в данных условиях. Методику, ход и результаты решения каждой задачи следует сразу же отражать письменно в виде соответствующих разделов и подразделов пояснительной записки и согласовать их с руководителями дипломного проектирования. Одновременно следует оформлять эскизы рисунков, помещаемых в пояснительную записку и черновики чертежей. К концу этого этапа студент должен получить практически готовый черновик пояснительной записки.

*На третьем этапе*, дополнив черновик пояснительной записки вспомогательным материалом, введением, заключением, списком используемых источников и окончательно согласовав черновик пояснительной записки в целом с руководителями дипломного проектирования, можно приступать к оформлению окончательного, чистого экземпляра дипломного проекта.

В период работы над дипломным проектом студент может обращаться за консультацией к преподавателям специальности 08.02.09, руководителю специальности, заведующей отделением. Консультант по нормоконтролю в процессе дипломного проектирования дает консультации по ГОСТам, оформлению пояснительной записки и графической части. Проверка соответствия пояснительной записки ГОСТ должна начинаться с первых оформленных на чисто листах, после окончательного оформления пояснительной записки и графической части консультант по нормоконтролю также подписывает чертежи и пояснительную записку.

Все консультации по дипломному проектированию проводятся согласно утвержденным графикам консультаций.

Наконец, *заключительный этап* - подготовка доклада к защите дипломного проекта и создание демонстрационной презентации. Содержание презентации должно соответствовать фактическому материалу проекта и помочь студенту логично и четко сделать доклад.

## **УШ. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

### **1 Введение**

Введение должно содержать краткое ознакомление читателя с историей или существом задачи, решаемой в проекте. Во введении могут быть даны основные понятия, термины и определения. Введение должно кратко характеризовать современное состояние поставленной проблемы, решению которой посвящен проект, а также цель работы. Во введении необходимо четко обосновать актуальность и своевременность решения задачи, а также показать возможные области внедрения результатов работы.

Общий объем введения не должен превышать три страницы.

### **2 Расчетно-конструкторская часть**

Данный раздел проекта может содержать следующие подразделы:

1. Краткая техническая характеристика объекта и электрооборудования
2. Выбор рода тока, напряжения и схемы электроснабжения
3. Расчет освещенности
4. Расчет электрических нагрузок
5. Компенсация реактивной мощности
6. Выбор числа и мощности трансформаторов подстанции
7. Определение центра электрических нагрузок
8. Выбор местоположения цеховой трансформаторной подстанции
9. Выбор защитной и коммутационной аппаратуры
10. Выбор марок и сечений проводников на всех участках электрической сети
11. Выбор типов распределительных устройств (магистральных, распределительных и троллейных шинопроводов, распределительных пунктов, шкафов и т.п.)
12. Расчет токов короткого замыкания
13. Расчет и выбор питающей линии напряжением выше 1000 В
14. Выбор типа трансформаторной подстанции
15. Выбор электрооборудования трансформаторной подстанции проверка его на действие токов короткого замыкания
16. Расчет заземляющего устройства

## **2.1 Краткая техническая характеристика объекта проектирования и электрооборудования**

Данный подраздел пояснительной записки выполняется только после расчета остальных разделов дипломного проекта.

В технической характеристике объекта проектирования и электрооборудования должны быть отражены следующие вопросы:

- описание строительной части объекта;
- описание технологического процесса производства;
- характеристика выбранной схемы электроснабжения;
- основные характеристики установленного электрооборудования;
- характеристика кабелей схем внешнего и внутреннего электроснабжения объекта;
- серии, схемы и технические характеристики установленных высоковольтных и низковольтных распределительных устройств;
- типы и технические характеристики компенсирующих устройств;
- тип и основное электрооборудование установленное на трансформаторной подстанции;
- характеристика заземления.

## **2.2 Выбор рода тока, напряжения и схемы электроснабжения**

Род тока и номинальное напряжение сети должны соответствовать паспортным данным электроприемников, подключенным к данной сети.

*Схема цеховой силовой сети* определяется технологическим процессом производства, категорией надежности электроснабжения, взаимным расположением цеховых трансформаторных подстанций (ТП) или ввода питания и электроприемников, их единичной установленной мощностью и размещением по площади цеха. Схема должна быть проста, безопасна и удобна в эксплуатации, экономична, удовлетворять характеристике окружающей среды, обеспечивать применение промышленных методов монтажа.

Схемы внутрицехового электроснабжения могут быть:

- радиальными;
- магистральными;
- смешанными.

Радиальные схемы целесообразно использовать для питания крупных электроприемников и при расположении потребителей электроэнергии в разных направлениях от питающего центра – цеховой ТП или низковольтного распределительного пункта (НРП).

Характерная радиальная схема цеховой сети: от источника питания, например от цеховой ТП, отходят линии, питающие непосредственно мощные электроприемники или отдельные НРП, от которых самостоятельными линиями питаются более мелкие электроприемники.

Магистральные схемы находят широкое применение для питания не только нескольких электроприемников одной технологической линии, но также большого числа сравнительно мелких электроприемников, не связанных единым технологическим процессом. К таким потребителям относятся, например, металлорежущие станки, распределенные по площади цеха сравнительно равномерно. В зависимости от необходимой надежности электроснабжения электроприемников магистральные линии могут иметь одно- или двухстороннее питание.

Для питания электроэнергией большого числа электроприемников сравнительно небольшой мощности, равномерно распределенных по площади цеха, применяются схемы с двумя видами магистральных линий:

- питающими;
- распределительными.

Питающие магистрали (типа ШМА) подключаются к сборным шинам ТП, а распределительные магистрали (типа ШРА) – к питающим магистралям ШМА или непосредственно к сборным шинам ТП.

Только радиальные или магистральные схемы применяются редко. Наибольшее распространение на практике находят смешанные схемы, сочетающие в себе элементы радиальных и магистральных схем.

*Электрические сети жилых и общественных зданий* напряжением до 1 кВ условно делят на питающие и распределительные. Питающей сетью являются линии, идущие от трансформаторной подстанции до ВРУ и от ВРУ до силовых распределительных в силовой сети и до групповых щитков в осветительной сети. Распределительной сетью называют линии, идущие от распределительных пунктов в силовой сети до силовых электроприемников.

Групповой сетью являются:

- линии, идущие от групповых щитков освещения до светильников;
- линии от этажных групповых щитков к электроприемникам квартир жилых домов.

Сети выполняются по радиальной, магистральной и смешанной схеме.

Схемы электрических сетей жилых домов выполняют, исходя из следующего:

- питание квартир и силовых электроприемников, в том числе лифтов, должно, как правило, осуществляться от общих секций ВРУ. Раздельное их питание выполняют только в случаях, когда величины размахов изменения напряжения на зажимах ламп в квартирах при подключении лифтов выше регламентируемых ГОСТ 13109-97 "Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения";

- распределительные линии питания вентиляторов дымоудаления и подпора воздуха, установленных в одной секции, должны быть самостоятельными для каждого вентилятора или шкафа, от которого питаются несколько вентиляторов, начиная от щита противопожарных устройств ВРУ. При этом соответствующие вентиляторы или шкафы, расположенные в разных секциях, рекомендуется питать от одной линии независимо от числа секций, подключенных к ВРУ.

К одной питающей линии разрешается присоединять несколько стояков, при этом в жилых зданиях высотой более пяти этажей на ответвлении к каждому стояку устанавливается отключающий аппарат.

Силовые электроприемники общедомовых потребителей жилых зданий (лифты, насосы, вентиляторы и т.п.), как правило, получают питание от самостоятельной силовой сети, начиная от ВРУ.

*Схемы электроснабжения и электрооборудование общественных зданий* имеют ряд особенностей по сравнению с таковыми жилых зданий:

- значительный удельный вес силовых электроприемников;
- специфические режимы работы этих электроприемников;
- другие требования к освещению ряда помещений;
- возможность встраивания трансформаторных подстанций в некоторые из общественных зданий.

Распределение электроэнергии в общественных зданиях производится по радиальным или магистральным схемам.

Для питания электроприемников большой мощности (крупные холодильные машины, электродвигатели насосных, крупные вентиляционные камеры и др.) применяют радиальные схемы. При равномерном размещении электроприемников небольшой мощности по зданию применяют магистральные схемы.

В общественных зданиях рекомендуется питающие линии силовых и осветительных сетей выполнять раздельными. Как и в жилых зданиях, на вводах питающих сетей в здание устанавливают ВРУ с аппаратом защиты, управления и учета электроэнергии, а в крупных зданиях с измерительными приборами. На вводах обособленных потребителей (торговые предприятия, отделения связи и др.) устанавливают дополнительные отдельные аппараты управления.

## 2.3 Расчет освещенности

Исходными данными для светотехнического расчета являются:

- характеристика помещения;
- размеры помещения;
- расположение оборудования (рабочих мест);
- коэффициенты отражения освещаемых поверхностей.

Светотехнический расчет включает в себя:

- выбор системы и вида освещения;
- выбор нормируемой освещенности помещений;
- выбор типа источников света;
- выбор светильников;
- рациональное размещение светильников;
- расчет методом коэффициента использования светового потока;
- расчет методом удельной мощности;
- определение суммарной мощности освещения.

### 2.3.1 Выбор системы и вида освещения

По Правилам устройства электроустановок освещение делят на три системы.

**Общее освещение** – освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению электрооборудования (общее локализованное освещение).

**Местное освещение** – освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах.

**Комбинированное освещение** – освещение, при котором к местному освещению добавляется местное.

Согласно СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» на рисунке 1 приведена классификация видов искусственного освещения.

**Рабочее освещение** – освещение, обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий.

Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта.

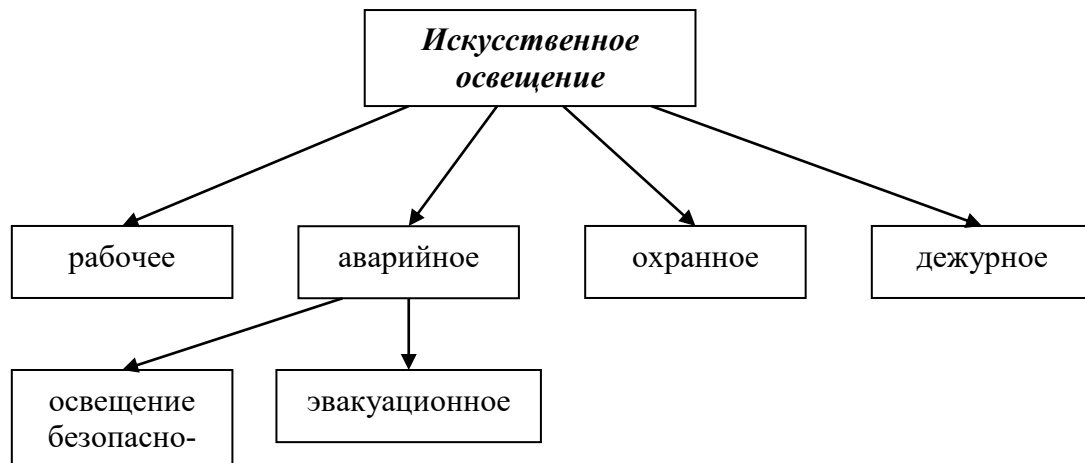


Рисунок 1 – Виды электроосвещения

**Аварийное освещение** – обеспечивает условия видения, необходимые для временного продолжения деятельности персонала или для безопасного выхода людей из помещения в случае погасания светильников рабочего освещения.

Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

**Освещение безопасности** – освещение для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения.

Освещение безопасности следует предусматривать в случаях, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать:

- взрыв, пожар, отравление людей;
- длительное нарушение технологического процесса;
- нарушение работы таких объектов, как электрические станции, узлы радио- и телевизионных передач и связи, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работ и т.д.

Освещение безопасности должно создавать на рабочих поверхностях в производственных помещениях и на территории предприятий, требующих обслуживания при отключении рабочего освещения, наименьшую освещенность в размере 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территорий предприятий. При этом создавать наименьшую освещенность внутри зданий более 30 лк при разрядных лампах и более 10 лк при лампах накаливания допускается только при наличии соответствующих обоснований.

**Эвакуационное освещение** – освещение для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении нормального освещения.

Эвакуационное освещение в помещениях или в местах производства работ вне зданий следует предусматривать:

- в местах, опасных для прохода людей;
- в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей, при числе эвакуирующихся более 50 чел.;

- по основным проходам производственных помещений, в которых работает более 50 чел.;

- в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при аварийном отключении нормального освещения связан с опасностью травматизма из-за продолжения работы производственного оборудования;

- в помещениях общественных и вспомогательных зданий промышленных предприятий, если в помещении могут одновременно находиться более 100 чел.;

- в производственных помещениях без естественного света.

Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц:

- в помещениях – 0,5 лк;

- на открытых территориях – 0,2 лк.

Светильники освещения безопасности в помещениях могут использоваться для эвакуационного освещения.

Для аварийного освещения (освещения безопасности и эвакуационного) следует применять:

- лампы накаливания;

- люминесцентные лампы – в помещениях с минимальной температурой воздуха не менее 5° С и при условии питания ламп во всех режимах напряжением не ниже 90% номинального;

- разрядные лампы высокого давления при условии их мгновенного или быстрого повторного зажигания как в горячем состоянии после кратковременного отключения питающего напряжения, так и в холодном состоянии.

**Охранное освещение** (при отсутствии специальных технических средств охраны) должно предусматриваться вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время. Освещенность должна быть не менее 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли на одной стороне вертикальной плоскости, перпендикулярной линии границ.

При использовании для охраны специальных технических средств освещенность следует принимать по заданию на проектирование охранного освещения.

Для охранного освещения могут использоваться любые источники света, за исключением случаев, когда охранное освещение нормально не горит и автоматически включается от действия охранной сигнализации или других технических средств. В таких случаях должна применяться лампа накаливания.

**Дежурное освещение** – освещение в нерабочее время.

Область применения, величины освещенности, равномерность и требования к качеству для дежурного освещения не нормируются.

### 2.3.2 Выбор нормируемой освещенности помещений

Нормы освещенности при использовании рабочего освещения и примерные типы используемых источников света приведены в СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» и СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий».

Нормируемое значение освещенности  $E_n$ , лк, иногда следует повышать или понижать по сравнению со значениями, указанными в выше указанных нормативных документах.

Это следует сделать с помощью ступеней следующей шкалы освещенностей:

0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000 лк.

Для ламп накаливания нормируемая освещенность снижается на две ступени.

### 2.3.3 Выбор типа источника света

Выбор типа источника света выполняется исходя из их экономичности, правильной передачи цветов освещаемых объектов и удобства эксплуатации.

Для освещения промышленных помещений применяются разрядные источники света (люминесцентные лампы, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ). В случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения разрядных ламп допускается использование ламп накаливания. Применение ксеноновых ламп типа ДКсТ внутри помещений допускается в виде исключения, только по согласованию с органами здравоохранения.

В последнее время широкое применение находят энергоэкономичные – ЭЛЛ, компактные – КЛЛ и тонкие – ТЛЛ люминесцентные лампы.

Номинальные данные источников света представлены в таблицах 61.3, 61.7, 61.9, 61.10, 61.11 [6.17].

### 2.3.4 Выбор светильников

Светильники выбираются в соответствии с типом источника света, с учетом требований к его светораспределению (рисунок 61.9, таблица 61.28 [6.17]), степени защиты по условиям среды, ограничению ослепленности, экономичности установки в целом.

Основные типы светильников представлены в таблице 61.16 [6.17] или каталогов электротехнической продукции. Для выбранных светильников необходимо указать номинальные данные, по рисунку определить габариты светильника и высоту его подвеса.

### 2.3.5 Рациональное размещение светильников

При системе общего освещения применяется равномерное и локализованное размещение светильников.

Наилучшими вариантами равномерного размещения являются шахматное и по сторонам квадрата (расстояние между светильниками в ряду и между рядами равны).

При равномерном размещении люминесцентных светильников их размещают рядами – параллельно рядам оборудования или длинной стороне с окнами.

В зависимости от рационального размещения светильников светотехнический расчет делится на расчет:

- с точечными светильниками;
- с линейными светильниками.

### 2.3.6 Порядок светотехнического расчета методом коэффициента использования светового потока с точечными светильниками

Высота подвеса светильника над рабочей поверхностью  $H_p$ , м, определяется по формуле:

$$H_p = H - h_p - h_c \quad (1)$$

где  $H$  – высота помещения, м;

$h_p$  – высота рабочей поверхности, м;

$h_c$  – высота подвеса светильника от потолка, м.

Расстояние между рядами светильников  $L$ , м, в соответствии с кривой силы света светильника (КСС) находится по формуле:

$$L = \alpha \cdot H_p \quad (2)$$

где  $\alpha$  - коэффициент, определяемый по таблице 61.29 [6.17].

Расстояние от стены до светильника  $L_c$ , м, определяется по формуле:

$$L_c = (0,3 \div 0,5)L \quad (3)$$

где 0,3 – если вблизи стен имеются рабочие места;

0,5 – если между стеной и рабочей поверхностью есть проход.

Количество рядов светильников в помещении  $N_b$ , шт, определяется по формуле:

$$N_b = \frac{B - 2 \cdot L_c}{L} + 1 \quad (4)$$

где  $B$  – ширина помещения, м.

Число светильников в ряду  $N_a$ , шт, определяется по формуле:

$$N_a = \frac{A - 2 \cdot L_c}{L} + 1 \quad (5)$$

где  $A$  – длина помещения, м.

Общее количество светильников в помещении  $N$ , шт, определяется по формуле:

$$N = N_a \cdot N_b \quad (6)$$

Индекс помещения  $\varphi$  определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)} \quad (7)$$

Коэффициент запаса  $k_z$  принимается по таблице 61.24 [6.17].

Коэффициенты отражения потолка и стен принимаются по таблице 61.33 [6.17], коэффициенты отражения рабочей поверхности обычно принимаются 0,1 или 0,3.

Коэффициент использования светового потока  $k_{\text{и}}$  принимается по таблице 61.32 [6.17].

Требуемый световой поток светильника  $\Phi_{\text{св}}$ , лм, определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{св}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot k_z \cdot z \cdot S}{N \cdot k_{\text{и}}} \quad (8)$$

где  $z$  - коэффициент неравномерности освещения – для точечных источников света равен 1,15;

$S$  - площадь помещения, м<sup>2</sup>.

По найденному световому потоку светильника  $\Phi_{\text{св}}$  по таблицам 61.3, 61.7, 61.9, 61.10, 61.11 [6.17] необходимо подобрать номинальный световой поток лампы  $\Phi_{\text{л}}$ , учитывая условие:



$$0,9\Phi_{\text{св}} \leq \Phi_{\text{л}} \leq 1,1\Phi_{\text{св}} \quad (9)$$

Исходя из номинального светового потока лампы  $\Phi_{\text{л}}$  определяется номинальная мощность одной лампы  $P_{\text{л}}$ , Вт, по таблицам 61.3, 61.7, 61.9, 61.10, 61.11 [6.17].

Общая потребляемая мощность осветительной установки в данном помещении  $\Sigma P$ , кВт, определяется по формуле:

$$\Sigma P = N \cdot n \cdot P_{\text{л}} \quad (10)$$

где  $n$  - количество ламп в светильнике, шт.

На основании расчетов представленных выше выполняется план размещения светильников.

### 2.3.7 Порядок светотехнического расчета методом коэффициента использования светового потока с линейными светильниками

Высота подвеса светильника над рабочей поверхностью  $H_p$ , м, определяется по формуле (1).

Расстояние между рядами светильников  $L$ , м, в соответствии с кривой силы света светильника (КСС) находится по формуле (2).

Расстояние от стены до светильника  $L_c$ , м, определяется по формуле (3).

Количество рядов светильников в помещении  $N_b$ , шт, определяется по формуле (4).

Индекс помещения  $\varphi$  определяется по формуле (7).

Коэффициент запаса  $k_z$  принимается по таблице 61.24 [6.17].

Коэффициенты отражения потолка и стен принимаются по таблице 61.33 [6.17], коэффициенты отражения рабочей поверхности обычно принимаются 0,1 или 0,3.

Коэффициент использования светового потока  $k_{\text{и}}$  принимается по таблице 61.32 [6.17].

Для линейных люминесцентных светильников принимается коэффициент неравномерности освещения  $z=1,1$ .

Требуемый световой поток ряда светильников  $\Phi_{\text{ряда}}$ , лм, определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{ряда}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot k_z \cdot z \cdot S}{N_b \cdot k_{\text{и}}} \quad (11)$$

Принимается количество ламп  $n$ , номинальная мощность одной лампы  $P_{\text{л}}$  и номинальный световой поток лампы  $\Phi_{\text{л}}$  по таблицам 61.3, 61.7, 61.9, 61.10, 61.11 [6.17].

Количество светильников в ряду  $N_a$ , шт, определяется по формуле:

$$N_a = \frac{\Phi_{\text{ряда}}}{\Phi_{\text{л}} \cdot n} \quad (12)$$

Общая потребляемая мощность осветительной установки в данном помещении  $\Sigma P$ , кВт, определяется по формуле:

$$\Sigma P = N_a \cdot N_b \cdot n \cdot P_{\text{л}} \quad (13)$$

На основании расчетов представленных выше выполняется план размещения светильников.

### 2.3.8 Порядок светотехнического расчета методом удельной мощности

Расчет выполняется по форме Ф636-90 (таблица 1)

Исходные данные для расчета заполняются на основании задания на дипломное проектирование (графа 1) и согласно справочным материалам (графы 5 и 6).

При этом:

В графе 1 указывается характер нагрузки «Освещение» и ее характеристика:

- удельная мощность осветительной нагрузки  $P_{уд}$ , Вт/м<sup>2</sup>, принимается по таблицам 61.34, 61.35 [6.16];
- площадь помещения  $F$ , м<sup>2</sup>, рассчитывается по заданному плану проектируемого объекта;
- тип ламп, принимаемый согласно п.2.3.4 данных рекомендаций.

Номинальная (установленная) мощность осветительной нагрузки  $P_{ном.о.}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{ном.о.} = \frac{P_{уд} F}{1000} \quad (14)$$

В графе 5 указывается коэффициент спроса осветительной нагрузки  $k_{с.о.}$ , определяемый по таблице 2 в зависимости от номинальной мощности освещения.

В графе 6 указывается коэффициент мощности осветительной нагрузки ( $\cos\varphi/tg\varphi$ ) в зависимости от типа ламп:

- люминесцентные с компенсированными ПРА - 0,95 / 0,33
- люминесцентные с некомпенсированными ПРА - 0,5 / 1,73
- ртутные (ДРЛ) - 0,57 / 1,44
- накаливания - 1 / 0

Определяется средняя активная мощность осветительной нагрузки (графа 7):

$$P_{с.о.} = k_{с.о.} P_{ном.о.} \quad (15)$$

Определяется средняя реактивная мощность осветительной нагрузки (графа 8):

$$Q_{с.о.} = P_{с.о.} tg\varphi \quad (16)$$

Определяется коэффициент потерь в ПРА  $k_n$  в зависимости от типа ламп (графа 10):

- люминесцентные - 1,2
- ДРЛ, ДРИ и ДнаТ до 400 Вт включительно - 1,1
- ДРЛ, ДРИ и ДнаТ более 400 Вт - 1,05
- накаливания - 1,0

Определяется расчетная активная мощность (графа 11):

$$P_{р.о.} = k_n P_{с.о.} \quad (17)$$

Таблица 1 – Форма Ф636-90

Исходные данные						Средняя мощность		Эффективное число ЭП $\sum n_{\Sigma}$	Коэффициент расчетной нагрузки $K_p$	Расчетная мощность			Расчетный ток $I_p, A$
по заданию технологов				по справочным данным		активная $P_c, кВт$	реактивная $Q_c, квар$			активная $P_p, кВт$	реактивная $Q_p, квар$	полная $S_p, кВА$	
наименование характерных категорий ЭП, подключаемых к узлу питания	количество ЭП $n, шт.$	номинальная (установленная) мощность, кВт		коэффициент использования $K_{и}$	коэффициент мощности $\cos \varphi / \text{tg } \varphi$								
		одного ЭП $P_{нмин} \div P_{нмак}$	общая $P_{ном}$										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Таблица 2 – Значения коэффициента спроса осветительных нагрузок  $K_{с.о.}$

Организации, учреждения и предприятия	Коэффициенты спроса $K_{с.о.}$ при установленной мощности электрического освещения, кВт						
	до 5	6 – 10	11 – 15	16 – 25	26 – 50	51 – 100	101 – 200
<ul style="list-style-type: none"> <li>• предприятия общественного питания</li> <li>• детские ясли-сад</li> <li>• учебно-производственные мастерские профтехучилищ</li> </ul>	1,0	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65
<ul style="list-style-type: none"> <li>• организации и учреждения управления</li> <li>• общеобразовательные школы</li> <li>• специальные учебные заведения</li> <li>• учебные здания профтехучилищ</li> <li>• предприятия бытового обслуживания</li> </ul>	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7
<ul style="list-style-type: none"> <li>• проектные конструкторские организации</li> <li>• предприятия торговли</li> </ul>	1,0	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
<ul style="list-style-type: none"> <li>• гостиницы</li> </ul>	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• небольшие производственные здания</li> </ul>	1,0						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• производственные здания, состоящие из отдельных крупных пролетов</li> </ul>	0,95						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• производственные здания, состоящие из многих отдельных помещений</li> </ul>	0,85						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• складские помещения, РУ и подстанции</li> </ul>	0,6						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• наружное и аварийное освещение</li> </ul>	1,0						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• линии групповой осветительной сети</li> </ul>	1,0						

Определяется расчетная реактивная мощность (графа 12):

$$Q_{p.o.} = Q_{c.o.} \quad (18)$$

Полная расчетная мощность осветительной нагрузки (графа 13) определяется по формуле:

$$S_{p.o.} = \sqrt{P_{p.o.}^2 + Q_{p.o.}^2} \quad (19)$$

Полный расчетный ток осветительной нагрузки (графа 14):

$$I_{p.o.} = \frac{S_{p.o.}}{\sqrt{3}U_{ном.о.}} \quad (20)$$

## 2.4 Расчет электрических нагрузок

В данном подразделе дипломного проекта необходимо определить расчетную нагрузку узлов питания схемы электроснабжения.

### 2.4.1 Расчет электрических нагрузок промышленного предприятия

Расчет электрических нагрузок выполняется методом упорядоченных диаграмм.

**Порядок расчета силовых электрических нагрузок:**

1. Расчет выполняется по форме ф636-90 (таблица 1).
2. Расчет электрических нагрузок электроприемников напряжением до 1 кВ производится для каждого узла питания (распределительный пункт, шкаф, сборка, распределительный шинопровод, щит станций управления, троллеи, магистральный шинопровод, цеховая трансформаторная подстанция), а также по цеху, корпусу, в целом.
3. Исходные данные (графы 1÷6) заполняются на основании полученных от технологов, сантехников и др. таблиц-заданий на проектирование электротехнической части (графы 1÷4) и согласно справочным материалам (графы 5, 6), в которых приведены значения коэффициентов использования и реактивной мощности для индивидуальных электроприемников.

При этом:

- 3.1 Все электроприемники группируются по характерным категориям с одинаковыми  $k_n$  и  $\text{tg } \varphi$  независимо от мощности электроприемников. В каждой строке указываются электроприемники одной характерной категории.
- 3.2 Резервные электроприемники, ремонтные сварочные трансформаторы и другие ремонтные электроприемники, а также электроприемники, работающие кратковременно (пожарные насосы, задвижки, вентили и т.п.), при определении расчетной мощности не учитываются. В графах 2 и 4 указываются мощности *рабочих электроприемников*.
- 3.3 В графе 3 указываются минимальная и максимальная мощности электроприемников одной характерной категории электроприемников.
- 3.4 Для многодвигательных электроприводов учитываются все одновременно работающие электродвигатели данного привода. Если в числе этих двигателей имеются одновременно включаемые (с идентичным режимом работы), то они учитываются в расчете как один электроприемник с номинальной мощностью, равной сумме номинальных мощностей одновременно работающих двигателей.
- 3.5 Для электродвигателей с повторно-кратковременным режимом работы **не производится** приведение их номинальной мощности к длительному режиму ( $P_B = 100 \%$ ).

3.6 При включении однофазного электроприемника на фазное напряжение он учитывается в графе 2 как эквивалентный трехфазный электроприемник с номинальной мощностью:

$$P_{\text{ном}} = 3p_{\text{ном.о.ф}} \quad (14)$$

где  $p_{\text{ном.о.ф}}$  – активная мощность однофазного электроприемника, кВт.

При включении однофазного электроприемника на линейное напряжение он учитывается как эквивалентный трехфазный электроприемник с номинальной мощностью:

$$P_{\text{ном}} = \sqrt{3}p_{\text{ном.о.ф}} \quad (15)$$

3.7 При наличии группы однофазных электроприемников, которые распределены по фазам с неравномерностью не выше 15 % по отношению к общей мощности трехфазных и однофазных электроприемников в группе, они могут быть представлены в расчете как эквивалентная группа трехфазных электроприемников той же суммарной номинальной мощности.

В случае превышения указанной неравномерности номинальная мощность эквивалентной группы трехфазных электроприемников принимается равной тройному значению мощности наиболее загруженной фазы.

3.8 При наличии в справочных материалах интервальных значений  $\kappa_{\text{и}}$  следует для расчета принимать наибольшее значение.

4. В графах 7 и 8 определяются средние активные и реактивные мощности каждой характерной категории электроприемников:

$$P_c = \kappa_{\text{и}} P_{\text{ном}} \quad (16)$$

$$Q_c = P_c \operatorname{tg} \varphi \quad (17)$$

5. На этом расчет электрических нагрузок характерной категории электроприемников заканчивается.

6. Далее расчет производится для узла питания.

7. В графе 1 указывается наименование узла питания (согласно плану размещения электрооборудования).

8. В графе 2 записывается общее количество электроприемников, подключенных к данному узлу питания.

9. В графе 3 указываются минимальная и максимальная мощности электроприемников данного узла питания.

10. Общая номинальная мощность узла питания (графа 4) равна арифметической сумме общих номинальных мощностей всех характерных категорий узла питания.

11. Определяются суммарные значения средней активной и реактивной мощности (графа 7 и 8):

$$\sum P_c = \sum_1^m P_{\text{н}} \cdot \kappa_{\text{и}} \quad (18)$$

$$\sum Q_c = \sum_1^m P_c \operatorname{tg} \varphi \quad (19)$$

где  $m$  – число характерных категорий электроприемников узла питания.

12. Определяется средневзвешенный коэффициент использования узла питания

$$K_{\text{и}} = \frac{\sum P_{\text{с}}}{\sum P_{\text{ном}}} \quad (20)$$

Значение  $K_{\text{и}}$  заносится в графу 5 итоговой строки.

13. Определяется эффективное число электроприемников по формуле:

$$n_{\text{э}} = \frac{2\sum P_{\text{ном}}}{P_{\text{max}}} \quad (21)$$

где  $P_{\text{max}}$  – номинальная мощность наиболее мощного электроприемника, кВт.

Если найденное по этой формуле число  $n_{\text{э}}$  окажется больше  $n$ , то следует принимать  $n_{\text{э}} = n$ . В случае, если  $r_{\text{нmax}}/r_{\text{нmin}} \leq 3$ , также принимается  $n_{\text{э}} = n$ . Результат заносится в графу 9.

**Внимание!** В таблицу расчета электрических нагрузок может быть записано только целое число  $n_{\text{э}}$ .

14. В зависимости от средневзвешенного коэффициента использования и эффективного числа электроприемников определяется коэффициент расчетной нагрузки  $k_{\text{р}}$  (таблицы 3 и 4).

15. Определяется средневзвешенный коэффициент реактивной мощности (графа 6):

$$\text{tg } \varphi = \frac{\sum Q_{\text{с}}}{\sum P_{\text{с}}} \quad (22)$$

16. Расчетная активная мощность узла питания напряжением до 1 кВ (графа 11) определяется в зависимости от средней активной мощности  $P_{\text{р}}$  и соответствующего значения  $k_{\text{р}}$ :

$$P_{\text{р}} = P_{\text{с}} k_{\text{р}} \quad (23)$$

1. Расчетная реактивная мощность (графа 12) определяется следующим образом:

17.1 Для питающих сетей напряжением до 1 кВ в зависимости от  $n_{\text{э}}$ :

$$\text{если } n_{\text{э}} \leq 10, \text{ то } Q_{\text{р}} = 1,1 Q_{\text{с}} \quad (24)$$

$$\text{если } n_{\text{э}} > 10, \text{ то } Q_{\text{р}} = Q_{\text{с}} \quad (25)$$

17.2 Для магистральных шинопроводов и на шинах цеховых трансформаторных подстанций, а также при определении реактивной мощности в целом по цеху, корпусу, предприятию:

$$Q_{\text{р}} = k_{\text{р}} Q_{\text{с}} \quad (26)$$

2. Определяется полная расчетная мощность узла питания (графа 13):

$$S_{\text{р}} = \sqrt{P_{\text{р}}^2 + Q_{\text{р}}^2} \quad (27)$$

3. Значение токовой расчетной нагрузки узла питания, по которой выбирается сечение линии по допустимому нагреву, определяется по выражению:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_{\text{НОМ}}} \quad (28)$$

Значение  $I_p$  заносится в графу 14 итоговой строки.

Таблица 3 – Значение коэффициентов расчетной нагрузки  $k_p$  для питающих сетей напряжением до 1 кВ

П <sub>э</sub>	Коэффициент использования								
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
1	8	5,3	4	2,67	2	1,6	1,33	1,14	1,0
2	6,22	4,33	3,39	2,45	1,98	1,6	1,33	1,14	1,0
3	4,05	2,89	2,31	1,74	1,45	1,34	1,22	1,14	1,0
4	3,24	2,35	1,91	1,47	1,25	1,21	1,12	1,06	1,0
5	2,84	2,09	1,72	1,35	1,16	1,16	1,08	1,03	1,0
6	2,64	1,96	1,62	1,28	1,14	1,13	1,06	1,01	1,0
7	2,49	1,86	1,54	1,23	1,12	1,1	1,04	1,0	1,0
8	2,37	1,78	1,48	1,19	1,1	1,08	1,02	1,0	1,0
9	2,27	1,71	1,43	1,16	1,09	1,07	1,01	1,0	1,0
10	2,18	1,65	1,39	1,13	1,07	1,05	1,0	1,0	1,0
11	2,11	1,61	1,35	1,1	1,06	1,04	1,0	1,0	1,0
12	2,04	1,56	1,32	1,08	1,05	1,03	1,0	1,0	1,0
13	1,99	1,52	1,29	1,06	1,04	1,01	1,0	1,0	1,0
14	1,94	1,49	1,27	1,05	1,02	1,0	1,0	1,0	1,0
15	1,89	1,46	1,25	1,03	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
16	1,85	1,43	1,23	1,02	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
17	1,81	1,41	1,21	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
18	1,78	1,39	1,19	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
19	1,75	1,36	1,17	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	1,72	1,35	1,16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
21	1,69	1,33	1,15	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
22	1,67	1,31	1,13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
23	1,64	1,3	1,12	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
24	1,62	1,28	1,11	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25	1,6	1,27	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
30	1,51	1,27	1,05	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
35	1,44	1,16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
40	1,4	1,13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
45	1,35	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50	1,3	1,07	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
60	1,25	1,03	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
70	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
80	1,16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
90	1,13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0



Таблица 4 – Значение коэффициентов расчетной нагрузки  $k_p$  для шин НН цеховых трансформаторов и магистральных шинопроводов напряжением до 1 кВ

$P_{\Sigma}$	Коэффициент использования $K_{и}$							
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7 и более
1	6	5,33	4	2,67	2	1,6	1,33	1,14
2	5,01	3,44	2,69	1,9	1,52	1,24	1,11	1,0
3	2,94	2,17	1,8	1,42	1,23	1,14	1,08	1,0
4	2,28	1,73	1,46	1,19	1,06	1,04	1,0	0,97
5	1,31	1,12	1,02	1,0	0,98	0,96	0,94	0,93
6÷8	1,2	1,0	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
9÷10	1,1	0,97	0,91	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
10÷25	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85	0,85	0,9	0,9
25÷50	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,8	0,85	0,85
более 50	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7	0,75	0,8	0,8

## 2.4.2 Расчет электрических нагрузок коммунально-бытовых потребителей

Расчетную нагрузку групповых сетей освещения общедомовых помещений жилых зданий (лестничных клеток, вестибюлей, технических этажей и подполий, подвалов, чердаков, колясочных и т.д.), а также жилых помещений общежитий следует определять по светотехническому расчету с коэффициентом спроса, равным 1.

Расчетная нагрузка питающих линий, вводов и на шинах РУ-0,4 кВ ТП от электроприемников квартир  $P_{кв}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{кв} = P_{кв.уд} \cdot \pi \quad (29)$$

где  $P_{кв.уд}$  - удельная нагрузка электроприемников квартир, принимаемая по таблице 5 в зависимости от числа квартир, присоединенных к линии (ТП), типа кухонных плит, кВт/квартиру. Удельные электрические нагрузки установлены с учетом того, что расчетная неравномерность нагрузки при распределении ее по фазам трехфазных линий и вводов не превышает 15 %;

$\pi$  - количество квартир, присоединенных к линии (ТП).

Расчетная нагрузка питающих линий, вводов и на шинах РУ-0,4 кВ ТП от электроприемников квартир повышенной комфортности  $P_{р.кв}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{р.кв} = P_{кв} \cdot \pi \cdot K_o \quad (30)$$

где  $P_{кв}$  - нагрузка электроприемников квартир повышенной комфортности, кВт;

$\pi$  - количество квартир, шт;

$K_o$  - коэффициент одновременности для квартир повышенной комфортности (определяется по таблице 6).

Таблица 5 - Удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир жилых зданий, кВт/квартиру

№ п.п.	Потребители электроэнергии	Удельная расчетная электрическая нагрузка при количестве квартир													
		1-5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
1	Квартиры с плитами на природном газе <sup>1</sup>	4,5	2,8	2,3	2	1,8	1,65	1,4	1,2	1,05	0,85	0,77	0,71	0,69	0,67
	На сжиженном газе (в том числе при групповых установках и на твердом топливе)	6	3,4	2,9	2,5	2,2	2	1,8	1,4	1,3	1,08	1	0,92	0,84	0,76
	Электрическими, мощностью 8,5 кВт	10	5,1	3,8	3,2	2,8	2,6	2,2	1,95	1,7	1,5	1,36	1,27	1,23	1,19
2	Летние домики на участках садовых товариществ	4	2,3	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,76	0,69	0,61	0,58	0,54	0,51	0,46

<sup>1</sup> В зданиях по типовым проектам.

**Примечания:**

1. Удельные расчетные нагрузки для числа квартир, не указанного в таблице, определяются путем интерполяции.
2. Удельные расчетные нагрузки квартир учитывают нагрузку освещения общедомовых помещений (лестничных клеток, подполий, технических этажей, чердаков и т.д.), а также нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования (щитки противопожарных устройств, автоматики, учета тепла и т.п., зачистные устройства мусоропроводов, подъемники для инвалидов).
3. Удельные расчетные нагрузки приведены для квартир средней общей площадью 70 м<sup>2</sup> (квартиры от 35 до 90 м<sup>2</sup>) в зданиях по типовым проектам.
4. Расчетную нагрузку для квартир с повышенной комфортностью следует определять в соответствии с заданием на проектирование или в соответствии с заявленной мощностью и коэффициентами спроса и одновременности (таблицы 6 и 7).
5. Удельные расчетные нагрузки не учитывают покомнатное расселение семей в квартире.
6. Удельные расчетные нагрузки не учитывают общедомовую силовую нагрузку, осветительную и силовую нагрузку встроенных (пристроенных) помещений общественного назначения, нагрузку рекламы, а также применение в квартирах электрического отопления, электроводонагревателей и бытовых кондиционеров (кроме элитных квартир).
7. Для определения при необходимости значения утреннего или дневного максимума нагрузок следует применять коэффициенты: 0,7 - для жилых домов с электрическими плитами и 0,5 - для жилых домов с плитами на газообразном и твердом топливе.
8. Электрическую нагрузку жилых зданий в период летнего максимума нагрузок можно определить, умножив значение нагрузки зимнего максимума на коэффициенты: 0,7 - для квартир с плитами на природном газе; 0,6 - для квартир с плитами на сжиженном газе и твердом топливе и 0,8 - для квартир с электрическими плитами.
9. Расчетные данные, приведенные в таблице, могут корректироваться для конкретного применения с учетом местных условий. При наличии документированных и утвержденных в установленном порядке экспериментальных данных расчет нагрузок следует производить по ним.
10. Нагрузка иллюминации мощностью до 10 кВт в расчетной нагрузке на вводе в здание учитываться не должна.

Таблица 6 - Коэффициенты спроса для квартир повышенной комфортности

Заявленная мощность, кВт	до 14	20	30	40	50	60	70 и более
Коэффициент спроса	0,8	0,65	0,6	0,55	0,5	0,48	0,45

Таблица 7 - Коэффициенты одновременности для квартир повышенной комфортности  $K_o$

Характеристика квартир	$K_o$ при числе квартир												
	1-5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600 и более
С электроплитами	1	0,51	0,38	0,32	0,29	0,26	0,24	0,2	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11

Расчетная нагрузка питающих линий, вводов и на шинах РУ-0,4 кВ ТП от общего освещения общежитий коридорного типа определяется с учетом коэффициента спроса  $K_c$ , принимаемого в зависимости от установленной мощности светильников  $P_y$ , приведенной в таблице 8.

Таблица 8 – Коэффициенты спроса  $K_c$  для общего освещения общежитий

$P_y$ , кВт	до 5 кВт	свыше 5 до 10 кВт	свыше 10 до 15 кВт	свыше 15 до 25 кВт	свыше 25 до 50 кВт	свыше 50 до 100 кВт	свыше 100 до 200 кВт	свыше 200 кВт
$K_c$	1,0	0,9	0,85	0,8	0,7	0,65	0,6	0,55

Расчетная нагрузка  $P_{р.р.}$ , кВт, групповых и питающих линий от электроприемников, подключаемых к розеткам в общежитиях коридорного типа, определяется по формуле:

$$P_{р.р.} = P_{уд.} \cdot p_p \cdot K_{о.р.} \quad (31)$$

где  $P_{уд.}$  - удельная мощность на 1 розетку, при числе розеток до 100 принимаемая 0,1, св. 100- 0,06 кВт;

$p_p$  - число розеток, шт;

$K_{о.р.}$  - коэффициент одновременности для сети розеток, определяемый в зависимости от числа розеток по таблице 9.

Таблица 9 – Коэффициент одновременности для сети розеток  $K_{о.р.}$

Кол-во розеток	до 10	свыше 10 до 20	свыше 20 до 50	свыше 50 до 100	свыше 100 до 200	свыше 200 до 400	свыше 400 до 600	свыше 600
$K_{о.р.}$	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,35

Расчетная нагрузка питающих линий  $P_{р.пл.}$ , кВт, вводов и на шинах РУ-0,4 кВ ТП от бытовых напольных электрических плит общежитий коридорного типа определяется по формуле:

$$P_{р.пл.} = P_{пл.} \cdot p_{пл.} \cdot K_{с.пл.} \quad (32)$$

где  $P_{пл.}$  - установленная мощность электроплиты, кВт;

$p_{пл.}$  - число электроплит;

$K_{с.пл.}$  - коэффициент спроса, определяемый в зависимости от числа присоединенных плит, должен приниматься по таблице 10.

Таблица 10 – Коэффициент спроса бытовых напольных плит  $K_{с.пл}$

Количество плит, шт	1	2	20	100	200
$K_{с.пл}$	1	0,9	0,4	0,2	0,15

Примечание:

1. Коэффициенты спроса даны для электроплит с четырьмя конфорками. При определении коэффициента спроса для плит с тремя конфорками число плит следует учитывать с коэффициентом 0,75 числа установленных плит, с двумя - с коэффициентом 0,5.
2. Определение коэффициента спроса для числа плит, не указанного выше, производится интерполяцией.

Расчетная нагрузка вводов и на шинах 0,4 кВ ТП при смешанном питании от них общего освещения, розеток, кухонных электрических плит и помещений общественного назначения в общежитиях коридорного типа определяется как сумма расчетных нагрузок питающих линий, умноженная на 0,75. При этом расчетная нагрузка питающих линий освещения общедомовых помещений определяется с учетом примечания 3 к таблице 5.

Расчетная нагрузка линии питания лифтовых установок  $P_{р.л}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{р.л} = K_{с.л} \cdot \sum_1^{n_{л}} P_{лi} \quad (33)$$

где  $K_{с.л}$  - коэффициент спроса, определяемый по таблице 11 в зависимости от количества лифтовых установок и этажности зданий;

$n_{л}$  - число лифтовых установок, питаемых линией;

$P_{лi}$  - установленная мощность электродвигателя  $i$ -го лифта по паспорту, кВт.

Таблица 11 – Коэффициент спроса лифтовых установок  $K_{с.л}$

№ п.п.	Число лифтовых установок	$K_{с.л}$ для домов высотой, этажей	
		до 12	12 и более
1.	2 – 3	0,8	0,9
2.	4 – 5	0,7	0,8
3.	6	0,65	0,75
4.	10	0,5	0,6
5.	20	0,4	0,5
6.	25 и более	0,35	0,4

Примечание - Коэффициент спроса для числа лифтовых установок, не указанных в таблице, определяется интерполяцией.

Расчетная нагрузка линий питания электродвигателей санитарно-технических устройств определяется по их установленной мощности с учетом коэффициента спроса, принимаемого по таблице 12.

Мощность резервных электродвигателей, а также электроприемников противопожарных устройств и уборочных механизмов при расчете электрических нагрузок питающих линий и вводов в здание не учитывается, за исключением тех случаев, когда она определяет выбор защитных аппаратов и сечений проводников.

Для расчета линий питания одновременно работающих электроприемников противопожарных устройств  $K_c$  принимается равным 1. При этом следует учитывать одновременную работу вентиляторов дымоудаления и подпора воздуха, расположенных только в одной секции.

Таблица 12 – Коэффициент спроса электродвигателей санитарно-технических устройств

№ п.п.	Удельный вес установленной мощности работающего санитарно-технического и холодильного оборудования, включая системы кондиционирования воздуха в общей установленной мощности работающих силовых электроприемников, %	$K_c$ при числе электроприемников <sup>1</sup>										
		2	3	5	8	10	15	20	30	50	100	200
1	100-85	1 (0,8)	0,9 (0,75)	0,8 (0,7)	0,75	0,7	0,65	0,65	0,6	0,55	0,55	0,5
2	84-75	-	-	0,75	0,7	0,65	0,6	0,6	0,6	0,55	0,55	0,5
3	74-50	-	-	0,7	0,65	0,65	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,45
4	49-25	-	-	0,65	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,45	0,45
5	24 и менее	-	-	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,45	0,45	0,4

<sup>1</sup> В скобках приведены коэффициенты спроса для электродвигателей единичной мощностью св. 30 кВт.

**Примечания**  
 1 Определение коэффициента спроса для числа присоединенных электроприемников, не указанного в таблице, производится интерполяцией.  
 2 В установленную мощность резервные электроприемники не включаются.

Расчетная активная нагрузка жилого дома (квартир и силовых электроприемников)  $P_{р.ж.д}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{р.ж.д} = P_{кв} + 0,9 \cdot P_c \quad (34)$$

где  $P_{кв}$  - расчетная нагрузка электроприемников квартир, кВт;

$P_c$  - расчетная нагрузка силовых электроприемников, кВт.

Расчетная реактивная нагрузка жилого дома  $Q_{р.ж.д}$ , квар, определяется по формуле:

$$Q_{р.ж.д} = P_{кв} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{кв} + 0,9 \cdot P_c \cdot \operatorname{tg} \varphi_c \quad (35)$$

где  $\operatorname{tg} \varphi_{ж.д}$  - коэффициенты мощности, характеризующие нагрузку квартир;

$\operatorname{tg} \varphi_c$  - коэффициенты мощности, характеризующие нагрузку общедомовых электроприемников.

Питающие линии электроприемников жилых зданий и соответствующие им коэффициенты мощности приводятся ниже:

квартиры с электрическими плитами.....	0,98
то же, с бытовыми кондиционерами воздуха.....	0,93
квартиры с плитами на природном, сжиженном газе и твердом топливе.....	0,96
то же, с бытовыми кондиционерами воздуха.....	0,92
общего освещения в общежитиях коридорного типа.....	0,95

хозяйственных насосов, вентиляционных установок  
и других санитарно-технических устройств..... 0,8  
лифтов..... 0,65

Коэффициент мощности распределительной линии, питающей один электродвигатель, следует принимать по его каталожным данным.

Полную расчетную нагрузку жилого дома  $S_{ж.д.}$ , кВА, определяется по формуле:

$$S_{ж.д.} = \frac{P_{кв}}{\cos\varphi_{ж.д.}} + \frac{0,9 \cdot \sum P_{кв}}{\cos\varphi_c} \quad (36)$$

где  $\cos\varphi_{ж.д.}$  - коэффициенты мощности, характеризующие нагрузку квартир;

$\cos\varphi_c$  - коэффициенты мощности, характеризующие нагрузку общедомовых электроприемников.

При наличии в жилом доме встроенного предприятия или учреждения нагрузка жилого дома  $\sum P_{ж.д.}$ , кВт, определяется по формуле:

$$\sum P_{ж.д.} = P_{ж.д.} + K \cdot P_{общ.} \quad (37)$$

где  $K$  - коэффициент, принимаемый по таблице 13.

Расчетную нагрузку питающей линии (трансформаторной подстанции) при смешанном питании потребителей различного назначения (жилых домов и общественных зданий или помещений)  $P_p$ , кВт, определяют по формуле:

$$P_p = P_{зд.макс} + K_1 P_{зд1} + K_2 P_{зд2} + \dots + K_{п} P_{здп} \quad (38)$$

где  $P_{зд.макс}$  - наибольшая из нагрузок зданий, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВт;

$P_{зд1} \dots P_{здп}$  - расчетные нагрузки всех зданий, кроме здания, имеющего наибольшую нагрузку  $P_{зд.макс}$ , питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВт;

$K_1 \dots K_{п}$  - коэффициенты, учитывающие долю электрических нагрузок общественных зданий (помещений) и жилых домов (квартир и силовых электроприемников) в наибольшей расчетной нагрузке  $P_{зд.макс}$ , принимаемые по таблице 13.

### 2.4.3 Расчет электрических нагрузок жилого района в целом

Расчетную мощность жилого района определяют по расчетным активным и реактивным нагрузкам потребителей с учетом расчетной нагрузки освещения территории жилого района.

Полная расчетная мощность жилого района  $S_p$ , кВА, определяется по формуле:

$$S_p = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n P_{pi} + \sum_{i=1}^n P_{po}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n Q_{pi} + \sum_{i=1}^n Q_{po}\right)^2} \quad (39)$$

где  $\sum_{i=1}^n P_{pi}$  - суммарная силовая активная нагрузка жилого района, кВт;

Таблица 13 – Коэффициенты несовпадения максимумов

Здания (помещения) с наибольшей расчетной нагрузкой	Коэффициенты несовпадения максимумов															
	Жилые дома с плитами		Предприятия общественного питания		Средние учебные заведения, библиотеки	Общеобразовательные школы, профессионально-технические училища	Организации и учреждения управления, проектные и конструкторские организации, учреждения финансирования и кредитования	Предприятия торговли		Гостиницы	Парикмахерские	Детские ясли-сады	Поликлиники	Ателье и комбинаты бытового обслуживания	Предприятия коммунального обслуживания	Кинотеатры
	электрическими	на твердом и газообразном топливе	столовые	рестораны, кафе				односменные	полупуторасменные, двухсменные							
Жилые дома с плитами:																
электрическими	-	0,9	0,6	0,7	0,6	0,4	0,6	0,6	0,8	0,7	0,8	0,4	0,7	0,6	0,7	0,9
на твердом и газообразном топливе	0,9	-	0,6	0,7	0,5	0,3	0,4	0,5	0,8	0,7	0,7	0,4	0,6	0,5	0,5	0,9
Предприятия общественного питания (столовые, кафе и рестораны)	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5
Общеобразовательные школы, средние учебные заведения, профессионально-технические училища, библиотеки	0,5	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Предприятия торговли (односменные и полупуторасменные)	0,5	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Организации и учреждения управления, проектные и конструкторские организации, учреждения финансирования и кредитования	0,5	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,5
Гостиницы	0,8	0,8	0,6	0,8	0,4	0,3	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,4	0,7	0,5	0,7	0,9
Поликлиники	0,5	0,4	0,8	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Ателье и комбинаты бытового обслуживания, предприятия коммунального обслуживания	0,5	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Кинотеатры	0,9	0,9	0,4	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,8	0,7	0,8	0,2	0,4	0,4	0,5	-
Примечания																
1 При нескольких нагрузках, имеющих равное или близкое к равному наибольшее значение, расчет следует выполнять относительно той нагрузки, при которой $P_p$ получается наибольшим.																
2 Для гаражей, автостоянок и тепловых пунктов жилого дома с электрическими и газовыми плитами коэффициент участия в максимуме нагрузки равен 0,9.																

$\sum_{i=1}^n P_{po}$  - суммарная расчетная активная нагрузка осветительных приемников (территории жилого района), кВт;

$\sum_{i=1}^n Q_{pi}$  - суммарная силовая реактивная нагрузка жилого района, кВар;

$\sum_{i=1}^n Q_{po}$  - суммарная расчетная реактивная нагрузка осветительных приемников (территории жилого района), кВар.

#### 2.4.4 Расчет электрических нагрузок общественных зданий

Коэффициент спроса для расчета нагрузок рабочего освещения питающей сети и вводов общественных зданий следует принимать по таблице 14.

Коэффициент спроса для расчета групповой сети рабочего освещения, распределительных и групповых сетей эвакуационного и аварийного освещения зданий, освещения витрин и световой рекламы следует принимать равным 1.

Коэффициент спроса для расчета электрических нагрузок линий, питающих постановочное освещение в залах, клубах и домах культуры, следует принимать равным 0,35 для регулируемого освещения эстрады и 0,2 - для нерегулируемого.

Расчетная электрическая нагрузка линий, питающих розетки  $P_{p.p.}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{p.p.} = K_{c.p.} \cdot P_{y.p.} \cdot n \quad (40)$$

где  $K_{c.p.}$  - расчетный коэффициент спроса, принимаемый по таблице 15;

$P_{y.p.}$  - установленная мощность розетки, принимаемая 0,06 кВт (в том числе для подключения оргтехники);

$n$  - число розеток.

При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетная нагрузка  $P_{p.o.}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{p.o.} = P'_{p.o.} + P_{p.p.} \quad (41)$$

где  $P'_{p.o.}$  - расчетная нагрузка линий общего освещения, кВт;

$P_{p.p.}$  - расчетная нагрузка розеточной сети, кВт.

Расчетная нагрузка силовых питающих линий и вводов  $P_{p.c.}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{p.c.} = K_c \cdot P_{yc.} \quad (42)$$

где  $K_c$  - расчетный коэффициент спроса;

$P_{yc.}$  - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных), кВт.

Коэффициенты спроса для расчета нагрузки вводов, питающих и распределительных линий силовых электрических сетей общественных зданий определяются по таблице 16.



Таблица 14 - Коэффициент спроса для расчета нагрузок рабочего освещения питающей сети и вводов общественных зданий  $K_{с.о}$

№ п.п.	Организации, предприятия и учреждения	$K_{с.о}$ в зависимости от установленной мощности рабочего освещения, кВт								
		до 5	10	15	25	50	100	200	400	свыше 500
1	Гостиницы, спальные корпуса и административные помещения санаториев, домов отдыха, пансионатов, турбаз, оздоровительных лагерей	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,35	0,3	0,3
2	Предприятия общественного питания, детские ясли-сады, учебно-производственные мастерские профтехучилищ	1	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,5
3	Организации и учреждения управления, учреждения финансирования, кредитования и государственного страхования, общеобразовательные школы, специальные учебные заведения, учебные здания профтехучилищ, предприятия бытового обслуживания, торговли, парикмахерские	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6
4	Проектные, конструкторские организации, научно-исследовательские институты	1	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65
5	Актовые залы, конференц-залы (освещение зала и президиума), спортзалы	1	1	1	1	1	1	-	-	-
6	Клубы и дома культуры	1	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65	0,55	-	-
7	Кинотеатры	1	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6	0,5	-	-

Примечание - Коэффициент спроса для установленной мощности рабочего освещения, не указанной в таблице, определяется интерполяцией.

Расчетная нагрузка питающих линий технологического оборудования и посудомоечных машин предприятий общественного питания и пищеблоков  $P_{р.с.}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{р.с.} = P_{р.пм} + 0,65 \cdot P_{р.т.} > P_{р.т.} \quad (43)$$

где  $P_{р.пм}$  - расчетная нагрузка посудомоечных машин, кВт, определяемая с учетом коэффициента спроса, который принимается по таблице 19;

$P_{р.т.}$  - расчетная нагрузка технологического оборудования, кВт, определяемая с учетом коэффициента спроса, который принимается по таблице 17.

Суммарная расчетная нагрузка питающих линий и силовых вводов предприятий общественного питания  $P_{р.с.}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{p.c.} = P_{p.t.} + 0,6 \cdot P_{p.c.t.} \quad (44)$$

где  $P_{p.c.t.}$  - расчетная нагрузка линий сантехнического оборудования или холодильных машин, определяемая с коэффициентом спроса, который принимается по позиции 1 таблицы 18 и примечанию 2 к таблице 17.

Таблица 15 – Расчетный коэффициент спроса линий, питающих розетки  $K_{c.p.}$

№ п.п.	Организации, предприятия и учреждения	$K_{c.p.}$		
		групповые сети	питающие сети	вводы зданий
1	Организации и учреждения управления, проектные и конструкторские организации, научно-исследовательские институты, учреждения финансирования, кредитования и государственного страхования, общеобразовательные школы, специальные учебные заведения, учебные здания профтехучилищ	1	0,2	0,1
2	Гостиницы <sup>1</sup> , обеденные залы ресторанов, кафе и столовых, предприятия бытового обслуживания, библиотеки, архивы	1	0,4	0,2

<sup>1</sup> При отсутствии стационарного общего освещения в жилых комнатах гостиниц расчет электрической нагрузки розеточной сети, предназначенной для питания переносных светильников (например, напольных), следует выполнять в соответствии со следующими требованиями:

1. Коэффициент спроса для расчета нагрузок рабочего освещения питающей сети и вводов общественных зданий следует принимать по таблице 14.
2. Коэффициент спроса для расчета групповой сети рабочего освещения, распределительных и групповых сетей эвакуационного и аварийного освещения зданий, освещения витрин и световой рекламы следует принимать равным 1.

Таблица 16 - Коэффициенты спроса для расчета нагрузки вводов, питающих и распределительных линий силовых электрических сетей общественных зданий  $K_c$

№ п.п.	Линии к силовым электроприемникам	$K_c$ принимается при числе работающих электроприемников	
		до 3	свыше. 5
1	Технологического оборудования предприятий общественного питания, пищеблоков в общественных зданиях	по таблице 17 и по (44)	по таблице 17 и по (44)
2	Механического оборудования предприятий общественного питания, пищеблоков общественных зданий другого назначения, предприятий торговли	по поз. 1 таблицы 12	по поз. 1 таблицы 12
3	Посудомоечных машин	по таблице 18	-
4	Зданий (помещений) управления, проектных и конструкторских организаций (без пищеблоков), гостиниц (без ресторанов), продовольственных и промтоварных магазинов, общеобразовательных школ, специальных учебных заведений и профессионально-технических училищ (без пищеблоков)	по таблице 12	по таблице 12
5	Сантехнического и холодильного оборудования, холодильных установок систем кондиционирования воздуха	по поз. 1 таблицы 12	по поз. 1 таблицы 12

Продолжение таблицы 16

№ п.п.	Линии к силовым электроприемникам	K <sub>c</sub> принимается при числе работающих электроприемников	
		до 3	свыше. 5
6	Пассажирских и грузовых лифтов, транспортеров	по (33) и таблице 11	по (33) и таблице 11
7	Кинотехнологического оборудования	по *)	по *)
8	Электроприводы сценических механизмов	0,5	0,2
9	Вычислительных машин (без технологического кондиционирования)	0,5	0,4
10	Технологического кондиционирования вычислительных машин	По поз. 1 таблицы 12	По поз. 1 таблицы 12
11	Металлообрабатывающих и деревообрабатывающих станков в мастерских	0,5	0,2
12	Множительной техники, фотолабораторий	0,5	0,2
13	Лабораторного и учебного оборудования общеобразовательных школ, профессионально-технических училищ, средних специальных учебных заведений	0,4	0,15
14	Учебно-производственных мастерских профессионально-технических училищ, общеобразовательных школ и специальных учебных заведений	0,5	0,2
15	Технологического оборудования парикмахерских, ателье, мастерских, комбинатов бытового обслуживания, предприятий торговли, медицинских кабинетов	0,6	0,3
16	Технологического оборудования фабрик химчистки и прачечных	0,7	0,5
17	Руко- и полотенцесушителей	0,4	0,15
Примечания			
1 Расчетная нагрузка должна быть не менее мощности наибольшего из электроприемников.			
2 Коэффициент спроса для одного электроприемника следует принимать равным 1.			

В расчетную нагрузку кинотехнологического оборудования конференц-залов и актов-ных залов следует включать мощность одного наибольшего кинопроекторного аппарата с его выпрямительной установкой и мощность работающей звукоусилительной аппаратуры с коэффициентом спроса, равным 1. Если в кинопроекторной установлена аппаратура для нескольких форматов экрана, то в расчетную нагрузку должна включаться аппаратура наибольшей мощности.\*)

Расчетную нагрузку силовых вводов предприятий общественного питания при предприятиях, организациях и учреждениях, предназначенных для обслуживания лиц, постоянно работающих в учреждении, а также при учебных заведениях следует определять по формуле (44) с коэффициентом 0,7.

Нагрузку распределительных линий электроприемников уборочных механизмов для расчета сечений проводников и уставок защитных аппаратов следует, как правило, принимать равной 9 кВт при напряжении 380/220 В и 4 кВт при напряжении 220 В. При это установленную мощность одного уборочного механизма, присоединяемого к трехфазной розетке с защитным контактом, следует принимать равной 4,5 кВт, а к однофазной - 2 кВт.

Мощность электроприемников противопожарных устройств, резервных электродвигателей и уборочных механизмов при расчете электрических нагрузок общественных зданий

определяется аналогично расчету данных типов электроприемников установленных в жилых домах.

Расчетная электрическая нагрузка распределительных и питающих линий лифтов, подъемников и транспортеров определяется по формуле (33).

Расчетная электрическая нагрузка конференц-залов и актов залов во всех элементах сети зданий определяется по наибольшей из нагрузок - освещения зала и президиума, кинотехнологии или освещения эстрады.

Таблица 17 – Коэффициенты спроса технологического оборудования  $K_c$

Количество электроприемников теплового оборудования предприятий общественного питания и пищеблоков, подключенных к данному элементу сети	2	3	5	8	10	15	20	30	от 60 до 100	свыше 120
$K_c$ для технологического оборудования	0,9	0,85	0,75	0,65	0,6	0,5	0,45	0,4	0,3	0,25
<p><b>Примечания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. К технологическому оборудованию следует относить: тепловое (электрические плиты, мармиты, сковороды, жарочные и кондитерские шкафы, котлы, кипятивильники, фритюрницы и т.п.); механическое (тестомяльные машины, универсальные приводы, хлеборезки, вибросты, коктейлевзбивалки, мясорубки, картофелечистки, машины для резки овощей и т.п.); мелкое холодильное (шкафы холодильные, бытовые холодильники, низкотемпературные прилавки и тому подобные устройства единичной мощностью менее 1 кВт); лифты, подъемники и прочее оборудование (кассовые аппараты, радиоаппаратура и т.п.).</li> <li>2. Коэффициенты спроса для линий, питающих отдельно механическое или холодильное, или сантехническое оборудование, а также лифты, подъемники и т.п., принимаются по таблице 16.</li> <li>3. Мощность посудомоечных машин в максимуме нагрузок на вводах не учитывается.</li> <li>4. Определение коэффициента спроса для числа присоединенных электроприемников, не указанных в таблице, производится интерполяцией.</li> </ol>										

Таблица 18 – Коэффициенты спроса посудомоечных машин  $K_c$

Количество посудомоечных машин	1	2	3
Коэффициент спроса $K_c$	$\frac{1}{0,65}$	$\frac{0,9}{0,6}$	$\frac{0,85}{0,55}$
<p><b>Примечание</b> - В числителе приведены значения <math>K_c</math> для посудомоечных машин, работающих от сети холодного водоснабжения, в знаменателе - от горячего водоснабжения.</p>			

Расчетную электрическую нагрузку силовых вводов общественных зданий (помещений), относящихся к одному комплексу, но предназначенных для потребителей различного функционального назначения (например, учебных помещений и мастерских ПТУ, специальных учебных заведений и школ; парикмахерских, ателье, ремонтных мастерских КБО; общественных помещений и вычислительных центров и т.п.), следует принимать с коэффициентом несовпадения максимумов их нагрузок, равным 0,85. При этом суммарная расчетная нагрузка должна быть не менее расчетной нагрузки наибольшей из групп потребителей.

Расчетная нагрузка питающих линий и вводов в рабочем и аварийном режимах при совместном питании силовых электроприемников и освещения  $P_p$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_p = K(P_{p.o.} + P_{p.c.} + K_1 P_{p.x.c.}) \quad (45)$$

где  $K$  - коэффициент, учитывающий несовпадение расчетных максимумов нагрузок силовых электроприемников, включая холодильное оборудование и освещение, принимаемый по таблице 19;

$K_1$  - коэффициент, зависящий от отношения расчетной нагрузки освещения к нагрузке холодильного оборудования холодильной станции, принимаемый по примечанию 3 к таблице 19;

$P_{p.o.}$  - расчетная нагрузка освещения, кВт;

$P_{p.c.}$  - расчетная нагрузка силовых электроприемников без холодильных машин систем кондиционирования воздуха, кВт;

$P_{p.x.c.}$  - расчетная нагрузка холодильного оборудования систем кондиционирования воздуха, кВт.

Таблица 19 – Коэффициент несовпадения расчетных максимумов нагрузок силовых электроприемников  $K$

№ п.п.	Здания	Коэффициент $K$ при отношении расчетной нагрузки освещения к силовой, %		
		от 20 до 75	св. 75 до 140	св. 140 до 250
1	Предприятия торговли и общественного питания, гостиницы	0,9(0,85)	0,85(0,75)	0,9(0,85)
2	Общеобразовательные школы, специальные учебные заведения, профтехучилища	0,95	0,9	0,95
3	Детские ясли-сады	0,85	0,8	0,85
4	Ателье, комбинаты бытового обслуживания, химчистки с прачечными самообслуживания, парикмахерские	0,85	0,75	0,85
5	Организации и учреждения управления, финансирования и кредитования, проектные и конструкторские организации	0,95(0,85)	0,9(0,75)	0,95(0,85)
<p>Примечания</p> <p>1. При отношении расчетной осветительной нагрузки к силовой до 20 и св. 250 % коэффициент <math>K</math> следует принимать равным 1.</p> <p>2. В скобках приведен коэффициент <math>K</math> для зданий и помещений с кондиционированием воздуха.</p> <p>3. Коэффициент <math>K_1</math> при отношении расчетной нагрузки освещения к расчетной нагрузке холодильного оборудования холодильной станции, %:</p> <p>1 ..... до 15  0,8 ..... 20  0,6 ..... 50  0,4 ..... 100  0,2 ..... св. 150.</p> <p>4. Коэффициент спроса для промежуточных соотношений определяется интерполяцией. В расчетной нагрузке не учитываются нагрузки помещений без естественного освещения.</p>				

Расчетную электрическую нагрузку общежитий профессионально-технических училищ, средних учебных заведений и школ-интернатов следует принимать с учетом ее участия в расчетной нагрузке учебного комплекса - с коэффициентом, равным 0,2 и определять в соответствии с требованиями к расчету электрических нагрузок жилых зданий (п.2.4.2 данных рекомендаций)

Коэффициент мощности для расчета силовых сетей общественных зданий рекомендуется принимать по таблице 20.

Таблица 20 – Коэффициент мощности общественных зданий  $\cos\varphi$

Здания и сооружения	Коэффициент мощности
Предприятия общественного питания: полностью электрифицированные	0,98
частично электрифицированные (с плитами на газообразном и твердом топливе)	0,95
Продовольственные и промтоварные магазины	0,85
Ясли-сады:	
с пищеблоками	0,98
без пищеблоков	0,95
Общеобразовательные школы:	
с пищеблоками	0,95
без пищеблоков	0,9
Фабрики-химчистки с прачечными самообслуживания	0,75
Учебные корпуса профессионально-технических училищ	0,9
Учебно-производственные мастерские по металлообработке и деревообработке	0,6
Гостиницы:	
без ресторанов	0,85
с ресторанами	0,9
Здания и учреждения управления, финансирования, кредитования и государственного страхования, проектные и конструкторские организации	0,85
Парикмахерские и салоны-парикмахерские	0,97
Ателье, комбинаты бытового обслуживания	0,85
Холодильное оборудование предприятий торговли и общественного питания, насосов, вентиляторов и кондиционеров воздуха при мощности электродвигателей, кВт:	
до 1	0,65
от 1 до 4	0,75
свыше 4	0,85
Лифты и другое подъемное оборудование	0,65
Вычислительные машины (без технологического кондиционирования воздуха)	0,65
Коэффициенты мощности для расчета сетей освещения следует принимать с лампами:	
люминесцентными	0,92
накаливания	1,0
ДРЛ и ДРИ с компенсированными ПРА	0,85
то же, с некомпенсированными ПРА	0,3 - 0,5
газосветных рекламных установок	0,35 - 0,4

Применение светильников с люминесцентными лампами с некомпенсированными ПРА в общественных зданиях не допускается, кроме одноламповых светильников мощностью до 30 Вт, имеющих коэффициент мощности 0,5. При совместном питании линейей разрядных ламп и ламп накаливания коэффициент мощности определяется с учетом суммарных активных и суммарных реактивных нагрузок.

Расчетную нагрузку питающей линии (трансформаторной подстанции) при смешанном питании потребителей различного назначения (жилых домов и общественных зданий или помещений)  $P_p$ , кВт, определяют по формуле (38).

Ориентировочные расчеты электрических нагрузок общественных зданий допускается выполнять по укрупненным удельным электрическим нагрузкам, приведенным в таблице 21.

Таблица 21 – Укрупненные удельные электрические нагрузки общественных зданий

№ п.п.	Здание	Единица измерения	Удельная нагрузка
<i>Предприятия общественного питания</i>			
	Полностью электрифицированные с количеством посадочных мест:		
1	до 400	кВт/место	1,04
2	св. 400 до 1000	То же	0,86
3	« 1000	»	0,75
	Частично электрифицированные (с плитами на газообразном топливе) с количеством посадочных мест:		
4	до 400	»	0,81
5	св. 400 до 1000	»	0,69
6	« 1000	»	0,56
<i>Продовольственные магазины</i>			
7	Без кондиционирования воздуха	кВт/м <sup>2</sup> торгового зала	0,23
8	С кондиционированием воздуха	То же	0,25
<i>Промтоварные магазины</i>			
9	Без кондиционирования воздуха	»	0,14
10	С кондиционированием воздуха	»	0,16
<i>Общеобразовательные школы</i>			
11	С электрифицированными столовыми и спортзалами	кВт/1 учащегося	0,25
12	Без электрифицированных столовых, со спортзалами	То же	0,17
13	С буфетами, без спортзалов	»	0,17
14	Без буфетов и спортзалов	»	0,15
15	Профессионально-технические училища со столовыми	»	0,46
16	Детские ясли-сады	кВт/место	0,46
<i>Кинотеатры и киноконцертные залы</i>			
17	С кондиционированием воздуха	То же	0,14
18	Без кондиционирования воздуха	»	0,12
19	Клубы	»	0,46
20	Парикмахерские	кВт/рабочее место	1,5
<i>Здания или помещения учреждений управления, проектных и конструкторских организаций</i>			
21	С кондиционированием воздуха	кВт/м <sup>2</sup> общей площади	0,054
22	Без кондиционирования воздуха	То же	0,043
<i>Гостиницы</i>			
23	С кондиционированием воздуха	кВт/место	0,46
24	Без кондиционирования воздуха	То же	0,34
25	Дома отдыха и пансионаты без кондиционирования воздуха	»	0,36
26	Фабрики химчистки и прачечные самообслуживания	кВт/кг вещей	0,075
27	Детские лагеря	кВт/м <sup>2</sup> жилых помещений	0,023

**Примечания**

1. Поз. 1 - 6 гр. 4 - удельная нагрузка не зависит от наличия кондиционирования воздуха.

2. Поз. 15, 16 гр. 4 - нагрузка бассейнов и спортзалов не учтена.
3. Поз. 21, 22, 25, 27 гр. 4 - нагрузка пищеблоков не учтена. Удельную нагрузку пищеблоков следует принимать как для предприятий общественного питания с учетом количества посадочных мест, рекомендованного нормами для соответствующих зданий.
4. Поз. 23, 24 гр. 4 - удельную нагрузку ресторанов при гостиницах следует принимать как для предприятий общественного питания открытого типа.
5. Для предприятий общественного питания при числе мест, не указанном в таблице, удельные нагрузки определяются интерполяцией.

## 2.5 Компенсация реактивной мощности

На электрических станциях генераторы электрической энергии вырабатывают одновременно активную и реактивную мощности, передаваемые по электрическим сетям потребителям. Одна часть потребителей – электроприемников для своей работы потребляет из сети чисто активную мощность (электрические лампы накаливания, нагревательные приборы, печи сопротивления и т.п.). У этих электроприемников ток совпадает по фазе с приложенным напряжением. Другая часть, с наличием в цепи индуктивного сопротивления, в процессе работы потребляет не только активную, но и реактивную мощность, необходимую для создания электромагнитных полей (электродвигатели, сварочные и силовые трансформаторы и т.д.). У этих электроприемников ток отстает от приложенного напряжения на некоторый угол  $\varphi$ , называемый *углом сдвига фаз*. Косинус этого угла ( $\cos \varphi$ ) называют *коэффициентом мощности цепи*.

Снижая потребление приемниками реактивной мощности можно:

1. уменьшить установленную мощность генератора;
2. уменьшить трансформаторную мощность подстанций;
3. увеличить пропускную способность системы электроснабжения без увеличения сечения токоведущих частей.

Различают два вида компенсации реактивной мощности:

1. естественная (без установки специальных устройств)
  - упорядочение технологического процесса;
  - использование синхронных двигателей во всех случаях, когда это рационально и возможно;
  - правильный выбор трансформаторов и двигателей с их оптимальной нагрузкой;
  - применение устройств, ограничивающих холостой ход электроприемников;
  - замена и временное отключение малозагруженных трансформаторов (менее чем на 30 % от номинального);
2. искусственная
  - установка статических конденсаторов;
  - использование синхронных двигателей в качестве компенсаторов.

Для потребителей жилых и общественных зданий компенсация реактивной нагрузки, как правило, не требуется.

Для местных и центральных тепловых пунктов, насосных, котельных и других потребителей, предназначенных для обслуживания жилых и общественных зданий, расположенных в микрорайонах (школы, детские ясли-сады, предприятия торговли и общественного питания и другие потребители), компенсация реактивной нагрузки, как правило, не требуется, если в нормальном режиме работы расчетная мощность компенсирующего устройства на каждом рабочем вводе не превышает 50 квар. Это соответствует суммарной расчетной нагрузке указанных потребителей 250 кВт.

Мощность компенсирующих устройств промышленных предприятий выбирается с учетом требований энергетической системы. Энергосистема может регламентировать потребление реактивной мощности по двум вариантам:

вариант 1: устанавливается рекомендуемый коэффициент мощности на шинах ВН подстанции ( $\text{tg} \varphi_{\text{рек}}$ ).



В этом случае минимальная мощность компенсирующих устройств  $Q_{\text{ку}}$ , квар, определяется по формуле:

$$Q_{\text{ку}} = P_p (\text{tg}\varphi_{\text{факт}} - \text{tg}\varphi_{\text{рек}}) \quad (46)$$

где  $P_p$  – расчетная активная мощность предприятия, кВт;

$\text{tg}\varphi_{\text{факт}}$  – фактический коэффициент мощности на шинах ВН до установки компенсирующих устройств;

$\text{tg}\varphi_{\text{рек}}$  – рекомендуемый энергосистемой коэффициент мощности.

**вариант 2:** наибольшая реактивная мощность  $Q_{\text{сист}}$ , квар, которая может быть передана из энергосистемы в режиме ее наибольших активных нагрузок в сети предприятия.

В этом случае минимальная мощность компенсирующих устройств  $Q_{\text{ку}}$ , квар, определяется по формуле:

$$Q_{\text{ку}} = Q_p - Q_{\text{сист}} \quad (47)$$

где  $Q_p$  – расчетная реактивная мощность предприятия, квар;

$Q_{\text{сист}}$  – наибольшая реактивная мощность, передаваемая из энергосистемы в режиме наибольших активных нагрузок в сети предприятия, квар.

Для выбора типа компенсирующего устройства необходимо учитывать:

1. схему подключения (индивидуальная, групповая, централизованная);
2. номинальное напряжение;
3. номинальную мощность;
4. климатическое исполнение;
5. степень защиты установки.

Технические характеристики компенсирующих устройств приведены в таблицах 118 – 120 [6.19].

## 2.6 Выбор числа и мощности трансформаторов подстанции

Правильный выбор числа и мощности трансформаторов имеет существенное значение для рационального построения систем электроснабжения (СЭС). Число трансформаторов, как и число питающих линий, определяется в зависимости от категорий потребителей.

Наиболее просты и дешевы однитрансформаторные подстанции. При наличии складского резерва или связей на вторичном напряжении эти подстанции обеспечивают надежное электроснабжение потребителей II и III категорий.

Если основную часть нагрузки составляют потребители I и II категорий, то применяют двухтрансформаторные подстанции.

Трехтрансформаторные подстанции устанавливают при большой сосредоточенности нагрузки или при раздельном питании силовой и осветительной нагрузки.

В цехах предприятий обычно устанавливают комплектные трансформаторные подстанции (КТП), технические данные которых можно определить по таблицам 92 и 93 [6.19].

Комплектные трансформаторные подстанции внутренней установки напряжением до 10 кВ комплектуются силовыми трансформаторами типа ТМЗ, ТМФ, ТНЗ и ТСЗ.

Номинальная мощность силовых трансформаторов 250, 400, 630, 1000, 1600 и 2500 кВА. Трансформаторы мощностью 1600 и 2500 кВА более целесообразно применять при плотности нагрузки 0,2 – 0,3 кВА/м<sup>2</sup> и суммарной нагрузке более 3000 – 4000 кВА. При удельной плотности и суммарной нагрузке ниже указанных значений наиболее экономичны трансформаторы мощностью 400, 630 и 1000 кВА.

Число типоразмеров трансформаторов на одном предприятии должно быть минимальным.

На двухтрансформаторных подстанциях следует стремиться применять однотипные трансформаторы одинаковой мощности для упрощения замены в случае выхода одного трансформатора из строя, а также для сокращения номенклатуры складского резерва.

Для включения трансформаторов на параллельную работу необходимо обеспечить соблюдение следующих условий:

1. тождественность схем и групп соединения обмоток;
2. равенство коэффициентов трансформации;
3. равенство напряжений КЗ.

При наличии графика нагрузки мощность трансформатора выбирается по его перегрузочной способности. Для этого по графику нагрузки определяются продолжительность максимума нагрузки  $t$  и коэффициент заполнения графика  $k_{з.г.}$ . По значениям  $t$  и  $k_{з.г.}$  по кривым кратностей допустимых перегрузок силовых трансформаторов определяется коэффициент допустимой перегрузки  $k_{д.п.}$ .

Номинальная мощность трансформатора  $S_{ном}$ , кВА, определяется по формуле:

$$S_{ном} = \frac{S_M}{k_{д.п.}} \quad (48)$$

где  $S_M$  – максимальная мощность трансформатора, кВА.

По полученному  $S_{ном}$  принимается ближайшая стандартная мощность трансформатора  $S_{н.тр}$

При проектировании подстанций, для которых график нагрузки неизвестен, мощность трансформаторов принимается по расчетной нагрузке с учетом рекомендуемых коэффициентов загрузки трансформаторов (таблица 22).

Фактический коэффициент загрузки трансформатора в нормальном режиме  $k_{з.н.р.}$  определяется по формуле:

$$k_{з.н.р.} = \frac{S_p}{\sum S_{н.тр}} \quad (49)$$

и не должен превышать рекомендуемых коэффициентов загрузки приведенных в таблице 22.

Для сухих трансформаторов общего назначения (в том числе с литой изоляцией), предназначенных для комплектных трансформаторных подстанций, допускается аварийная перегрузка на 30% сверх номинального тока не более чем на 3 часа в сутки, если длительная предварительная нагрузка составляет не более 70% номинального тока трансформатора.

Для масляных трансформаторов с постоянной системой охлаждения допускается аварийная перегрузка на 40% сверх номинального тока в течение 6 суток по 5 часов каждые сутки, если предварительно он был загружен не более чем на 80% номинального тока трансформатора.

С учетом указанных допустимых перегрузок коэффициент загрузки в аварийном режиме должен быть:

- для сухих трансформаторов -  $k_{з.а.р.} \leq 1,3$
- для масляных трансформаторов -  $k_{з.а.р.} \leq 1,4$

Таблица 22 – Рекомендуемые коэффициенты загрузки трансформаторов на подстанциях

Характер нагрузки и вид трансформаторной подстанции	Коэффициенты загрузки трансформаторов $K_3$
При преобладании нагрузок I категории на двухтрансформаторных подстанциях	0,65 – 0,7
При преобладании нагрузки II категории на однострансформаторных подстанциях и взаимном резервировании трансформаторов по связям вторичного напряжения	0,70 – 0,80
При преобладании нагрузок II категории и при наличии централизованного (складского) резерва трансформаторов, а также при нагрузке III категории	0,90 – 0,95
На ступенях высшего напряжения СЭС мощных промышленных предприятий (на ГПП, УПР, крупных ПГВ)	0,50 – 0,55

Фактический коэффициент загрузки в аварийном режиме  $K_{з.а.р.}$  рассчитывается по формуле:

$$K_{з.а.р.} = \frac{S_p}{S_{н.тр.}} \quad (50)$$

По результатам выбора числа и мощности трансформаторов необходимо в пояснительной записке дипломного проекта указать количество выбранных трансформаторов, их стандартную маркировку, фактические коэффициенты загрузки в нормальном и аварийном режиме, а также решить вопрос об ограничении питания электроприемников в аварийном режиме.

## 2.7 Определение центра электрических нагрузок

Оптимальное размещение подстанции является одним из важных вопросов построения системы электроснабжения.

Для определения местоположения подстанции находится центр электрических нагрузок (ЦЭН), который является символическим центром потребления электрической нагрузки. Расположение подстанции в ЦЭН позволяет приблизить высокое напряжение к центру потребления электрической энергии и обеспечить минимальную протяженность электрических сетей, минимальный расход проводникового материала и потери электрической энергии.

При проектировании СЭС на плане указываются все электроприемники (потребители). Для определения ЦЭН применяется следующий математический метод.

Территория принимается за плоскость, на которой расположены электроприемники (потребители), каждый из которых имеет свою среднюю активную мощность  $P_{c,i}$  и свои координаты  $x_i$  и  $y_i$  на плане. Тогда координаты ЦЭН можно определить по следующим формулам:

$$x_o = \frac{\sum_{i=1}^n P_{c,i} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n P_{c,i}}, \quad y_o = \frac{\sum_{i=1}^n P_{c,i} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n P_{c,i}} \quad (51)$$

Если здание многоэтажное, то для определения ЦЭН вводится третья координата:

$$z_o = \frac{\sum_{i=1}^n P_{c,i} \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n P_{c,i}} \quad (52)$$

Данный метод нахождения ЦЭН определяет его как некоторый условный центр, так как в реальных условиях центр не находится на одном месте. Это объясняется следующими причинами, вызывающими смещение ЦЭН:

- изменение во времени потребляемой мощности отдельными электроприемниками;
- изменение технологического процесса производства;
- внедрение новых производственных процессов;
- изменение удельного расхода электроэнергии на единицу продукции;
- развитием цеха и т.д.

## 2.8 Определение местоположения трансформаторной подстанции

При определении местоположения трансформаторной подстанции или низковольтного вводного устройства учитываются следующие факторы:

1. координаты центра электрических нагрузок;
2. технологический процесс;
3. координаты источника питания (ГПП, ЦРП, РП);
4. характер окружающей среды.

Цеховые ТП, если позволяет технологическое оборудование, следует размещать как можно ближе к ЦЭН цеха, либо вдоль или в середине длинной стены цеха со стороны источника питания (ГПП, ЦРП, РП)

По месту расположения на территории объекта различают следующие подстанции:

1. отдельно стоящие на расстоянии от зданий  
применяются для питания от одной подстанции нескольких цехов, при невозможности размещения подстанций внутри цехов или у наружных их стен по соображениям производственного или архитектурного характера при наличии в цехах пожароопасных или взрывоопасных производств;
2. пристроенные, непосредственно примыкающие к основному зданию снаружи  
располагаются вдоль одной из длинных сторон цеха, желательно ближайшей к источнику питания, или же при небольшой ширине цеха в шахматном порядке вдоль его двух сторон;
3. встроенные, находящиеся в отдельных помещениях внутри здания, но с выкаткой трансформаторов наружу  
(см. пристроенные подстанции)
4. внутрицеховые, расположенные внутри производственных зданий с размещением электрооборудования непосредственно в производственном или отдельном закрытом помещении с выкаткой электрооборудования в цех  
место для расположения внутрицеховых КТП выбирают в межколонных зонах, в мертвых пространствах подъемно-транспортных устройств, в свободных зонах между технологическими установками, в специальных электротехнических пролетах технологических корпусов, на вспомогательных галереях и в других не занятых технологическим оборудованием или транспортными путями зонах.

Минимальное расстояние между соседними камерами разных внутрицеховых КТП допускается 10 м.

Внутрицеховые подстанции могут размещаться только в здании с первой и второй категорией огнестойкости и с производствами, отнесенными к категориям Г и Д согласно противопожарным нормам.

Число масляных трансформаторов на внутрицеховых подстанциях не должно быть более трех. Эти ограничения не распространяются на трансформаторы сухие или заполненные негорючей жидкостью.

В городских электрических сетях напряжением 6(10) кВ применяют закрытые подстанции, оборудованные одним или двумя трансформаторами мощностью 100 – 630 кВА каждый с первичным напряжением 6 – 10 кВ и вторичным напряжением 0,4/0,23 кВ с воздушными или кабельными вводами. В небольших поселках и сельской местности часто подстанции с одним трансформатором мощностью до 400 кВА устанавливают открыто на деревянных или бетонных конструкциях. В городах с небольшой плотностью застройки широко применяют отдельно стоящие подстанции. В городах с большой плотностью застройки применяют двухтрансформаторные подстанции. Строительная часть подстанций выполняется из железобетона и кирпича.

## 2.9 Выбор защитной и коммутационной аппаратуры

Провода и кабели, выбранные по номинальному или максимальному току, в нормальном режиме могут испытывать нагрузки значительно превышающие допустимые из-за перегрузок электроприемников, а также при однофазных и междуфазных коротких замыканиях, поэтому как электроприемники, так и участки сети должны защищаться защитными аппаратами: плавкими предохранителями, автоматическими выключателями, магнитными пускателями.

Главные функции аппаратуры управления и защиты:

- включение и отключение электроприемников и электрических цепей;
- электрическая защита их от перегрузки, коротких замыканий, понижения напряжения или самозапуска;
- регулирование числа оборотов электродвигателей;
- реверсирование двигателей;
- электрическое торможение.

Аппарат может быть предназначен для выполнения как одной, так и нескольких функций, что определяет его конструкцию и схему соединения. Аппаратура может срабатывать в результате воздействия на неё оператора, под влиянием физических процессов в электрической цепи.

Любую защиту электроприемника или участка цепи характеризуют следующими показателями:

- избирательность (селективность) действия;
- время срабатывания;
- зона действия;
- надежность действия.

### Внимание!

При выборе параметров защитных аппаратов следует учитывать, что аппарат, выбранный для защиты электроприемника, должен также защищать и провода (кабели), питающие этот электроприемник.

Перед выбором защитных и коммутационных аппаратов необходимо для защищаемого участка (элемента) определить:

1. номинальное напряжение;
2. номинальный ток:
  - для большинства трехфазных электроприемников номинальный ток  $I_{\text{ном}}$ , А, определяется по формуле:

$$I_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3}U_{\text{ном}}\eta_{\text{ном}}\cos\varphi_{\text{ном}}} \quad (53)$$

где  $P_{\text{НОМ}}$  – номинальная активная мощность электроприемника, кВт;

$U_{\text{НОМ}}$  – номинальное линейное напряжение сети, кВ;

$\eta_{\text{НОМ}}$  – номинальный коэффициент полезного действия;

$\cos\varphi_{\text{НОМ}}$  – номинальный коэффициент мощности.

Значения  $P_{\text{НОМ}}$ ,  $\eta_{\text{НОМ}}$  и  $\cos\varphi_{\text{НОМ}}$  должны быть приняты по каталогу (паспорту) электроприемника.

• для многодвигательного электропривода номинальный ток  $I_{\text{НОМ}}$ , А, принимается с учетом  $\eta_{\text{НОМ}}$  и  $\cos\varphi_{\text{НОМ}}$  наиболее мощного электроприемника такого привода:

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{\sum P_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3}U_{\text{НОМ}}\eta_{\text{НОМ}}\cos\varphi_{\text{НОМ}}} \quad (54)$$

где  $\sum P_{\text{НОМ}}$  – сумма номинальных мощностей электроприемников многодвигательного привода, кВт;

• для трехфазной электрической печи

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3}U_{\text{НОМ}}\cos\varphi_{\text{НОМ}}} \quad (55)$$

• для трехфазной выпрямительной установки

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{S_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3}U_{\text{НОМ}}} \quad (56)$$

• для однофазных электроприемников, подключенных на фазное напряжение

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{ф}}}{\sqrt{3}U_{\text{НОМ.ф}}\cos\varphi_{\text{НОМ}}} \quad (57)$$

где  $P_{\text{ф}}$  – активная мощность однофазного электроприемника, кВт;

$U_{\text{НОМ.ф}}$  – номинальное фазное напряжение сети, кВ.

• для сетей постоянного тока и однофазного тока с активной нагрузкой (например, группы осветительных электроприемников с лампами накаливания)

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{ф.о.}}}{U_{\text{НОМ.ф}}} \quad (58)$$

где  $P_{\text{ф.о.}}$  – активная мощность одного или группы осветительных электроприемников, присоединенных на фазное напряжение, кВт.

• для трехфазной осветительной сети с лампами накаливания

$$I_{\text{ном}} = \frac{P_o}{\sqrt{3}U_{\text{ном.ф}}} \quad (59)$$

где  $P_o$  – суммарная активная трехфазная мощность нагрузки осветительной сети, все электроприемники которой присоединяются на фазное напряжение, кВт.

*Основная функция плавких предохранителей:* защита электрических сетей от токов короткого замыкания.

Предохранители напряжением до 1 кВ выбираются по следующим условиям:

1. по номинальному напряжению

$$U_{\text{ном.пр.}} \geq U_{\text{ном.уст.}} \quad (60)$$

2. по номинальному току плавкой вставки

- по длительному максимальному току линии

$$I_{\text{ном.п.в.}} \geq I_{\text{р.макс.}} \quad (61)$$

- по пусковому (пиковому) току

- а) при защите ответвления, идущего к одиночному двигателю с нечастыми пусками и длительностью пускового периода не более 2,5 с:

$$I_{\text{ном.п.в.}} \geq \frac{I_{\text{пуск}}}{2,5} \quad (62)$$

- б) при защите ответвления, идущего к одиночному двигателю с частыми пусками или большой длительностью пускового периода:

$$I_{\text{ном.п.в.}} \geq \frac{I_{\text{пуск}}}{1,6} \quad (63)$$

- в) при защите линии, питающей силовую или смешанную нагрузку:

$$I_{\text{ном.п.в.}} \geq \frac{I_{\text{пик}}}{2,5} \quad (64)$$

3. по номинальному току предохранителя

$$I_{\text{ном.пр.}} \geq I_{\text{ном.п.в.}} \quad (65)$$

Технические характеристики некоторых типов предохранителей представлены в таблице 63 [6.19].

*Основные функции автоматических выключателей:* защита электрических сетей от токов перегрузки и короткого замыкания.

Автоматические выключатели напряжением до 1 кВ выбираются по следующим условиям:

1. по номинальному напряжению

$$U_{\text{ном.ав.}} \geq U_{\text{ном.уст.}} \quad (66)$$

2. по номинальному току теплового расцепителя

$$I_{т.р.} \geq k_{т.р.} \cdot I_{ном.эп} \quad (67)$$

где  $k_{т.р.}$  – коэффициент теплового расцепителя принимается по технической характеристике автоматического выключателя.

3. по номинальному току электромагнитного расцепителя

- для одиночного электроприемника

$$I_{у.э.р.} \geq 1,2I_{пуск} \quad (68)$$

- для группы электроприемников

$$I_{у.э.р.} \geq 1,25I_{пуск} \quad (69)$$

4. по номинальному току автоматического выключателя

$$I_{ном.ав.} \geq I_p \quad (70)$$

где  $I_p$  – расчетный ток линии, А.

Расчетный ток определяется в зависимости от числа электроприемников, получающих питание по линии.

- для одиночного электроприемника

$$I_p = I_{ном.эп} \quad (71)$$

- для группы электроприемников

$$I_p = \sum_1^n I_{ном.эп} \quad (72)$$

Технические характеристики автоматических выключателей приведены в таблицах 64 – 68, 72 [6.19].

*Основные функции магнитных пускателей:* дистанционное управление и реверс асинхронных двигателей мощностью до 100 кВт, а также защита его от перегруза и работы при пониженном напряжении сети.

Магнитные пускатели выбираются по следующим условиям:

1. по номинальному напряжению

$$U_{ном.м.п.} \geq U_{ном.уст.} \quad (73)$$

2. по номинальному току

$$I_{ном.м.п.} \geq I_{ном.уст.} \quad (74)$$

Технические характеристики магнитных пускателей приведены в таблице 62 [6.19].

Согласно требованиям п.7.1.71 [6.8] для защиты групповых линий, питающих штепсельные розетки для переносных электрических приборов, рекомендуется предусматривать устройства защитного отключения (УЗО).

УЗО - быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток, без встроенной защиты от сверхтоков. Отсюда следует современное наименова-



ние данных устройств: «Выключатель дифференциального тока» или «Дифференциальный выключатель».

Дифференциальный выключатель должен включаться в схему последовательно с устройством защиты от сверхтоков (автоматическим выключателем или предохранителем).

Дифференциальный автомат – дифференциальный выключатель со встроенной защитой от сверх токов или комбинация двух защитных устройств в одном корпусе (дифференциального и автоматического выключателей).

Устройства обеспечивают:

- защиту людей от поражения электрическим током при прямом однофазном прикосновении к токоведущим частям;
- защиту людей от поражения электрическим током при косвенном контакте с доступными проводящими частями электроустановок, оказавшимися под напряжением при поврежденной изоляции;
- защиту от пожаров, возникающих вследствие длительного протекания токов утечки на землю.

Таким образом, одно устройство защитного отключения выполняет три вида защиты (от перегрузки, короткого замыкания и дифференциальных токов).

Примеры обязательного применения УЗО на объектах приведены в таблице 24.

Технические характеристики УЗО приведены в таблицах 70 и 71 [6.19].

Результаты выбора защитной и коммутационной аппаратуры необходимо представить в пояснительной записке дипломного проекта в виде таблицы 23.

## 2.10 Выбор марок и сечений проводников на всех участках электрической сети

При протекании тока по проводнику проводник нагревается и его температура повышается. Нарастание температуры проводника будет продолжаться до тех пор, пока количество теплоты, получаемое проводником в единицу времени, не станет равным количеству теплоты отдаваемому проводником за тот же промежуток времени в окружающую среду. В момент наступления равновесия между теплотой, выделяемой током в проводнике, и теплотой, отдаваемой в окружающую среду, рост температуры в проводнике прекратится. Чрезмерно высокая температура проводов и кабелей приводит к преждевременному износу их изоляции, ухудшению контактных соединений и пожарной опасности. ПУЭ устанавливает в зависимости от марки провода и кабелей, а также материала их изоляции длительно предельно допустимые температуры, при которых обеспечивается их надежная работа (таблица 25).

**Предельно допустимый ток по нагреву** – максимальное значение длительно протекающего тока, при котором температура провода или кабеля станет предельно допустимой  $I_{д.д.}$ .

Значение предельно допустимого тока зависит от:

- материала проводника;
- количества жил проводника;
- сечения жил проводника;
- температуры окружающей среды;
- материала изоляции проводника;
- способа прокладки.

Правила устройства электроустановок нормируют следующие средние расчетные температуры окружающей среды:

**25 °С** - для неизолированных и изолированных проводов и кабелей внутри и вне помещений;

**15 °С** - для кабелей, прокладываемых в земле на глубине 0,7 – 1 м.

Таблица 23 – Результаты выбора защитной и коммутационной аппаратуры

Узел питания	Электроприемник					Автоматический выключатель				Предохранитель		
	№ по плану	Номинальная мощность $P_{ном}$ , кВт	Номинальный ток $I_{ном}$ , А	Пусковой ток $I_{пуск}$ , А	Коэффициент $\alpha$	Тип	Номинальный ток $I_{ном.ав}$ , А	Ток теплового расцепителя $I_{тр}$ , А	Ток уставки электромагнитного расцепителя $I_{у.э.р.}$ , А	Тип	Номинальный ток $I_{ном.пр}$ , А	Ток плавкой вставки $I_{ном.вст}$ , А
КТП МР-1	МР-1 1											
КТП РП-1	РП-1 10											
КТП	ТР-1											
КТП	32											

Таблица 24 – Обязательное применение устройств защитного отключения на объекта

Область применения	Отключающий дифференциальный ток, мА	Нормативные документы
Жилые и общественные здания:	30≤300	ПУЭ, 7-е издание
• штепсельные розетки		
• общие цепи		
Ванные и душевые помещения	10	ГОСТ Р 50571.11-96
• отдельная линия		
• совмещенные цепи	30	
Строительные площадки:	≤30	ГОСТ Р 50571.23-00
• штепсельные розетки		
Промышленные объекты:	≤30	ГОСТ Р 50571.17-2000 ПУЭ, 7-е издание
• штепсельные розетки		
• общие цепи	≤500	
Мобильные торговые точки	≤30	ГОСТ Р 50669.94
Сельскохозяйственные объекты:	≤30	ПУЭ, 7-е издание
• штепсельные розетки		
• общие цепи	≥100	
Передвижные электроустановки	≤30	ПУЭ, 7-е издание
Переносные электроприемники	≤30	ПУЭ, 7-е издание
Розетки наружной установки	≤30	ГОСТ Р 50571.8-94
Освещение фасадов, наружная реклама	≤30	ПУЭ, 7-е издание
Освещение помещений с повышенной опасностью	≤30	ПУЭ, 7-е издание

Если фактическая температура окружающей среды отличается от средней расчетной температуры, то при выборе сечения кабеля необходимо учесть поправочный температурный коэффициент.

Выбор сечения проводника по нагреву длительным током нагрузки сводится к сравнению расчетного тока с допустимым табличным значением для принятых марок провода или кабеля и условий их прокладки.

Если линия выбирается для одного электроприемника, то расчетный ток линии  $I_p$ , А, определяется по формуле:

$$I_p = I_{ном} \quad (75)$$

Номинальные токи линии рассчитываются согласно формул (53) – (59) п.2.9 данных методических рекомендаций.

При повторно-кратковременном и кратковременном режимах работы электроприемников проводники линий находятся в лучших условиях охлаждения по сравнению с проводниками линий с длительным режимом работы электроприемников. Поэтому при равных токовых нагрузках сечение проводников линии может быть уменьшено по сравнению с линией, к которой подключены электроприемники с длительным режимом работы. Для выбора и проверки сечения проводников по нагреву в качестве расчетной токовой нагрузки принимают нагрузку, приведенную к длительному режиму и определяемую по формуле:

$$I_{p.прив.} = I_p \frac{\sqrt{ПВ}}{0,875} \quad (76)$$

где ПВ – относительная продолжительность включения электроприемника, о.е.

Если линия выбирается для нескольких электроприемников, то расчетный ток линии  $I_p$ , А, определяется по формуле:

$$I_p = \sum I_{ном} \quad (77)$$

При выборе сечения проводников проверяется выполнение условия:

$$I_p \leq I_{д.д.} \quad (78)$$

где  $I_{д.д.}$  - длительно допустимый ток для выбранной марки кабеля согласно главе 1.3. [6.8]

При отклонении температуры окружающей среды от нормируемой определяется новое значение допустимого тока нагрузки с поправкой на температуру  $I'_{д.д.}$ , А, по формуле:

$$I'_{д.д.} = k_T \cdot I_{д.д.} \quad (79)$$

где  $k_T$  - поправочный температурный коэффициент.

Выбор сечения проводника при отклонении температуры окружающей среды от нормируемой выполняется по условию:

$$I_p \leq I'_{д.д.} \quad (80)$$

Поправочный температурный коэффициент  $k_T$  при отклонении фактической температуры окружающего воздуха от расчетной определяется по таблице 26 с учетом температур  $t_{жил}$ ,  $t_{факт}$  и  $t_{расчет}$ .

Таблица 25 – Допустимые температуры нагрева проводников, °С

Проводник и его изоляция	Длительная температура нагрева	Кратковременная температура нагрева при перегрузках	Температура нагрева при т.к.з. в проводниках	
			медном	алюминиевом
Голые провода и шины	70	125	300	200
Провода и кабели с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией	55	110	150	150
Кабели с бумажной пропитанной изоляцией				
• до 3 кВ включительно	80	125	200	200
• 6 кВ	65	110	200	200
• 10 кВ	60	90	200	200
• 35 кВ	50	75	125	125

*Порядок выбора сечения проводников силовой сети по нагреву:*

1. Рассчитать номинальный ток электроприемника по паспортным данным;
2. Выбрать марку проводника в зависимости от условий прокладки.
3. Определить длительно допустимую температуру нагрева проводников по таблице 25.
4. Определить поправочный температурный коэффициент при отклонении фактической температуры окружающей среды от нормируемой по таблице 26.
5. Определить допустимый длительный ток  $I_{д.д.}$  для нормируемой температуры в ПУЭ Глава 1.3.
6. Определить допустимый длительный ток  $I'_{д.д.}$  для фактической температуры.
7. Проверить выполнение условия (78).
8. Записать маркировку выбранного проводника.

Для выбора сечений проводников осветительной сети определяется установленная мощность осветительной нагрузки общественных зданий и промышленных предприятий на основании светотехнических расчетов. Данная мощность и представляет собой сумму мощностей всех ламп данной установки и всегда бывает больше расчетной максимальной, т.е. действительно затрачиваемой, т.к. в зависимости от характера производства и назначения помещений часть ламп по разным причинам обычно не включена. Поэтому для получения расчетной максимальной мощности вводят поправочный коэффициент к установленной мощности, называемый *коэффициентом спроса*  $k_c$ .

Для осветительных установок с лампами накаливания расчетная максимальная мощность  $P_{max}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{max} = k_{c.o.} \cdot \sum P_{ном} \quad (81)$$

где  $k_{c.o.}$  – коэффициент спроса определяется по таблице 28;

$\sum P_{ном}$  – суммарная установленная номинальная мощность всех подключенных ламп, кВт.

В установках с газоразрядными лампами расчетная максимальная мощность включает потери мощности в пускорегулирующей аппаратуре (ПРА).

Расчетная мощность осветительной сети с газоразрядными лампами  $P_{max}$ , кВт, определяется по формулам:

- для люминесцентных ламп при стартерных схемах зажигания

$$P_{max} = 1,2 \cdot k_{c.o.} \cdot \sum P_{ном} \quad (82)$$

- для люминесцентных ламп при бесстартерных схемах зажигания

$$P_{max} = 1,3 \cdot k_{c.o.} \cdot \sum P_{ном} \quad (83)$$

- для ртутных ламп ДРЛ

$$P_{max} = 1,1 \cdot k_{c.o.} \cdot \sum P_{ном} \quad (84)$$

Коэффициент спроса для расчета групповой сети освещения всех звеньев сети эвакуационного и аварийного освещения следует принимать равным 1,0.

Расчетная нагрузка от трансформаторов пониженного напряжения 12 – 36 В складывается от мощности светильников, установленных стационарно на станках, верстаках для общего и местного освещения, и нагрузки переносного освещения с коэффициентом спроса 0,5 – 1,0, принимаемым в зависимости от степени использования переносного освещения.

Для выбора сечений проводов и кабелей из условий допустимого нагрева необходимо определить расчетные максимальные токовые нагрузки линий в амперах.

Таблица 26 – Поправочные коэффициенты на температуру земли и воздуха для нагрузок кабелей, голых и изолированных проводов

Исходная температура, °С		Фактическая температура среды, °С											
среды (расчетная)	жил (допустимая)	- 5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25	80	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,8	0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,1	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
25	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	-
25	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63	0,45	-

Таблица 27 – Коэффициенты защиты  $K_3$

Тип и ток защитного аппарата	Коэффициенты защиты $K_3$				
	сети, для которых защита от перегрузки обязательна			сети, не требующие защиты от перегрузки	
	провода с резиновой и аналогичной по тепловым характеристикам изоляцией		кабели с бумаж- ной изоляцияй		
	взрывопожароопасные помещения, жилые, торговые помещения и т.д.	невзрыво- и непожароопасные производственные помещения предприятий			
Номинальный ток плавкой вставки предохранителей	1,25		1,0	1,0	0,33
Ток уставки автоматического выключателя с максимальным мгновенно действующим расцепителем	1,25		1,0	1,0	0,22
Номинальный ток расцепителя автоматического выключателя с нерегулируемой обратозависимой от тока характеристикой	1,0		1,0	1,0	1,0
Ток трогания (срабатывания) расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратозависимой от тока характеристикой	1,0		1,0	0,8	0,66



Таблица 28 – Значения коэффициента спроса осветительных нагрузок  $K_{с.о.}$

Организации, учреждения и предприятия	Коэффициенты спроса $K_{с.о.}$ при установленной мощности электрического освещения, кВт						
	до 5	6 - 10	11 - 15	16 - 25	26 - 50	51 - 100	101 - 200
<ul style="list-style-type: none"> <li>• предприятия общественного питания</li> <li>• детские ясли-сад</li> <li>• учебно-производственные мастерские проф-техучилищ</li> </ul>	1,0	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65
<ul style="list-style-type: none"> <li>• организации и учреждения управления</li> <li>• общеобразовательные школы</li> <li>• специальные учебные заведения</li> <li>• учебные здания профтехучилищ</li> <li>• предприятия бытового обслуживания</li> </ul>	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7
<ul style="list-style-type: none"> <li>• проектные конструкторские организации</li> <li>• предприятия торговли</li> </ul>	1,0	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
<ul style="list-style-type: none"> <li>• гостиницы</li> </ul>	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4
• небольшие производственные здания	1,0						
• производственные здания, состоящие из отдельных крупных пролетов	0,95						
• производственные здания, состоящие из многих отдельных помещений	0,85						
• складские помещения, РУ и подстанции	0,6						
• наружное и аварийное освещение	1,0						
• линии групповой осветительной сети	1,0						



Расчетные максимальные токовые нагрузки на провода и кабели осветительной сети  $I_{\max}$ , А, определяются по формулам:

- для однофазной (двухпроводной 1 фаза+0) сети

$$I_{\max} = \frac{P_{\max} \cdot 1000}{U_{\phi} \cos \varphi} \quad (85)$$

- для двухфазной (трехпроводной 2 фазы+0) сети

$$I_{\max} = \frac{P_{\max} \cdot 1000}{2U_{\phi} \cos \varphi} \quad (86)$$

- для трехфазной (четырёхпроводной 3 фазы+0) сети

$$I_{\max} = \frac{P_{\max} \cdot 1000}{\sqrt{3}U_{\phi} \cos \varphi} \quad (87)$$

Для сетей, питающих люминесцентные лампы, коэффициент мощности следует принимать:

- 0,95 – для светильников с компенсированными ПРА;
- 0,5 – для светильников с некомпенсированными ПРА;
- 0,57 – для ламп ДРЛ;
- 1 – для ламп накаливания.

По расчетным токовым нагрузкам (по таблицам допустимых токовых нагрузок на провода и кабели) в зависимости от способа прокладки определяется сечение провода или кабеля.

Сечения проводов и кабелей, выбранных по нагреву должны проверяться согласно требованиям ПУЭ на соответствие выбранному аппарату защиты по формуле:

$$I_{\text{д.д.}} \geq k_3 \cdot I_{\text{з.а.}} \quad (88)$$

где  $k_3$  – коэффициент защиты, характеризующий кратность допустимого длительного тока провода (кабеля)  $I_{\text{д.д.}}$  по отношению к номинальному току срабатывания защитного аппарата  $I_{\text{з.а.}}$ .

Значения  $k_3$  определяются по таблице 27 в зависимости от принятого вида защиты, требований к ней, характера сети, изоляции проводов или кабелей и условий их прокладки.

Эти соотношения в сетях, защищаемых от токов перегрузки, часто оказываются решающими при выборе сечения проводов.

Далее для каждого участка электрической сети напряжением до 1 кВ с учетом выбранного способа прокладки проводов и кабелей определяется длина проводников.

Например, для электроприемника, получающего питание от распределительного шкафа внутрицеховой электрической сети напряжением до 1 кВ, длина проводов и кабелей, проложенных в трубе в подливке пола, определяется в следующем порядке:

1. по плану цеха с учетом принятого масштаба определяется длина проводника в горизонтальной плоскости (без подъемов и спусков проводников)  $L_{\text{пл}}$ , мм.
2. определяются высота установки распределительного шкафа и высота подключения электроприемника;
3. определяется глубина прокладки трубы;
4. определяется количество кабеля для разделки концов и подключения;

5. с учетом схемы расположения трубы представленной на рисунке 1 определяется ее длина  $L_{тр}$ , мм, по формуле:

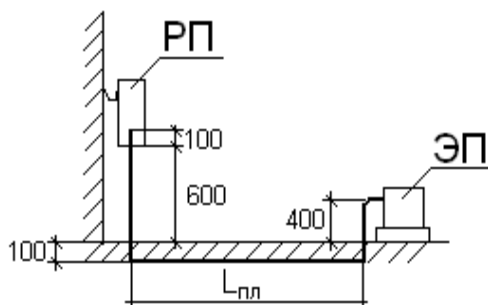


Рисунок 1 – Схема расположения трубы

$$L_{тр} = 100 + 600 + 100 + L_{пл} + 100 + 400 \quad (89)$$

6. определяется длина кабеля  $L_{кл}$ , мм, по формуле:

$$L_{кл} = 1,1 \cdot L_{кл} \quad (90)$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий количество кабеля для разделки концов и подключения.

7. определяется диаметр трубы по таблице 49 [6.19] в зависимости от марки и сечения кабеля.  
8. определяется толщина стенки трубы по таблице 50 [6.19].

Для распределительного шкафа, получающего питание от комплектной трансформаторной подстанции длина кабелей, проложенных по лоткам, определяется в следующем порядке:

1. по плану цеха с учетом принятого масштаба определяется длина проводника в горизонтальной плоскости (без подъемов и спусков проводников)  $L_{пл}$ , мм.
2. определяются высота установки распределительного шкафа и высота подключения электроприемника;
3. определяется глубина прокладки трубы;
4. определяется количество кабеля для разделки концов и подключения;
5. с учетом схемы расположения кабеля представленной на рисунке 2 определяется его длина  $L_{кл}$ , мм, по формуле:

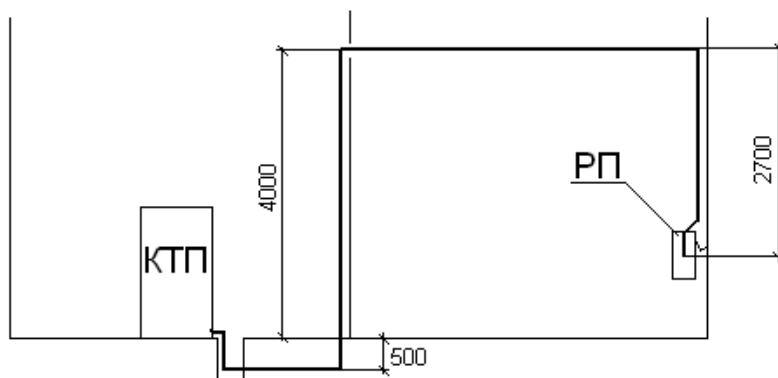


Рисунок 2 – Схема расположения кабеля питающей сети

$$L_{кл} = 1,1(500+500+4000+2700+L_{шт}) \quad (91)$$

ГОСТ 13109-97 устанавливает предельные значения отклонения напряжения от номинального.

Выбранные по допустимому длительному току и согласованные с током защиты аппаратов сечения проводников должны быть проверены на потерю напряжения.

Потери напряжения в электрической сети можно рассчитать *методом момента нагрузки по мощности*:

$$\Delta U\% = \frac{P \cdot l}{C \cdot F} \quad (92)$$

где P – активная мощность, передаваемая по линии, кВт;

l – длина линии, м;

F – сечение проводника, мм<sup>2</sup>;

C – коэффициент определяемый уровнем напряжения и системой сети, родом тока и материалом жил провода или кабеля по таблице 29.

Таблица 29 – Значения коэффициента C

Номинальное напряжение сети U <sub>ном</sub> , кВ	Система сети и род тока	Значения коэффициента C для проводников	
		с медными жилами	с алюминиевыми жилами
0,66 / 0,38	Три фазы с нулевым проводом	231	139
	Две фазы с нулевым проводом	92	56
0,38 / 0,22	Три фазы с нулевым проводом	77	46
	Две фазы с нулевым проводом	34	20
	Одна фаза и нулевой провод	12,8	7,7

Результаты выбора защитной и коммутационной аппаратуры, а также марок и сечений проводников и проверки их по условию соответствия выбранному аппарату защиты должны быть представлены в виде таблицы 30и на листах графической части дипломного проекта.

## 2.11 Выбор типов распределительных устройств (шинопроводов, распределительных пунктов, шкафов и т.п.)

Жесткий токопровод напряжением до 1кВ заводского изготовления, поставляемый комплектными секциями, называется *шинопроводом*. Шинопроводы различных серий и типов комплектуются из отдельных секций различной конфигурации и назначения.

**Магистральные шинопроводы переменного тока ШМА4 и ШМА68-НУ3** предназначены для выполнения в производственных помещениях магистральных четырехпроводных электрических линий в системах с глухозаземленной нейтралью напряжением до 660 В, частотой 50-60 Гц. Номинальные токи шинопроводов 1600, 2500 и 4000А. К шинопроводу могут быть подключены распределительные шинопроводы и пункты, отдельные крупные электроприемники.

Магистральные шинопроводы прокладываются на вертикальных стойках высотой 3 м. В качестве опорных конструкций применяют также кронштейны и тросовые подвески.

Кроме того, выпускаются магистральные шинопроводы для агрессивных сред гальванических цехов ШМА-Х на силу тока 2500 и 4000 А и шинопроводы постоянного тока ШМАД и ШМАДК на напряжение 1200 В и силу тока 1600, 2500, 4000 и 6300 А.

Таблица 30 – Результаты выбора проводника

Электроприемник							Окружающая среда			Номинальный ток срабатывания защитного аппарата $I_{з.а.}$	Кабель			
Узел питания	Номер электроприемника по плану	Номинальная (установленная) мощность, $P_{ном}$ , кВт	Номинальное напряжение $U_{ном}$ , кВ	Коэффициент мощности $\cos \varphi_{ном}$	КПД, $\eta_{ном}$	Номинальный (расчетный) ток $I_{ном}$ , А	Расчетная температура окружающей среды	Фактическая температура окружающей среды	Поправочный температурный коэффициент $K_T$		Марка	Количество, число жил и сечение	Допустимый длительный ток при расчетной температуре $I_{дл}$ , А	Допустимый длительный ток при фактической температуре $I'_{дл}$ , А
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Техническая характеристика и комплектация магистральных шинопроводов представлены в п.2.1 [6.16]

**Распределительные шинопроводы ШРА4** (с алюминиевыми шинами) и **ШРМ73У3** (с медными шинами) предназначены для передачи и распределения электроэнергии напряжением 380/220 В при возможности непосредственного присоединения к ним электроприемников в системах с глухозаземленной нейтралью. Номинальные токи шинопровода ШРА – 100, 250, 400 и 630 А, а шинопровода ШРМ – 100 и 250 А.

Распределительные шинопроводы прокладываются на вертикальных стойках высотой 2,5 м. В качестве опорных конструкций могут применяться кронштейны и подвесы.

Для выполнения распределительных сетей переменного тока с глухозаземленной нейтралью напряжением до 660 В, частотой 50-60 Гц в помещениях с пыльной средой (в том числе в пожароопасных зонах II-II и II-IIa), характеризуемой тем, что пыль во взвешенном состоянии не образует взрывоопасные смеси выпускаются распределительные шинопроводы ШРПУ3 на силу тока 250 и 400 А.

Техническая характеристика и комплектация распределительных шинопроводов представлены в п.2.2 [6.16]

**Троллейные шинопроводы ШТА73У3** предназначены для выполнения в производственных помещениях (только в цехах, не содержащих токопроводящую пыль, и где имеется опасность повреждения открыто проложенных троллеев или прикосновения к ним) троллейных линий в сетях трехфазного переменного тока напряжением 660 В, частотой 50-60 Гц. Номинальные токи шинопроводов 250 и 400 А. Шинопроводы применяются для питания мостовых кранов, электроталей, передаточных тележек и др. Подключение электрифицированных инструментов недопустимо.

Троллейные шинопроводы ШТМ-АУ2 (с медными шинами) предназначены для питания подъемно-транспортных механизмов и переносных электрифицированных инструментов в сетях напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью. Номинальный ток шинопроводов 100, 250 и 400 А.

Троллейный шинопровод ШТР4 предназначен для выполнения в производственных помещениях трехфазных четырехпроводных троллейных линий напряжением 380 В, частотой

50 Гц. Номинальный ток 100 А. Шинопровод применяется для питания передвижных приемников электроэнергии: подвесных электрических однобалочных кранов, передаточных тележек, талей, а также переносного электрического инструмента.

Троллейные шинопроводы прокладываются на высоте 7-15 метров вдоль стены или подкрановой балки.

Техническая характеристика и комплектация троллейных шинопроводов представлены в п.2.4 [6.16]

**Осветительные шинопроводы ШОС2** и **ШОС4** предназначены для выполнения на промышленных предприятиях, в общественных и административных зданиях осветительных линий, питающих однофазные нагрузки на номинальный ток 10 А, в электрических сетях с глухозаземленной нейтралью.

Техническая характеристика и комплектация осветительных шинопроводов представлены в п.2.3 [6.16]

Шинопроводы выбираются по следующим условиям:

1. по номинальному напряжению

$$U_{\text{ном.шин.}} \geq U_{\text{ном.эп}} \quad (93)$$

где  $U_{\text{ном.шин.}}$  - номинальное напряжение шинопровода, кВ;

$U_{\text{ном.эп}}$  - номинальное напряжение электроприемника, подключенного к шинопроводу, кВ.

## 2. по номинальному току

$$I_{\text{ном.шин.}} \geq I_{\text{р.ф.}} \geq I_{\text{р.мах}} \quad (94)$$

где  $I_{\text{ном.шин.}}$  - номинальный ток шинпровода, А;

$I_{\text{р.ф.}}$  – расчетный ток форсированного (послеаварийного) режима, А;

$I_{\text{р.мах}}$  – рабочий максимальный ток, А.

Распределительные панели ЩО-70 напряжением 380/220В переменного тока частотой 50 Гц предназначены для приема электрической энергии и защиты от перегрузок и токов короткого замыкания отходящих линий.

Панели представляют собой сварную конструкцию из листогнутых профилей с установленными в них коммутационно-защитными аппаратами и электроизмерительными приборами. Панели ЩО-70 одностороннего обслуживания рассчитаны на установку у стен электропомещений без защитных устройств сверху и сзади.

Панели подразделяются на вводные, линейные и секционные, вводно-линейные, вводно-секционные, с аппаратурой АВР.

Вводные панели комплектуются коммутационной и защитной аппаратурой ввода с тремя трансформаторами тока, тремя амперметрами и одним вольтметром, а также может быть установлен трансформатор тока на нулевом выводе от силового трансформатора для защиты от замыканий на землю. Вводы осуществляются рубильниками, автоматическими выключателями.

Для панелей с автоматическими выключателями используются стандартные (невыдвижные) выключатели АВМ с электродвигательным приводом.

Между автоматическими выключателями и сборными шинами установлены однополюсные разъединители, управляемые штангой. Между вводом и автоматическим выключателем разъединителей нет, так как при ремонте выключателя силовой трансформатор может быть отключен со стороны высшего напряжения. Панели с рубильниками комплектуются рубильниками на 600 А без предохранителей.

Панели предусматривают кабельные и шинные вводы.

Панели линейные комплектуются рубильниками с предохранителями, автоматическими выключателями АЗ100, АЗ700, АЕ2050, АВМ. В панелях с рубильниками применяются рубильники на токи 100, 250, 400, 600 А с предохранителями. Аппараты, применяемые в панелях, переднего присоединения благодаря наличию между выключателем и сборными шинами разъединителей с пополюсным отключением штангой возможны безопасный осмотр панели, ревизия и ремонт выключателей. Панели с выключателями АЗ100, АЗ700, АЕ2050 могут быть изготовлены также без выключателей.

Панели секционные предназначены для секционирования вводов в тех случаях, когда каждая из секций нормально получает питание от отдельного трансформатора или ввода. С помощью этих панелей комплектуются распределительные устройства двухтрансформаторных подстанций. Секционные панели могут быть выполнены с рубильниками или автоматическими выключателями АВМ.

С рубильниками выполняются панели на токи 600 и 1000А. Управление рубильниками секционных панелей осуществляется центральным рычажным приводом с фасадной стороны панели. С автоматическими выключателями АВМ стационарного исполнения с электродвигательным приводом выполняются панели на токи 1000 и 1500 А. В секционных панелях с автоматическими выключателями установлены разъединители с обеих сторон выключателя.

На вводно-линейных панелях установлена аппаратура ввода, распределения электроэнергии, аппаратуры защиты, измерительные приборы. На вводе установлены рубильники на

600 А с предохранителями или на 1000А без предохранителей. На отходящих линиях установлены рубильники с предохранителями на токи 100, 150, 400А.

На вводно-секционных панелях установлена аппаратура ввода и их секционирования. В качестве вводных аппаратов используются рубильники на 600А с предохранителями или на 1000А без предохранителей, в качестве секционного аппарата – рубильник на токи 400 и 600А.

Панели с аппаратурой АВР предназначены для двухтрансформаторных подстанций, в которых необходимо предусмотреть автоматическое включение резерва. Устанавливать их рекомендуется между вводной и секционной панелями распределительного устройства.

Техническая характеристика и комплектация панелей распределительных щитов ЩО-70 представлены в п.1.3 [6.16]

Для распределения электроэнергии и защиты электрических сетей от токов короткого замыкания применяют **распределительные шкафы (пункты)** с плавкими предохранителями или автоматическими выключателями.

Выбор распределительных шкафов (пунктов) производят как по конструктивным особенностям, учитывающим условия окружающей среды и место расположения (установка на полу, на стене, утопленное) и т.п., а также по электрическим параметрам: напряжению, количеству и току отходящих линий.

Выбирая тип шкафа (пункта) необходимо помнить, что данный шкаф (пункт) комплектуется вполне определенными коммутационными и защитными аппаратами, которые не могут быть заменены другими. Желательно, чтобы в выбранном шкафу (пункте) имелись не используемые 1-2 резервные линии.

Шкафы распределительные силовые ШРС1, ШРС1-С предназначены для приема и распределения электрической энергии в промышленных установках. Шкафы рассчитаны на номинальные токи до 400 А и номинальное напряжение до 380 В в сетях с глухозаземленной нейтралью трехфазного переменного тока частотой 50 Гц и с защитой отходящих линий предохранителями ПН2 и НПН2.

Ввод и вывод проводов и кабелей предусмотрены снизу и сверху шкафа.

Наибольшее число и сечение жил проводов или кабелей, присоединяемых к одному вводному зажиму:

- для шкафов на номинальный ток 250 А –  $2 \times 95 \text{ мм}^2$ ;
- для шкафов на номинальный ток 400 А –  $2 \times 150 \text{ мм}^2$ .

Техническая характеристика шкафов приведена в таблице 75 [6.19].

Шкафы распределительные серии ПР11 предназначены для распределения электрической энергии, защиты электрических установок напряжением до 600 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц при перегрузках и коротких замыканиях, для нечастых включений и отключений электрических цепей и пусков асинхронных двигателей.

Шкафы комплектуются: вводными выключателями серии АЗ700 нетокоограничивающими и токоограничивающими с электромагнитными и тепловыми расцепителями без дополнительных сборочных единиц или выключателями типа АЕ2060; выключателями на отходящих линиях серии АЕ2000 с тепловыми и электромагнитными расцепителями на номинальные токи от 10 до 63 А – АЕ2040, от 16 до 100 А – АЕ2060 без дополнительных сборочных единиц.

Техническая характеристика шкафов приведена в таблице 77 [6.19].

Шкафы распределительные серий ПР22, ПР22Д, ПР24, ПР24Д предназначены для распределения электрической энергии и защиты электрических установок при перегрузках и коротких замыканиях, для нечастых (до 6 включений в час) оперативных коммутаций электрических цепей и пусков асинхронных двигателей.

Распределительные шкафы серии ПР22 и ПР22Д предназначены для установки в электрических цепях напряжением до 440 В постоянного тока и до 660 В переменного тока 50 или 60 Гц, а серии ПР24 и ПР24Д – для установки в электрических цепях напряжением до

220 В постоянного тока и 380 В переменного тока частоты 50 Гц. Номинальный ток распределительных пунктов до 700 А.

Шкафы комплектуются вводными выключателями серии ВА51, фидерными выключателями серии АЗ700Б для шкафов ПР22 и ПР22Д; серии АЗ710Ф, АЗ720Ф для шкафов ПР24 и ПР24Д, а также по требованию вольтметром.

Техническая характеристика шкафов приведена в таблице 78 [6.19].

Распределительные шкафы серий ПР8501 и ПР8701 предназначены для замены распределительных шкафов серий ПР11, ПР22, ПР24 и др. с автоматическими выключателями.

Шкафы серии ПР8501 предназначены для распределения электроэнергии напряжением до 660 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц, а шкафа серии ПР8701 – до 220 В постоянного тока и для защиты линий при перегрузках и коротких замыканиях.

По виду установки шкафы могут иметь исполнение:

- утопленные – для установки в нишах;
- навесные – для установки на стенах, колоннах и других конструкциях;
- напольные – для установки на полу.

Шкафы укомплектованы однополюсными линейными нетокоограничивающими выключателями ВА51-31-1 с расцепителями на токи от 6,3 до 100 А, трехполюсными нетокоограничивающими выключателями ВА51-35 с расцепителями на токи от 100 до 250 А.

Шкафы могут изготавливаться без выключателей ввода с вводными зажимами и с выключателями ввода типов:

- нетокоограничивающими с тепловым и электромагнитным расцепителями
- ВА51-33, ВА51-35, ВА51-37, ВА51-39;
- селективными с полупроводниковыми расцепителями максимального тока
- ВА55-37, ВА55-39;
- без расцепителей максимального тока
- ВА56-37, ВА56-39.

Одновременная суммарная нагрузка выключателей отходящих линий не должна превышать номинальный рабочий ток шкафа.

Шкафы снабжены зажимами, которые обеспечивают втычное присоединение (без пайки и кабельных наконечников) медных или алюминиевых проводников.

Конструкция шкафов обеспечивает ввод и вывод проводов в трубах или кабелей через съемные верхние и нижние крышки.

Технические данные шкафов приведены в таблицах 79 и 80 [6.19].

Назначение и технические характеристики других видов распределительных устройств приведены в [6.16].

## **2.12 Расчет токов короткого замыкания**

Для электроустановок характерны четыре режима работы:

- нормальный;
- аварийный;
- послеаварийный;
- ремонтный.

Электрооборудование выбирается по параметрам продолжительных режимов и проверяется по параметрам кратковременных режимов, определяющим из которых является режим короткого замыкания (КЗ).

*Короткое замыкание* – всякое случайное или преднамеренное, не предусмотренное нормальным режимом работы, электрическое соединение различных точек электроустановки между собой или землей, при котором токи в ветвях электроустановки резко возрастают, превышая наибольший допустимый ток продолжительного режима.

По режиму КЗ электрооборудование проверяется на электродинамическую и термическую стойкость, а коммутационные аппараты – также на коммутационную способность.



При проверке электрических аппаратов и жестких проводников вместе с относящимися к ним поддерживающими и опорными конструкциями на электродинамическую стойкость расчетным видом КЗ является трехфазное КЗ. При этом допускается не учитывать механические колебания шинных конструкций.

При проверке проводников и электрических аппаратов на термическую стойкость расчетным видом КЗ в общем случае является трехфазное КЗ.

При проверке электрических аппаратов на коммутационную способность расчетным видом КЗ может быть трехфазное или однофазное КЗ в зависимости от того, при каком виде КЗ ток КЗ имеет наибольшее значение. Если для выключателей задается разная коммутационная способность при трехфазных и однофазных КЗ, то проверку следует производить отдельно по каждому виду КЗ.

Учитывая дискретный характер изменения параметров электрооборудования, расчет токов КЗ для его проверки допускается производить приближенно, с принятием ряда допущений, при этом погрешность расчета токов КЗ не должна превышать 5 – 10%.

Расчет токов КЗ в системе электроснабжения промышленных предприятий производится упрощенным способом с рядом допущений:

- трехфазная система является симметричной;
- индуктивные сопротивления в процессе КЗ не изменяются;
- фазы всех ЭДС источников не изменяются в процессе КЗ;
- напряжение на шинах источника принимают неизменным, т.к. точки КЗ обычно удалены от источника;

• аperiodическая составляющая тока КЗ не подсчитывается, т.к. длительность КЗ в удаленных точках превышает 0,15 с (aperiodическая составляющая тока КЗ за это время затухает).

Для расчета токов КЗ составляется *расчетная схема* – упрощенная однолинейная схема электроустановки, в которой учитываются:

- все источники питания (генераторы, синхронные компенсаторы, энергосистемы);
- трансформаторы;
- воздушные и кабельные линии;
- реакторы.

Если параметры генераторов, трансформаторов и других элементов в наиболее удаленной от точки КЗ части энергосистемы неизвестны, то эту часть системы допускается представлять на исходной расчетной схеме в виде одного источника энергии с неизменной по амплитуде ЭДС и результирующим эквивалентным индуктивным сопротивлением.

Электродвигатели, для которых расчетное КЗ является удаленным, в расчетную схему не вводятся.

Расчетные условия КЗ, т.е. наиболее тяжелые, но достаточно вероятные условия КЗ, формируются на основе опыта эксплуатации электроустановок, анализа отказов электрооборудования и последствий КЗ.

Расчетные условия КЗ определяются индивидуально для каждого элемента энергетической системы. Для однотипных по параметрам и схеме включения элементов допускается использовать аналогичные расчетные условия.

Ток КЗ для выбора токоведущих частей и аппаратов рассчитывается при нормальном режиме работы электроустановки: параллельное включение всех источников, параллельная или раздельная работа трансформаторов и линий. Параллельная или раздельная работа зависит от режима работы секционного выключателя на подстанциях: при отключенном секционном выключателе на двухтрансформаторной подстанции в расчете токов КЗ будет учтено сопротивление только одного трансформатора. Возможные ремонтные режимы: отключение генераторов, трансформаторов, линий в расчете токов КЗ не учитываются. Кратковременное включение трансформаторов на параллельную работу в процессе переключений на подстанции в расчете токов КЗ также не учитываются.

Пример выполнения расчетной схемы представлен на рисунке 3.

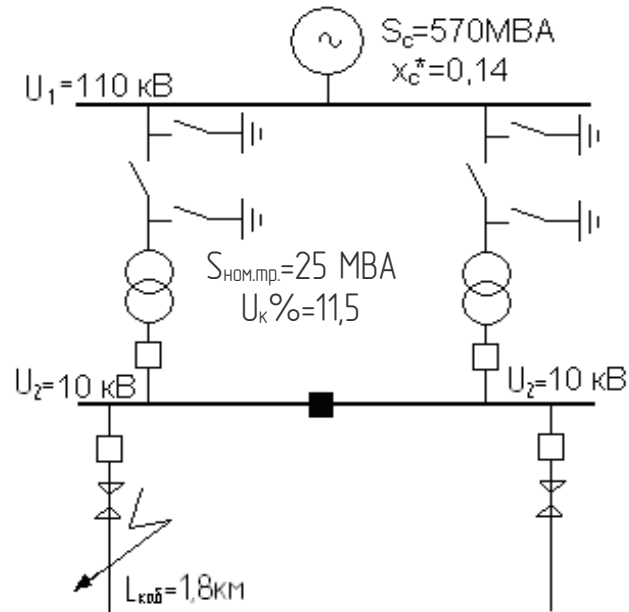


Рисунок 3 – Пример расчетной схемы электрической сети

По расчетной схеме составляется *схема замещения*, в которой указываются сопротивления всех элементов и намечаются точки для расчета токов КЗ.

Расчетная точка КЗ находится непосредственно с одной или с другой стороны от рассматриваемого элемента электроустановки в зависимости от того, когда для него создаются наиболее тяжелые условия в режиме КЗ. Случаи двойных коротких замыканий на землю допускается в общем случае не учитывать.

При проверке кабелей на термическую стойкость расчетной точкой КЗ является:

- для одиночных кабелей одной строительной длины – точка КЗ в начале кабеля;
- для одиночных кабелей со ступенчатым соединением по длине – точка КЗ в начале каждого участка нового сечения кабеля;
- для двух и более параллельно включенных кабелей одной кабельной линии – в начале каждого кабеля.

Генераторы, трансформаторы большой мощности, воздушные линии, реакторы обычно представляются в схеме замещения их индуктивными сопротивлениями, т.к. активные сопротивления во много раз меньше индуктивных.

Кабельные линии напряжением 6 – 10 кВ, трансформаторы мощностью 1600 кВА и менее в схеме замещения представляются индуктивными и активными сопротивлениями.

Все сопротивления подсчитываются в именованных единицах (Ом) или в относительных единицах. Способ подсчета сопротивлений на результаты расчета токов КЗ не влияет.

Для расчета сопротивлений задаются базовыми величинами:

- базовым напряжением  $U_6$ ;
- базовой мощностью  $S_6$ .

За базовое напряжение принимают среднее номинальное напряжение той ступени, где происходит расчет токов КЗ согласно таблице 31.

За базовую мощность для удобства подсчетов принимают 100 или 1000 МВА.

Расчетные формулы для определения сопротивлений элементов схем электроустановок приведены в таблице 32. Пользуясь этой таблицей, следует обратить внимание на примечания.

Пример выполнения схемы замещения приведен на рисунке 4.

Таблица 31 – Номинальные и средние напряжения системы электроснабжения

Номинальное напряжение $U_{ном}, \text{кВ}$	Среднее напряжение $U_{ср}, \text{кВ}$	Номинальное напряжение $U_{ном}, \text{кВ}$	Среднее напряжение $U_{ср}, \text{кВ}$
0,22	0,23	10	10,5
0,38	0,4	35	37
0,66	0,69	110	115
6	6,3	220	230

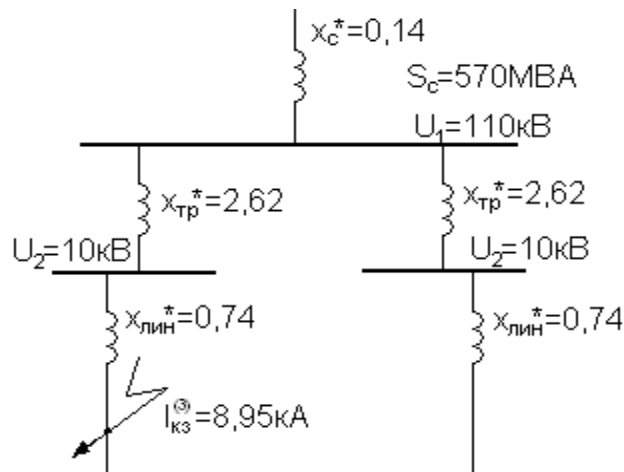


Рисунок 4 – Пример схемы замещения электрической сети

Преобразование схемы замещения позволяет определить результирующее сопротивление от источника до точки КЗ. Наиболее часто используют простейшие преобразования:

- последовательное соединение двух или более сопротивлений;
- параллельное соединение двух сопротивлений;
- параллельное соединение трех и более сопротивлений;
- преобразование треугольника в звезду;
- преобразование звезды в треугольник.

Преобразования схемы выполняются в направлении от источника к точке КЗ. Если в схеме несколько источников, электрически равноудаленных от точки КЗ, то их объединяют в один эквивалентный источник. Неравноудаленные источники не объединяют, в ходе преобразования схемы находят результирующие сопротивления от каждого источника до точки КЗ.

При расчете сопротивлений в именованных единицах (Ом) ток трехфазного симметричного короткого замыкания  $I_{к.з.}^{(3)}$ , кА, определяется по формуле:

$$I_{к.з.}^{(3)} = \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}x_{рез}} \quad (95)$$

где  $U_{ср}$  – среднее напряжение той ступени, где находится точка короткого замыкания, кВ;

$x_{рез}$  – результирующее индуктивное сопротивление от источника до точки короткого замыкания, Ом.

Если необходимо учитывать активное сопротивление, то ток трехфазного симметричного короткого замыкания  $I_{к.з.}^{(3)}$ , кА, определяется по формуле:

$$I_{к.з.}^{(3)} = \frac{U_{ср}}{\sqrt{3}z_{рез}} \quad (96)$$

где  $z_{рез}$  – полное результирующее сопротивление от источника до точки короткого замыкания, Ом.

Базовый ток в точке короткого замыкания  $I_б$ , кА, при расчете сопротивлений в относительных единицах определяется по формуле:

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3}U_б} \quad (98)$$

При расчете сопротивлений в относительных единицах ток трехфазного симметричного короткого замыкания  $I_{к.з.}^{(3)}$ , кА, определяется по формулам:

$$I_{к.з.}^{(3)} = \frac{I_б}{X_{рез}} \quad (99)$$

$$I_{к.з.}^{(3)} = \frac{I_б}{Z_{рез}} \quad (100)$$

Ударный ток трехфазного симметричного короткого замыкания  $I_{к.з.}^{(3)}$ , кА, определяется по формуле:

$$i_{уд} = \sqrt{2}k_{уд}I_{к.з.}^{(3)} \quad (101)$$

где  $k_{уд}$  – ударный коэффициент тока короткого замыкания, определяется по таблице 122 [6.19].

## 2.13 Расчет и выбор питающей линии напряжением выше 1 кВ

Выбор кабелей напряжением выше 1кВ производится по следующим условиям:

1. по экономической плотности тока;
2. по нагреву рабочим током;
3. по термической стойкости при протекании тока короткого замыкания;
4. по допустимому отклонению напряжения.

Согласно ПУЭ п.1.3.28 проверка по экономической плотности тока не подлежат:

- сети промышленных предприятий и сооружений напряжением до 1 кВ при числе часов использования максимума нагрузки предприятий до 4000 – 5000;
- ответвления к отдельным электроприемникам напряжением до 1 кВ, а также осветительные сети промышленных предприятий, жилых и общественных зданий;
- сборные шины электроустановок и ошиновка в пределах открытых и закрытых распределительных устройств всех напряжений;
- проводники, идущие к резисторам, пусковым реостатам и т.п.
- сети временных сооружений, а также устройства со сроком службы 3 – 5 лет.

Сечения питающих линий напряжением выше 1 кВ должны выбираться по экономической плотности тока в нормальном режиме.

Экономически целесообразное сечение  $S_{эк}$ , мм<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$S_{\text{эк}} = \frac{I_p}{j_{\text{эк}}} \quad (102)$$

где  $I_p$  – расчетный ток в часы максимума энергосистемы, А;

$j_{\text{эк}}$  – нормированное значение экономической плотности тока для заданных условий работы, А/мм<sup>2</sup> (таблица 33).

Расчетный ток питающей линии зависит от схемы электроснабжения:

1. для одиночной радиальной линии в нормальном и послеаварийном режимах

$$I_p = I_{\text{норм}} = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_{\text{ном}}} \quad (103)$$

где  $S_p$  – полная расчетная мощность передаваемая по линии, кВА;

$U_{\text{ном}}$  – номинальное напряжение линии, кВ.

2. для нескольких параллельных линий в нормальном режиме

$$I_{\text{норм}} = \frac{S_p}{n\sqrt{3}U_{\text{ном}}} \quad (104)$$

где  $n$  – количество параллельных линий;

3. для нескольких параллельных линий в послеаварийном режиме

$$I_p = \frac{n}{n-1} I_{\text{норм}} \quad (105)$$

Полученное экономически целесообразное сечение  $S_{\text{эк}}$  округляется до ближайшего стандартного значения (разрешается в меньшую сторону).

Принятое экономически целесообразное сечение кабеля проверяется по нагреву рабочим током в послеаварийном режиме (например, после отключения одной из параллельных линий) по условию:

$$\frac{I_{\text{д.д}}}{k_{\text{п1}}k_{\text{п2}}} \geq I_p \quad (106)$$

где  $I_{\text{д.д}}$  – допустимый длительный ток кабеля, А;

$k_{\text{п1}}$  – поправочный температурный коэффициент (таблица 9);

$k_{\text{п2}}$  – поправочный коэффициент на число кабелей, лежащих рядом (таблица 34).

Если принятое экономически целесообразное сечение кабеля не подходит по нагреву рабочим током, то необходимо увеличить сечение кабеля.

Кабель, выбранный по допустимому длительному нагреву, проверяется по термической стойкости к действию трехфазного симметричного КЗ.

Минимальное сечение по термической стойкости  $S_{\text{мин}}$ , мм<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$S_{\text{мин}} = \frac{\sqrt{B_k}}{C_T} \quad (107)$$

где  $B_k$  – тепловой импульс тока короткого замыкания,  $A^2 \cdot c$ ;

$C_T$  – коэффициент, зависящий от материала проводника, его изоляции (таблица 35).

Таблица 32 – Расчетные формулы для определения сопротивлений

Элемент электроустановки и исходные параметры	Расчетные формулы	
	именованные единицы, Ом	относительные единицы
Генератор $x_d \%$	$x = \frac{x_d \% U_6^2}{100 S_{НОМ}}$	$x_* = \frac{x_d \% S_6}{100 S_{НОМ}}$
Энергосистема $I_{ОТХ.НОМ}, kA$ $S_K, S_{НОМ}, MVA$ $X_{*C.НОМ}$	$x = \frac{U_6^2}{\sqrt{3} I_{ОТХ.НОМ} U_{cp}}$ $x = \frac{U_6^2}{S_K}$ $x = X_{*C.НОМ} \frac{U_6^2}{S_{НОМ}}$	$x_* = \frac{S_6}{\sqrt{3} I_{ОТХ.НОМ} U_{cp}}$ $x_* = \frac{S_6}{S_K}$ $x_* = X_{*C.НОМ} \frac{S_6}{S_{НОМ}}$
Двухобмоточный трансформатор $S_{НОМ}, MVA$ $U_K \%$ , $P_K, кВт$	$x = \frac{U_K \% U_6^2}{100 S_{НОМ}}$	$x_* = \frac{U_K \% S_6}{100 S_{НОМ}}$
	с учетом активного сопротивления	
	$r = \frac{P_K U_6^2 10^{-3}}{S_{НОМ}^2}$ $x = \sqrt{u_K^2 - \left(\frac{P_K}{S_{НОМ}}\right)^2} \frac{U_6^2}{S_{НОМ}}$	$r = P_K \frac{S_6}{S_{НОМ}^2} 10^{-3}$ $x_* = \sqrt{u_K^2 - \left(\frac{P_K}{S_{НОМ}}\right)^2} \frac{S_6}{S_{НОМ}}$
Трехфазный трансформатор с расщепленной обмоткой НН $S_{НОМ}, MVA$ $U_{K.B-H} \%$	$x_B = \frac{0,125 U_{K.B-H} \% U_6^2}{100 S_{НОМ}}$ $x_{H1} = x_{H2} = \frac{1,75 U_{K.B-H} \% U_6^2}{100 S_{НОМ}}$	$x_{*B} = \frac{0,125 U_{K.B-H} \% S_6}{100 S_{НОМ}}$ $x_{*H1} = x_{*H2} = \frac{1,75 U_{K.B-H} \% S_6}{100 S_{НОМ}}$
Реактор $x_p, Ом$	$x = x_p \frac{U_6^2}{U_{cp}^2}$	$x_* = x_p \frac{S_6}{U_{cp}^2}$
Сдвоенный реактор $x_p, Ом$ $k_{CB}$	$x_1 = -x_p k_{CB} \frac{U_6^2}{U_{cp}^2}$ $x_2 = x_3 = x_p (1+k_{CB}) \frac{U_6^2}{U_{cp}^2}$	$x_1 = -x_p k_{CB} \frac{S_6}{U_{cp}^2}$ $x_{*2} = x_{*3} = x_p (1+k_{CB}) \frac{S_6}{U_{cp}^2}$
Линия $x_0, Ом/км$ $r_0, Ом/км$ $l, км$	$x = x_0 l \frac{U_6^2}{U_{cp}^2}$ $r = r_0 l \frac{U_6^2}{U_{cp}^2}$	$x_* = x_0 l \frac{S_6}{U_{cp}^2}$ $r_* = r_0 l \frac{S_6}{U_{cp}^2}$

Примечание:  $S_6$  – базовая мощность, МВА;

$U_6$  – базовое напряжение, кВ;

$U_{cp}$  – среднее напряжение в месте установки данного элемента, кВ.

Таблица 33 – Экономическая плотность тока  $j_{эк}$

Проводники	Экономическая плотность тока, А/мм <sup>2</sup>		
	более 1000 до 3000	более 3000 до 5000	более 5000
Неизолированные провода и шины:			
медные	2,5	2,1	1,8
алюминиевые	1,3	1,1	1,0
Кабели с бумажной и провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с жилами:			
медными	3,0	2,5	2,0
алюминиевыми	1,6	1,4	1,2
Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией с жилами:			
медными	3,5	3,1	2,7
алюминиевыми	1,9	1,7	1,6

Таблица 34 – Поправочные коэффициенты на число работающих кабелей, лежащих рядом в земле (в трубах и без труб)

Расстояние в свету, мм	Число кабелей					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Тепловой импульс тока короткого замыкания  $V_k$ , А<sup>2</sup>-с, определяется по формуле:

$$V_k = I_{к.з.}^{(3)2} (T_a + t_{р.з.} + t_v) \quad (108)$$

где  $T_a$  – постоянная времени затухания аperiodической составляющей тока короткого замыкания определяется по таблице 122 [6.19];

$t_{р.з.}$  – время действия релейной защиты (принимается согласно задания на дипломное проектирование), с;

$t_v$  – полное время отключения выключателя (принимается согласно задания на дипломное проектирование), с.

Полученное сечение  $S_{min}$ , мм<sup>2</sup>, округляется до ближайшего стандартного в большую сторону. Кабель, принятый для монтажа, не может иметь сечение меньшее значения  $S_{min}$ .

Выбранное сечение проверяют по потере напряжения.

Ориентировочно можно считать допустимыми следующие потери напряжения на участках электросети:

- линии напряжением 6 – 10 кВ внутри предприятия – 5 %;
- линии напряжением 10 – 220 кВ, питающие ГПП предприятия – 10 %.

Таблица 35 – Значение параметра  $C_T$  для кабелей

Характеристика кабелей	Значение $C_T$
Кабели до 10 кВ: с медными жилами	140
с алюминиевыми жилами	90
Кабели 20 – 30 кВ: с медными жилами	105
с алюминиевыми жилами	70
Кабели и изолированные провода с поливинилхлоридной или резиновой изоляцией: с медными жилами	120
с алюминиевыми жилами	75
Кабели и изолированные провода с полиэтиленовой изоляцией: с медными жилами	103
с алюминиевыми жилами	65

Потерю напряжения в линиях напряжением до 35 кВ  $\Delta U$ , В, определяют по формуле:

$$\Delta U = \sqrt{3} I_p \ell (r_{уд} \cos \varphi + x_{уд} \sin \varphi) \quad (109)$$

где  $I_p$  – расчетный ток линии, А;

$r_{уд}$  – активное удельное сопротивление линии, Ом/км;

$x_{уд}$  – индуктивное удельное сопротивление линии, Ом/км;

$\cos \varphi, \sin \varphi$  – коэффициенты мощности соответствуют  $\operatorname{tg} \varphi$  в конце линии.

Значения удельных сопротивлений для кабельных линий приведены в таблице 36.

## 2.14 Выбор типа трансформаторной подстанции

*Подстанцией* называется электроустановка, служащая для преобразования и распределения электроэнергии и состоящая из трансформаторов, распределительных устройств, устройств управления, защиты и измерения.

В настоящее время цеховые трансформаторные подстанции выполняются комплектными (КТП), размещаемыми в отдельном помещении цеха или непосредственно в цехе в зависимости от условий окружающей среды и характера производства.

КТП поставляются с заводов полностью собранными или подготовленными для сборки. КТП применяют в постоянных, а также во временных электроустановках промышленных предприятий, т.к. они транспортабельны и просты для монтажа и демонтажа, что позволяет перевозить их на другие объекты. Комплектные трансформаторные подстанции изготавливают для внутренней (КТП, КНТП) и наружной (КТПН) установок. Они могут быть закрытыми и открытыми.

Размеры КТП меньше размеров обычных подстанций тех же схем и мощностей, что позволяет размещать их близко к центру нагрузок. В КТП коммутационная и защитная аппаратура имеет обычное исполнение.

КТП внутренней установки. КТП напряжением 6 – 10/0,4 – 0,23 кВ наиболее широко применяют для непосредственного электроснабжения промышленных объектов. Такие подстанции устанавливают в цехах и других помещениях в непосредственной близости от потребителей, что значительно упрощает и удешевляет распределительную сеть, идущую к токоприемникам, и дает возможность выполнять ее совершенными (в конструктивном отношении) магистральными и распределительными шинопроводами.



Таблица 36 – Удельные активные и индуктивные сопротивления трехжильных кабелей

Номинальное сечение жилы мм <sup>2</sup>	Активное сопротивление жил при +20 <sup>0</sup> С, Ом/км		Индуктивное сопротивление, Ом/км, при номинальном напряжении кабеля, кВ	
	Алюминиевых	Медных	6	10
16	1,94	1,15	0,102	0,113
25	1,24	0,74	0,091	0,099
35	0,89	0,52	0,087	0,095
50	0,62	0,37	0,083	0,090
70	0,443	0,26	0,080	0,086
95	0,326	0,194	0,078	0,083
120	0,258	0,153	0,076	0,081
150	0,206	0,122	0,074	0,079
185	0,167	0,099	0,073	0,077
240	0,129	0,077	0,071	0,075

Комплектные цеховые ТП выполняют напряжением 6 – 10/0,4 – 0,23 кВ с трансформаторами до 2500 кВА. На сравнительно небольшой площади, занимаемой КТП, размещают силовой трансформатор, коммутационную защитную и измерительную аппаратуру и при необходимости секционный автомат для присоединения второго комплекта двухтрансформаторной КТП.

КТП наружной установки. КТПН выполняются для различных напряжений и предназначены для электроснабжения строительных объектов промышленных предприятий и отдельных районов. КТПН рассчитаны для установки на открытом воздухе, но не предназначены для работы в атмосфере с токопроводящей пылью, химически активными газами и испарениями.

Подстанции изготовляют двух видов, рассчитанных на мощность трансформаторов 160 – 250 и 400 – 630 кВА.

## 2.15 Выбор электрооборудования трансформаторной подстанции и проверка его на действие токов короткого замыкания

Для внутрицеховых сетей применяют КТП или КТПН с одним или двумя трансформаторами мощностью до 2500 кВА и напряжениями 6 – 10/0,4 – 0,23 кВ. Подстанция состоит из трех узлов:

- шкаф ввода высокого напряжения (ввод ВН);
- силовой трансформатор;
- распределительное устройство низкого напряжения (РУ НН).

Шкафы ввода высокого напряжения предназначены для глухого присоединения трансформатора к линии, через выключатель нагрузки или разъединитель с предохранителем.

Ввод ВН в ТП осуществляется от радиальных или магистральных линий. В первом случае в конце линий не требуются коммутационные аппараты, и линию наглухо соединяют с зажимами ВН трансформатора. Все коммутационные аппараты и защитные устройства блока линия – трансформатор находятся в начале линии (например, на ГПП предприятия). Для удобства проведения ремонтных работ и профилактических испытаний кабельных линий могут предусматриваться разъединители между кабелем и трансформатором. Для удобства заземления кабеля во время ремонтных работ разъединитель обычно снабжают заземляющими ножами, однако вместо них могут предусматриваться и переносные заземления.

В случае подвода к подстанции магистральных линий в присоединении к трансформатору предусматривают защитные и коммутационные аппараты. Коммутационные аппараты предусматривают и в кабельной магистральной линии с обеих сторон присоединения. Наиболее дешевым вариантом является применение в цепи трансформатора разъединителя с плавким предохранителем. Эта схема применима в следующих случаях:

1. ток нагрузки трансформатора отключается аппаратами НН;
2. разъединитель ВН способен отключить ток ХХ трансформатора (допустимость отключения токов ХХ электрооборудования разъединителями ограничена требованиями ПУЭ и других нормативных документов; допустимый отключаемый ток ХХ находится в пределах 10 А);
3. номенклатура плавких предохранителей позволяет выбрать подходящие по номинальному току трансформатора предохранители с требуемой отключающей способностью токов КЗ;
4. у трансформатора не применяются защиты, требующие в цепи ВН выключателя;
5. включение и отключение трансформатора производятся относительно редко (например, не более нескольких раз в месяц);
6. не требуется дистанционное управление или телеуправление подстанцией.

Когда требуется отключение тока нагрузки со стороны ВН, вместо разъединителя применяют выключатель нагрузки. Выбор схемы зависит от конструктивных особенностей выключателей нагрузки и плавких предохранителей (часто составляющих один комплексный аппарат). Выключатель нагрузки снабжен приводом, позволяющим использовать дистанционное управление или телеуправление для нечастых включений и отключений. В случае частых (например, ежедневных) коммутаций в цепи трансформатора, а также при необходимости применения сложных схем защиты со стороны ВН трансформатора предусматривают выключатель ВН.

В случае применения выключателя ВН в составе подстанции, особенно в случае питания от кабельной магистральной линии, используют простейшее РУ ВН.

#### Силовые трансформаторы КТП.

На напряжении 6 – 10 кВ применяются масляные, совтоловые и сухие трансформаторы, но преимущественное применение находят масляные трансформаторы.

Применение совтоловых трансформаторов мощностью до 1600 кВА целесообразно в тех случаях, когда по условиям среды нельзя устанавливать масляные трансформаторы и недопустима установка сухих негерметизированных трансформаторов. При выборе этих трансформаторов необходимо учитывать их токсичность при наличии течи совтола, т.к. при этом выделяются вредные пары, длительное вдыхание которых вызывает раздражение слизистых оболочек глаз и носа.

Сухие трансформаторы имеют ограниченное применение, т.к. они дороже масляных и имеют следующие недостатки:

1. боятся грозových перенапряжений;
2. создают при работе повышенный шум по сравнению с масляными;
3. требуют установки в сухих непыльных помещениях с относительной влажностью не более 65 %.

Применение сухих трансформаторов целесообразно при их мощности до 400 кВА. В основном они применяются там, где недопустима установка масляных трансформаторов из-за пожарной опасности, а трансформаторов с негорючей жидкостью из-за их токсичности.

Силовые трансформаторы имеют два ввода ВН и НН. Ввод ВН подключается к питающей линии через шкаф ВН. Ввод НН используется для соединения трансформатора со сборными шинами РУ НН.

Соединение может осуществляться следующим образом:

1. без применения коммутационных аппаратов, если исключена подача напряжения на трансформатор со стороны НН, а отключение трансформатора в нормальных и аварийных режимах производится аппаратами ВН;

2. с применением неавтоматических аппаратов (например, рубильников), если на трансформатор не может подаваться напряжение со стороны НН, но требуется ручное отключение нагрузки или ручное отделение трансформатора со стороны НН;
3. с применением аппаратов защиты ( плавких предохранителей или автоматических выключателей), если на трансформатор может быть подано напряжение со стороны НН.

Распределительное устройство НН состоит из шкафа ввода НН и линейных шкафов с установленными в отсеках коммутационными аппаратами и измерительными приборами. Отходящие линии НН могут содержать неавтоматические выключатели с предохранителями, плавкие предохранители с механическим приводом (предохранители-рубильники и т.п.), резьбовые или другие вынимаемые предохранители без дополнительных аппаратов, неподвижные автоматические выключатели на выдвигаемых или выкатных узлах.

На подстанции двумя трансформаторами устанавливается секционный шкаф (при однорядной компоновке подстанции) или шинный мост в коробе (при двухрядной компоновке подстанции). Между секциями предусматривают защитные аппараты и, если требуется автоматическое включение резервного питания при аварии с одним трансформатором, автоматически включаемые аппараты (автоматические выключатели с приводом включения).

Более подробная техническая характеристика оборудования комплектных трансформаторных подстанций приводится в каталогах электротехнической продукции заводов-изготовителей.

Коммутационные аппараты должны быть способны включать и отключать соответствующие цепи в продолжительных и в кратковременных аварийных режимах, в том числе в режиме короткого замыкания. Во включенном положении коммутационные аппараты должны быть способны пропускать сквозной ток короткого замыкания. Плавкие предохранители должны быть способны отключать соответствующие цепи при коротких замыканиях и перегрузках.

При выборе коммутационной аппаратуры подстанции следует учитывать типы аппаратов устанавливаемых в выбранной серии КТП.

Выбор и проверка аппаратов и токоведущих частей комплектной трансформаторной подстанции проводится в следующем порядке:

1. выключатели напряжением 6 – 10 кВ

Выбор выключателей осуществляется с учетом 12 различных параметров. В учебном проектировании при выборе выключателей в системе электроснабжения достаточно учесть основные параметры. Выключатели выбираются:

*по напряжению установки*

$$U_{уст} \leq U_{ном} \quad (110)$$

*по длительному току*

$$I_{норм} \leq I_{ном} \quad (111)$$

$$I_{max} \leq I_{ном} \quad (112)$$

*по отключающей способности*

$$I_{к.з.}^{(3)} \leq I_{отк.ном} \quad (113)$$

где  $I_{отк.ном}$  – номинальный ток отключения (принимается по каталогу), кА;

*по электродинамической стойкости*

$$i_{уд} \leq i_{дин} \quad (114)$$

где  $i_{дин}$  – ток электродинамической стойкости, кА (принимается по каталогу);

*по термической стойкости*

$$B_k \leq I_{терм}^2 t_{терм} \quad (115)$$

где  $I_{терм}$  – ток термической стойкости (принимается по каталогу выключателя), кА;

$t_{терм}$  – время протекания тока термической стойкости (принимается по каталогу выключателя), с.

## 2. выключатели нагрузки

Выключатели нагрузки не предназначены для отключения токов короткого замыкания, поэтому их выбирают:

- по напряжению установки по формуле (110);*
- по длительному току по формулам (111) и (112);*
- по электродинамической стойкости по формуле (114);*
- по термической стойкости по формуле (115).*

## 3. разъединители напряжением 6 – 10 кВ

Разъединители не предназначены для отключения токов короткого замыкания, поэтому их выбирают:

- по напряжению установки по формуле (110);*
- по длительному току по формулам (111) и (112);*
- по электродинамической стойкости по формуле (114);*
- по термической стойкости по формуле (115).*

## 4. предохранители напряжением 6 – 10 кВ

Если выключатель нагрузки или разъединитель сочетается с высоковольтным предохранителем, то предохранитель выбирается:

- по напряжению установки по формуле (110);*
- по длительному току по формуле (111) и (112);*
- по отключающей способности по формуле (113).*

## 5. сборные шины напряжением 0,4 кВ

Сборные шины выбираются:

- по напряжению установки по формуле (110);*
- по длительному току по формулам (111) и (112);*
- по электродинамической стойкости по формуле (114).*

Для проверки сборных шин по электродинамической стойкости необходимо рассчитать ток КЗ на стороне до 1 кВ. При напряжении до 1 кВ даже небольшое сопротивление оказывает существенное влияние на ток КЗ. Поэтому в расчетах учитывают все сопротивления короткозамкнутой цепи, как индуктивные, так и активные. Кроме того, учитывают активные сопротивления всех переходных контактов в этой цепи (на шинах, на вводах и выводах аппаратов, разъемные контакты аппаратов и контакт на месте КЗ).

При отсутствии достоверных данных о контактах и их переходных сопротивлениях рекомендуется при расчете токов КЗ в сетях питаемых трансформаторами мощностью до 1000 кВА принимать значения сопротивлений по таблице 37.

Таблица 37 – Рекомендуемые значения сопротивлений контактов приборов и аппаратов

Наименование	Сопротивление	Примерное
--------------	---------------	-----------

приборов и аппаратов	Активное г , мОм	Реактивное х , мОм	переходное сопротивление контактов, мОм
Силовые трансформаторы 10/0,4-0,23 кВ мощностью (сопротивления приведены к стороне 0,4/0,23 кВ):			
160 кВА	17	42	
250 кВА	10,2	30,3	
400 кВА	5,7	17,2	
630 кВА	3,2	13,4	
1000 кВА	2,1	8,5	
Трансформаторы тока при коэффициенте трансформации			
20/5	42	67	
30/5	20	30	
40/5	11	17	
50/5	7	11	
75/5	3	4,8	
100/5	1,7	2,7	
150/5	0,8	1,2	
200/5	0,4	0,7	
Рубильники при номинальном токе, А:			
100			0,5
200			0,4
400			0,2
600			0,15
1000			0,08
Катушки расцепителей автоматов (при 65 <sup>0</sup> С) при номинальном токе, А:			
50	5,5	2,7	1,3
70	2,4	1,3	1
100	1,3	0,9	0,75
200	0,4	0,3	0,6

Для установок напряжением до 1 кВ при расчетах токов короткого замыкания, если мощность системы примерно в 50 раз превосходит мощность цехового трансформатора, считают:

- мощность питающей системы не ограничена;
- напряжение на стороне высшего напряжения трансформатора неизменное.

Расчет токов короткого замыкания на напряжение до 1 кВ выполняют в именованных единицах. Сопротивления элементов системы электроснабжения высшего напряжения приводят к низшему напряжению  $x_H$ , Ом, по формуле:

$$x_H = x_B \left( \frac{U_{ном.Н}}{U_{ном.В}} \right)^2 \quad (115)$$

где  $x_B$  – сопротивление элемента системы электроснабжения высшего напряжения, Ом;

$U_{ном.В}$  – номинальное напряжение высшей ступени, кВ;

$U_{ном.Н}$  – номинальное напряжение низшей ступени, кВ.

Если предполагается развитие энергосистемы электроснабжения и стремятся, чтобы все выбранные аппараты при этом соответствовали своему назначению, расчет токов короткого замыкания выполняют без учета сопротивления системы до цехового трансформатора. Значения ударных коэффициентов определяют по кривой  $K_{уд} = f(x/r)$  представленной на рисунке 5, а при  $x/r \leq 0,5$  принимают равным единице. Расчетные точки при расчете токов КЗ выбирают в начале отходящей линии непосредственно за коммутационным аппаратом.

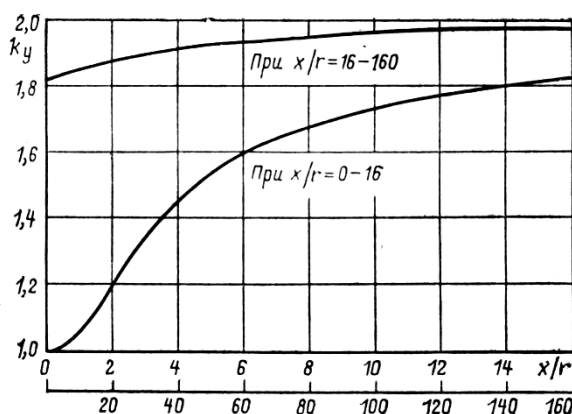


Рисунок 5 – Зависимость ударного коэффициента  $k_{уд}$  от отношения  $x/r$

Выбор защитной и коммутационной аппаратуры РУ НН производится согласно п.2.9 данных Методических рекомендаций.

По результатам выбора электрооборудования подстанции выполняется принципиальная схема КТП согласно рисунку 6.

На листе 1 графической части необходимо показать все электрооборудование подстанции с соблюдением масштаба и требований раздела 4 [6.8].

Ширина прохода вдоль КРУ и КТП, а также вдоль стен подстанции, имеющих двери или вентиляционные отверстия. Должна быть не менее 1 м; кроме того, должна быть обеспечена возможность выкатки трансформаторов и других аппаратов.

Ширина прохода для управления и ремонта КРУ выкатного типа и КТП должна обеспечивать удобство обслуживания, перемещения и разворота оборудования и его ремонта.

При установке КРУ и КТП в отдельных помещениях ширина прохода должна определяться, исходя из следующих условий:

1. для однорядного исполнения – длина тележки КРУ плюс не менее 0,6 м;
2. для двухрядного исполнения – длина тележки КРУ плюс не менее 0,8 м.

Ширина коридора обслуживания должна обеспечивать удобное обслуживание установки и перемещение оборудования, причем она должна быть не менее:

- 1 м при одностороннем расположении оборудования;
- 1,2 м при двухстороннем расположении оборудования.

Допускается местное сужение коридора обслуживания не более чем на 0,2 м (при этом сужение прохода напротив выкатываемых тележек запрещается).

При наличии прохода с задней стороны КРУ и КТП для их осмотра ширина его должна быть не менее 0,8 м; допускаются отдельные местные сужения не более чем на 0,2 м.

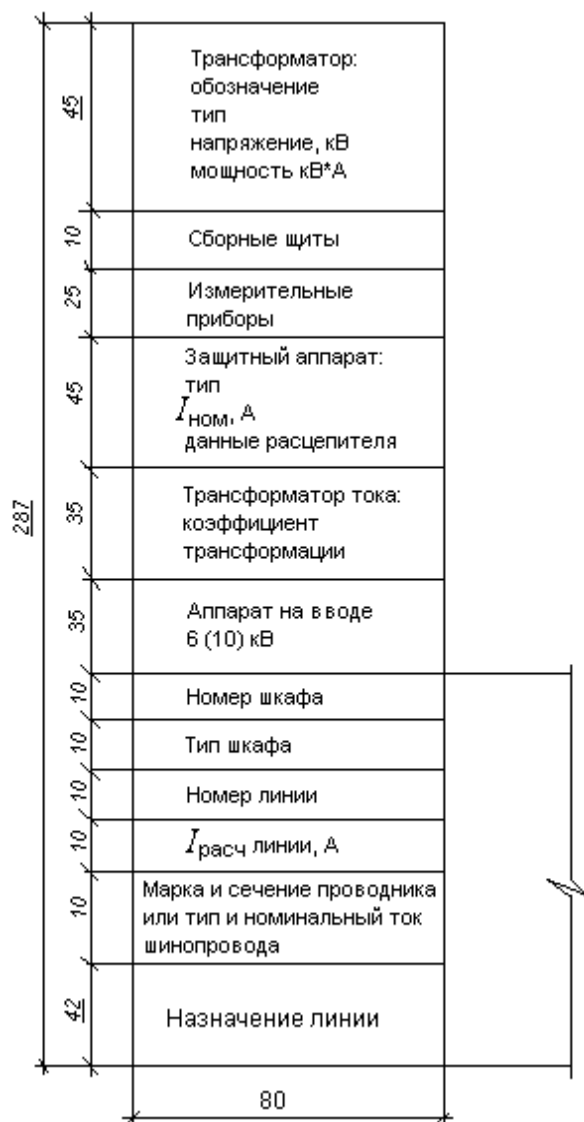


Рисунок 6 – Принципиальная схема комплектной трансформаторной подстанции

При открытой установке КРУ и КТП в производственных помещениях ширина свободного прохода должна определяться расположением производственного оборудования, обеспечивать возможность транспортирования наиболее крупных элементов КРУ и КТП и во всяком случае должна быть не менее 1 м.

## 2.16 Расчет заземляющего устройства

Многие части электроустановок, не находящиеся под напряжением (корпуса электрических машин, осветительная арматура, металлические конструкции подстанций, металлические оболочки кабелей и кабельные муфты и т.п.) могут во время аварии оказаться под напряжением, что вызывает опасность поражения электрическим током обслуживающего персонала при прикосновении к ним. Обеспечить безопасность прикосновения к таким частям должно защитное заземление.

В основу классификации электроустановок по мерам электробезопасности положено номинальное напряжение электроустановки (до 1 кВ и выше 1 кВ) и режим ее нейтрали (таблица 38).

Согласно заданию на дипломное проектирование необходимо описать конструктивное выполнение заземляющего устройства и произвести расчет заземляющего устройства.

Таблица 38 – Классификация электроустановок по мерам электробезопасности

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	Режим нейтрали	Классификация электроустановок
До 1 кВ	Заземленная нейтраль	Электроустановка до 1 кВ с заземленной нейтралью
	Изолированная нейтраль	Электроустановка до 1 кВ с изолированной нейтралью
Выше 1 кВ	Эффективно заземленная нейтраль	Электроустановка выше 1кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью
	Изолированная нейтраль	Электроустановка выше 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью

В настоящее время основные технические решения, определяющие электробезопасность электроустановок зданий, регламентируются [6.8].

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении: защитное заземление; автоматическое отключение питания; уравнивание потенциалов; выравнивание потенциалов; двойная или усиленная изоляция; сверхнизкое (малое) напряжение; защитное электрическое разделение цепей; изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

**Заземление** – преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

В электроустановках различают следующие виды заземления:

**защитное заземление** – заземление, выполняемое в целях электробезопасности;

**рабочее заземление** – заземление точки или точек токоведущих частей электроустановки, выполняемое для обеспечения работы электроустановки (не в целях электробезопасности).

Заземление снижает потенциал по отношению к земле металлических частей электроустановки, оказавшихся под напряжением при аварии, до безопасного значения.

Защитные действия заземления состоят в уменьшении тока, возникающего в теле человека при соприкосновении с корпусом электроустановки, оказавшейся под напряжением.

Для электроустановок напряжением до 1кВ приняты системы заземления, приведенные в таблице 39.

Общие требования и условия применения заземления приведены в таблице 40.

Для заземления электроустановок используются искусственные и естественные заземлители.

Для заземляющих устройств следует по возможности использовать естественные заземлители: водопроводные и другие металлические трубы, проложенные в земле без изоляции (кроме трубопроводов с горючими веществами), имеющие металлические конструкции зданий и сооружений, а также имеющие соединения с землей, шпунты, свинцовые оболочки проложенных в земле кабелей и т.п.

Электроустановки напряжением до 1кВ жилых, общественных и промышленных зданий и наружных установок должны, как правило, получать питание от источника с глухо-заземленной нейтралью с применением системы TN.

В таблице 41 приведены части, подлежащие заземлению, и основные требования к устройству заземления

Виды электроустановок, подлежащих заземлению, приведены в таблице 42.



Таблица 39 – Характеристика систем заземления электроустановок до 1кВ

Обозначение системы	Конструктивное выполнение сети заземления
<b>TN</b>	система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников.
<b>TN-C</b>	система TN, в которой нулевой защитный (РЕ-проводник) и нулевой рабочий (N-проводник) проводники совмещены в одном PEN-проводнике на всем ее протяжении
<b>TN-S</b>	система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении.
<b>TN-C-S</b>	система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания.
<b>IT</b>	система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены.
<b>TT</b>	система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника.

При использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью и до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью сопротивление должно быть не менее сопротивления установленного для сети напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью представленного в таблице 43.

Для подстанций напряжением 6 – 10/0,4 кВ должно быть выполнено одно общее заземляющее устройство, к которому должны быть присоединены:

1. нейтраль трансформатора на стороне напряжения до 1 кВ;
2. корпус трансформатора;
3. металлические оболочки и броня кабелей напряжением до 1 кВ и выше;
4. открытые проводящие части электроустановок напряжением до 1 кВ и выше;
5. сторонние проводящие части.

Вокруг площади занимаемой подстанцией, на глубине 0,5 м и на расстоянии не более 1 м от края фундамента здания подстанции или от края фундаментов открыто установленного оборудования, должен быть проложен замкнутый горизонтальный заземлитель (контур), присоединенный к заземляющему устройству.

При выборе сечения заземлителей необходимо учитывать коррозионную активность грунта по отношению к стали согласно таблице 45.

Активность грунта по отношению к стали в зависимости от одного из параметров – удельного сопротивления грунта, влияющего на скорость коррозии металла в грунте, приведена в таблице 45.

Контур заземления здания состоит из внешнего и внутреннего заземления.

Внутренний контур заземления выполняется на каждом этаже здания стальным проводником.

Рекомендуемые и допустимые размеры проводников указаны в таблице 46.

Таблица 40 – Общие требования и условия применения заземления

Общие требования	Условия применения
<p>1. Для заземления электроустановок в первую очередь должны быть использованы естественные заземлители. Если при этом сопротивление заземляющих устройств или напряжение прикосновения имеет допустимые значения, а также обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве, то искусственные заземлители должны применяться лишь при необходимости снижения плотности токов, протекающих по естественным заземлителям или стекающих с них.</p>	<p>1. Нормируемые значения сопротивления заземляющих устройств и напряжения прикосновения должны быть обеспечены при наиболее неблагоприятных условиях. Удельное сопротивление земли следует определять, принимая в качестве расчетного значение, соответствующее тому сезону года, когда сопротивление заземляющего устройства или напряжение прикосновения принимает наибольшие значения.</p>
<p>2. Для заземления электроустановок различных назначений и различных напряжений, территориально приближенных одна к другой, рекомендуется применять одно общее заземляющее устройство. Для объединения заземляющих устройств различных электроустановок в одно общее заземляющее устройство следует использовать все имеющиеся в наличии естественных, в том числе протяженные, заземляющие проводники.</p>	<p>2. В электроустановках выше 1 кВ с изолированной нейтралью должно быть выполнено заземление. В таких электроустановках должна быть предусмотрена возможность быстрого отыскания замыканий на землю. Защита от замыканий на землю должна устанавливаться с действием на отключение (по всей электрически связанной сети) в тех случаях, в которых это необходимо по условиям безопасности (для линий, питающих передвижные подстанции и механизмы, торфяных разработок и т.п.).</p>
<p>3. Заземляющее устройство, используемое для заземления электроустановок одного или различных назначений и напряжений, должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к заземлению этих электроустановок: защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции, режима работы сетей, защиты электрооборудования от перенапряжения и т.д.</p>	<p>3. Электроустановки до 1 кВ переменного тока с изолированной нейтралью или изолированным выводом источника однофазного тока, а также электроустановки постоянного тока с изолированной средней точкой следует применять при повышенных требованиях безопасности (для передвижных установок, торфяных разработок, шахт). Для таких электроустановок должно быть выполнено заземление в сочетании с контролем изоляции сети или защитное отключение.</p>

- |  |   |
|--|---|
|  | <p>4. Трехфазная сеть до 1 кВ с изолированной нейтралью или однофазная сеть до 1 кВ с изолированным выводом, связанная через трансформатор с сетью выше 1 кВ, должна быть защищена пробивным предохранителем от опасности, возникающей при повреждении изоляции между обмотками высшего и низшего напряжений трансформатора, при этом должен быть предусмотрен контроль за целостностью пробивного предохранителя</p> |
|--|---|

Таблица 41 – Части, подлежащие занулению или заземлению

Части, подлежащие занулению или заземлению	Требования к заземлению или занулению
1. Строительные и производственные конструкции, стационарно проложенные трубопроводы всех назначений, металлические корпуса технологического оборудования, подкрановые пути и т.п.	В целях уравнивания потенциалов в тех помещениях и наружных установках, в которых применяется заземление или зануление, выполняется присоединение к сети заземления или зануления, при этом естественные контакты в сочленениях являются достаточными.
2. Корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов и т.п.	–
3. Приводы электрических аппаратов	–
4. Вторичные обмотки измерительных трансформаторов	–
5. Каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов	Съемные или открывающиеся части, если на них установлено электрооборудование напряжением выше 42 В переменного тока или выше 110 В постоянного тока
6. Металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные конструкции, металлические кабельные соединительные муфты, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические оболочки проводов, металлические рукава и трубы электропроводки, кожухи и опорные конструкции шинопроводов, лотки, короба, струны и стальные полосы, на которых укреплены кабели и провода	Кроме струн, тросов и полос, по которым проложены кабели с заземленной или зануленной металлической оболочкой или броней
7. Другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование	–
8. Металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов напряжением до 42 В переменного тока, проложенных в общих металлических конструкциях, в том числе в общих трубах, коробах, лотках, вместе с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых подлежат заземлению или занулению	–
9. Металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников	–
10. Электрооборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов	–

Таблица 42 – Электроустановки, подлежащие заземлению или занулению

Электроустановка	Номинальное напряжение, В	
	переменный ток	постоянный ток
Наружные электроустановки	Выше 42	Выше 110
Электроустановки в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью	Выше 42	Выше 110
Все прочие электроустановки	380 и выше	440 и выше

Таблица 43 – Предельно допустимое сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генераторов или трансформатора или выводы источника однофазного тока

Линейное напряжение источника тока, В		Сопротивление заземляющего устройства R, Ом	Удельное сопротивление земли ρ, Ом·м
трехфазного	однофазного		
660	380	2	$\rho \leq 100$
380	220	4	$\rho \leq 100$
220	127	8	$\rho \leq 100$
660	380	$0,02\rho$	$100 \leq \rho \leq 1000$
380	220	$0,04\rho$	$100 \leq \rho \leq 1000$
220	127	$0,08\rho$	$100 \leq \rho \leq 1000$
660	380	20	$\rho \geq 1000$
380	220	40	$\rho \geq 1000$
220	127	80	$\rho \geq 1000$

#### Пример расчета заземляющего устройства.

Требуется рассчитать заземление трансформаторной подстанции КТП–2×630-10/0,4. Наибольший ток через заземление при замыкании на землю на стороне 10 кВ составляет 25 А, грунт в месте сооружения – суглинок, климатическая зона – 3, естественные заземлители не используются.

#### Решение.

Предполагается сооружение заземлителя с внешней стороны здания трансформаторной подстанции с расположением вертикальных электродов по периметру.

В качестве вертикальных заземлителей принимаются стальные стержни диаметром 16 мм (согласно таблице 44) длиной 2 метра, которые погружаются в грунт методом ввертывания. Верхние концы электродов располагаются на глубине 0,7 метра от поверхности земли. К ним привариваются горизонтальные электроды стержневого типа из той же стали, что и вертикальные электроды.

1. Для стороны 10 кВ в соответствии с требованиями [6.8] сопротивление заземляющего устройства  $R_3$ , Ом, определяется по формуле:

$$R_3 \leq \frac{U_p}{I_p} \quad (116)$$

где  $U_p$  - расчетное напряжение на заземляющем устройстве по отношению к земле, В;

$I_p$  - наибольший ток через заземление при замыкании на землю на стороне 10 кВ, А.

Таблица 44 – Сечение заземлителей в зависимости от агрессивности грунтов

Вид заземляющего устройства	Коррозионная активность по отношению к стали	Рекомендуемые размеры заземлителей	Допустимые к применению заземлители
Со стальными вертикальными заземлителями	Весьма высокая	Сталь круглая $\varnothing 16$ мм*	-
	Высокая	Сталь круглая $\varnothing 16$ мм*	-
	Повышенная, средняя	Для мягких грунтов сталь круглая $\varnothing 12$ мм	Сталь угловая 63×63×6 мм
	Низкая	Для грунтов средней твердости сталь круглая $\varnothing 16$ мм	Для мягких грунтов сталь угловая 50×50×5 мм
Стальные горизонтальные заземлители	Весьма высокая, высокая	Сталь круглая $\varnothing 16$ мм	Стальная полоса 20×10, 30×10, 40×10 мм
		Сталь круглая $\varnothing 14$ мм	Стальная полоса 20×8, 30×8, 40×8 мм
	Повышенная, средняя	Сталь круглая $\varnothing 12$ мм	Стальная полоса 20×6, 30×6, 40×6 мм
	Низкая	Сталь круглая $\varnothing 10$ мм	Стальная полоса 20×4, 30×4, 40×4 мм

\* - заземлители других форм недопустимы по условиям коррозии.

Таблица 45 – Коррозионная активность грунтов

Коррозионная активность грунтов	Удельное сопротивление грунта, Ом·м
Весьма высокая	До 5
Высокая	5 – 10
Повышенная	10 – 20
Средняя	20 – 100
Низкая	Более 100

Таблица 46 – Заземляющие защитные проводники, рекомендуемые для производственных помещений

Вид заземляющего защитного проводника	Характеристика среды	Рекомендуемые стальные проводники	Допустимые к применению стальные проводники
Магистралы заземления	Нормальная или влажная	Стальная полоса 40×3, 30×4 мм	Стальная полоса 40×4 мм, сталь круглая $\varnothing 14$ мм
	Сырая или химически активная*	Сталь круглая $\varnothing 14$ мм	Стальная полоса 30×4, 30×5, 40×4 мм
Ответвления от магистралей	Нормальная или влажная	Стальная полоса 20×3, 25×3 мм	Сталь круглая $\varnothing 5 - 10$ мм
	Сырая или химически активная*	Сталь круглая $\varnothing 6 - 10$ мм	Стальная полоса 20×4, 25×4 мм

Таблица 47 – Приближенные значения удельных сопротивлений грунтов и воды

Вид грунта	Удельное сопротивление грунта $\rho$ , Ом·м	
	Возможные пределы	Значения, рекомендуемые для предварительных расчетов
Песок	400 – 1000 и более	700
Супесок	150 – 400 и более	300
Суглинок	40 – 150 и более	100
Глина	8 – 70 и более	40
Садовая земля	40	40
Чернозем	10 – 50 и более	20
Торф	10	20
Речная вода (реки на равнинах)	10 – 80	50
Морская вода	0,2	0,2

Таблица 48 – Характеристики климатических районов и приближенные значения поправочных коэффициентов к величине  $\rho$

Характеристика районов и виды применяемых заземлителей	Районы			
	I	II	III	IV
Характеристика районов				
Средняя многолетняя низшая температура (январь), $^{\circ}\text{C}$	- 20 ÷ - 15	- 14 ÷ - 10	- 10 ÷ - 0	0 ÷ + 5
Средняя многолетняя высшая температура (июль), $^{\circ}\text{C}$	15 – 18	18 – 22	22 – 24	24 – 26
Продолжительность промерзания вод, дней	190 – 170	~ 150	~ 100	0
Виды заземлителей и поправочные коэффициенты к величине $\rho$				
Стержневые заземлители (угловая сталь, трубы) длиной 2 – 3 м при глубине заложения их вершины 0,5 – 0,8 м	1,8 – 2	1,5 – 1,8	1,4 – 1,6	1,2 – 1,4
Протяженные заземлители (полоса, круглая сталь) длиной 10 м при глубине заложения 0,8 м	4,5 – 7	3,5 – 4,5	2 – 2,5	1,5 - 2

С учетом исходных данных  $R_3$  составляет 5 Ом.

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок напряжением до 1 кВ не должно быть больше 4 Ом, поэтому за расчетное сопротивление принимаем  $R_3 = 4$  Ом.

2. Предварительно, с учетом площади, занимаемой объектом, намечаем расположение заземлителей – по периметру с расстоянием между электродами 4 метра.
3. Сопротивление искусственного заземлителя при отсутствии естественных заземлителей принимаем равным допустимому сопротивлению заземляющего устройства  $R_{и} = R_3 = 4$  Ом.
4. Определяем расчетные удельные сопротивления грунта для горизонтальных заземлителей  $\rho_{р.г.}$ , Ом, по формуле:

$$\rho_{р.г.} = \rho_{уд} \cdot K_{п.г.} \quad (117)$$

где  $\rho_{уд}$  - удельное сопротивление грунта (суглинок), Ом·м;

$K_{п.г.}$  - повышающий коэффициент для горизонтальных заземлителей принимаемый по таблице 48 для климатической зоны 3.

$$\rho_{р.г.} = 100 \cdot 2 = 200 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

5. Определяем расчетные удельные сопротивления грунта для вертикальных заземлителей  $\rho_{р.в.}$ , Ом, по формуле:

$$\rho_{р.в.} = \rho_{уд} \cdot K_{п.в.} \quad (117)$$

где  $K_{п.в.}$  - повышающий коэффициент для вертикальных заземлителей принимаемый по таблице 48 для климатической зоны 3.

$$\rho_{р.в.} = 100 \cdot 1,4 = 140 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

6. Сопротивление растеканию одного вертикального электрода стержневого типа  $R_{о.в.э.}$ , Ом, определяем по формуле:

$$R_{о.в.э.} = \frac{\rho_{р.в.}}{2\pi\ell} \cdot \left( \ln \frac{2\ell}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+\ell}{4t-\ell} \right) \quad (118)$$

где  $\ell$  - длина вертикального электрода, м;

$d$  - диаметр вертикального электрода, м;

$t$  - расстояние от поверхности земли до середины вертикального электрода, м.

$$R_{о.в.э.} = \frac{140}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot 2}{16 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,7 + 2}{4 \cdot 1,7 - 2} \right) = 64,92 \text{ Ом}$$

7. Предварительно принимает коэффициент использования  $k_{и.в.} = 0,64$  (отношение расстояния между электродами к их длине равно 2, ориентировочное число вертикальных электродов в соответствии с планом проекта составляет 15) по таблице 49.



Таблица 49 – Коэффициенты использования вертикальных электродов, размещенных по контуру, без учета влияния полосы связи

Отношение расстояния между электродами к их длине $a/l$	Число электродов $n$	$K_{и.в.}$
1	4	0,66 – 0,72
	6	0,58 – 0,65
	10	0,52 – 0,58
	20	0,44 – 0,50
	40	0,38 – 0,44
	60	0,36 – 0,42
2	4	0,76 – 0,80
	6	0,71 – 0,75
	10	0,66 – 0,71
	20	0,61 – 0,66
	40	0,55 – 0,61
	60	0,52 – 0,58
3	4	0,84 – 0,86
	6	0,78 – 0,82
	10	0,74 – 0,78
	20	0,68 – 0,73
	40	0,64 – 0,69
	60	0,62 – 0,67

8. Определяем примерное число вертикальных заземлителей  $N$ , шт, при предварительно принятом коэффициенте использования по формуле:

$$N = \frac{R_{о.в.э.}}{K_{и.в.} \cdot R_{и}} \quad (119)$$

$$N = \frac{64,92}{0,64 \cdot 4} = 24,5 \approx 25 \text{ штук}$$

9. Определяем расчетное сопротивление растеканию горизонтальных электродов  $R_{р.г.э.}$ , Ом, по формуле:

$$R_{р.г.э.} = \frac{\rho_{р.в.}}{K_{и.г.} \cdot 2\pi\ell} \ln \frac{\ell^2}{d \cdot t} \quad (120)$$

$$R_{р.г.э.} = \frac{200}{0,31 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 60} \ln \frac{60^2}{0,016 \cdot 0,708} = 21,66 \text{ Ом}$$

10. Уточняем необходимое сопротивление вертикальных электродов  $R_{в.э.}$ , Ом, по формуле:

$$R_{в.э.} = \frac{R_{р.г.э.} \cdot R_{и}}{R_{р.г.э.} - R_{и}} \quad (121)$$

$$R_{\text{в.э.}} = \frac{21,66 \cdot 4}{21,66 - 4} = 4,91 \text{ Ом}$$

Так как полученное сопротивление  $R_{\text{в.э.}}$  превышает допустимое значение сопротивления  $R_3$ , поэтому необходимо уменьшить число вертикальных электродов  $N$ .

11. Принимаем число вертикальных электродов  $N=20$ .

12. Определяем отношение расстояния между электродами к их длине

$$a/l = \frac{P}{20 \cdot 2} = 1,5$$

где  $P$  - периметр контура расположения электродов, м.

13. Уточняем коэффициент использования вертикальных электродов по таблице 49

$$K_{\text{и.в.у.}} = 0,61$$

14. Определяем число вертикальных электродов  $N$ , шт, по формуле

$$N = \frac{R_{\text{о.в.э.}}}{K_{\text{и.в.у.}} \cdot R_{\text{в.э.}}} \quad (122)$$

$$N = \frac{64,92}{0,61 \cdot 4,91} = 21,68 \text{ штук}$$

15. Окончательно принимаем к установке 22 вертикальных электрода, расположенных по контуру распределительного устройства.

### 3 Организационно-технологическая часть

Данный раздел дипломного проекта может содержать следующие разделы:

1. ведомость объемов электромонтажных работ (ЭМР);
2. спецификация на материалы и оборудование;
3. разработка поставочного комплекта;
4. перечень изделий и работ МЭЗ;
5. нормокомплекты механизмов, приспособлений и инструмента;
6. рекомендации по технологии производства ЭМР;
7. требования нормативных документов;
8. контроль качества выполненных электромонтажных работ

Организационно-технологическая часть дипломного проекта является аналогом проекта производства работ (ППР). ППР служит руководством для инженерно-технических работников и бригадиров, работающих на объектах строительства, а также для служб подготовки производства электромонтажных управлений и трестов. ППР применяется с целью внедрения наиболее эффективных методов выполнения электромонтажных работ, направленных на снижение трудоемкости работ, их себестоимости, сокращение сроков строительства объектов, повышения качества производства работ.

Выполнение электромонтажных работ на объекте без ППР запрещается.

В данном разделе необходимо принять прогрессивные решения, обеспечивающие повышение качества электромонтажных работ на проектируемом объекте.

Для индустриализации электромонтажных работ на стадии проектирования рекомендуется применять комплектные устройства заводского изготовления напряжением 10 кВ, состоящие из камер КСО и КРУ, комплектные трансформаторные подстанции КТП, низковольтные комплектные устройства НКУ, контейнерное оборудование серийного производства, полностью собранное, скоммутированное и испытанное на заводе-изготовителе. Следует закладывать в проект максимальный перенос объемов выполняемых работ в мастерские электромонтажных заготовок и на заводы, где можно изготавливать блоки опорных металлоконструкций для электропроводок и крепления оборудования к строительным основаниям, блоки из камер и шкафов РУ напряжением 10 кВ и НКУ, блоки светильников на конструкциях и коробах, производить заготовки проводов и кабелей пучками, заготовки их стальных и пластмассовых труб, другие блоки и узлы.

В области механизации электромонтажных работ необходимо:

- максимально сокращать долю ручного труда;
- применять бригадные нормокомплекты инструмента, механизмов и приспособлений для выполнения электромонтажных работ по монтажу силового электрооборудования, кабельных линий, воздушных линий электропередачи, токопроводов напряжением до 35 кВ, оборудования КТП и РУ напряжением до 10 кВ, электросварки черных и цветных металлов, электрооборудования жилых домов и объектов соцкультбыта.

При решении вопросов внедрения новой техники и технологии электромонтажных работ рекомендуется применять:

- железобетонные фундаменты сооружений в качестве заземлений;
- пластиковые трубы для электропроводок;
- термоусаживаемые материалы, полиуретановые смолы и новые изоляционные материалы для производства кабельных работ;
- дюбель-винты и безметизные конструкции для крепления электрооборудования;
- новые электромонтажные изделия, в том числе шинопроводы магистральные, распределительные троллейные и осветительные;
- монтаж кабельных линий пучками;
- многослойную прокладку проводов и кабелей в коробах и на лотках;
- монтаж электрооборудования мостовых кранов на нулевой отметке с испытанием и подъемом в проектное положение;
- прокладку коробов в каналах по внешнему контуру фундаментов вместо стальных труб, закладываемых в монолитные фундаменты оборудования.

### **3.1 Ведомость физических объемов электромонтажных работ**

Ведомость объемов электромонтажных работ составляется на основе материалов, полученных в процессе проектирования электроустановки, или на основании спецификаций, включенных в состав рабочих чертежей электротехнической части проекта. Ведомость объемов электромонтажных работ составляется в виде таблицы 50 на объект в целом либо по монтажно-технологическим зонам (МТЗ).

Для использования ведомости физических объемов электромонтажных работ в экономической части проекта ее необходимо представить в виде таблицы 51.

### **3.2 Спецификация на материалы и оборудование**

Материалы и оборудование комплектуются на основе лимитно-комплектночных ведомостей (ЛКВ), которые составляются отдельно на оборудование и материалы, поставляемые заказчиком, на материалы, поставляемые генподрядчиком, и на материалы и комплектующие изделия, поставляемые ассоциацией «Росэлектромонтаж». Лимитно-комплектночная ведомость выполняется в виде таблицы 52.

Тип контейнеров для поставки материалов и оборудования в зону монтажа определяется по таблице 55.

Таблица 50 – Ведомость объемов электромонтажных работ

Наименование работ	Единица измерения	Количество на объект	Примечание
1	2	3	4
1 Камеры КРУ, КСО	шт.		
2 Комплектные трансформаторные подстанции, в том числе:	комплект		
2.1 трансформаторы силовые	шт		
2.2 шкафы ВВ	шт		
2.3 шкафы НН	шт		
3 Преобразовательные устройства	комплект		
4 Панели распределительных устройств и ЩСУ	панель		
5 Шкафы распределительные	шт		
6 Отдельно стоящая пусковая аппаратура	шт		
7 Электродвигатели: высоковольтные (подключение) низковольтные (подключение)	шт		
8 Воздушные линии электропередач	км·опора		
9 Токопроводы 6(35) кВ	м		
10 Кабель на напряжение 6(10) кВ	м		
11 Кабель напряжением до 1 кВ в том числе:	м		
по эстакадам	м		
в траншее	м		
в трубах	м		
на лотках	м		
в коробах	м		
12 Кабель контрольный	м		
13 Провода установочные	м		
14 Шинопровод: магистральный распределительный осветительный троллейный	секция/м секция/м секция/м секция/м секция/м		
15 Трубы: полимерные стальные	м м м		
16 Троллей крановые (трехфазные)	м		
17 Светильники	шт		
18 Кабельные конструкции	секция·м		

**ЛКВ на оборудование и материалы поставки заказчика:** электротехническое высоковольтное оборудование; высоковольтный фарфор (все виды изоляторов, в том числе для ЛЭП); осветительная арматура; электролампы (накаливания, люминесцентные, ртутные, натриевые и др.); кабельная продукция (кабели, провода, шнуры); кабельная гарнитура (муфты чугунные, свинцовые, латунные, бумажные ролики с пряжей для муфт типа СС); трос для грозозащиты ЛЭП и подстанций; цветные металлы и прокат из них (шины и ленты из алюминия и меди, олово, свинец, припой, присадочные материалы и т.п.); метизы из нержавеющей и других специальных цветных металлов; масло трансформаторное; все виды эксплуатационного оборудования и материалов.

Таблица 51 – Ведомость физических объемов электромонтажных работ  
(пример заполнения)

Наименование работ	Единица измерения	Количество	Место монтажа	Способ монтажа	Примечание
1	2	3	4	5	6
1 Монтаж шинпровода распределительного (ШРА4-250-44-1У3)			В цехе по оси Б	Блоками	Все блоки длиной 6000 мм.
1.1 Прямая секция длиной 3000 мм (У2022М)	шт	12			
.....					

Таблица 52 – Лимитно-комплекточная ведомость (пример заполнения)

Наименование	Тип, марка, сечение	Единица измерения	Количество			Способ доставки (тип контейнера)
			всего	в монтажную зону	в МЭЗ	
1	2	3	4	5	6	7
Оборудование и материалы, поставляемые заказчиком						
1 Пункт распределительный	ПР-24	шт	4	4	–	В заводской упаковке
Материалы, поставляемые генподрядчиком						
1 Труба стальная водопроводная	Ø20×2,5	м	46	–	46	КСД-2,5
2.....						
Материалы и изделия поставки Ассоциации «Росэлектромонтаж»						
1 Короб	КЛ-1У3	секция	32	–	32	КС-3,0
2.....						

**ЛКВ на материалы поставки генподрядчика:** прокат черных металлов (сталь сортовая фасонная, листовая, швеллеры, рельсы, катанка); трубы стальные, асбоцементные; строительные материалы; железобетонные изделия (опоры, приставки, кронштейны); металлопрокат.

**ЛКВ на материалы и изделия поставки Ассоциации «Росэлектромонтаж»:** щитки квартирные, осветительные, промышленные и этажные; щитки лабораторные; шкафы вводно-распределительные для жилых зданий и объектов соцкультбыта; шинпровода напряжением до 1 кВ; ящики силовые; изделия электромонтажные; муфты для кабелей соединительные и концевые; метизы (кроме поставляемых заказчиком); электроустановочные изделия (выключатели, розетки и др.); химикаты и красители для окраски металлоконструкций; нефтепродукты; вспомогательные материалы.

На основании справок, заверенных электромонтажными организациями, заводы НПО «Электромонтаж» поставляют заказчику следующее комплектное электрооборудование: щиты распределительные ЩО-70; шкафы распределительные типа ШРС; шинпровода.

### 3.3 Разработка поставочного комплекта

При разработке ППР для организации технологической комплектации необходимо применять систему комплектации объектов и монтажно-технологических зон поставочными

комплектами с контейнерной доставкой в зону монтажа. Монтажно-технологической зоной могут быть: сети внешнего электроснабжения; силовое электрооборудование; внутрицеховое электроснабжение с РУ, КТП; электроосвещение; цеховые троллеи и мостовые краны; электропомещения (машинные залы); силовое электрооборудование отдельных агрегатов и технологических узлов.

Поставочный комплект является основной нормируемой единицей поставки в зону монтажа материалов и оборудования. Он состоит из набора оборудования, материалов и изделий МЭЗ, необходимого и достаточного для одновременного выполнения законченного объема ЭМР одним хозяйственным подразделением бригадой или участком.

Состав поставочного комплекта определяется разработчиком ППР на основании следующих данных: ведомости электромонтажных работ; графика производства ЭМР; состава, специализации и численности бригад, привлекаемых к выполнению ЭМР; принятой технологии выполнения ЭМР.

Поставочный комплект должен обеспечивать бесперебойную работу бригады в течение достаточно продолжительного срока (не менее 10-15 рабочих дней).

Входящие в поставочный комплект изделия МЭЗ, материалы и оборудование должны поставляться в зону монтажа, как правило, в контейнерах. Тип контейнеров определяется по таблице 54.

Поставочный комплект оформляется в виде таблицы 53.

Таблица 53 – Разработка поставочного комплекта (пример заполнения)

Монтажно-технологическая зона	Поставочный комплект	Состав поставочного комплекта
1	2	3
Монтаж троллейного шинпровода	ПК 1	1 Блоками согласно заказу МЭЗ (5 блоков) 2 Кронштейн для крепления типа У2409 (6 штук) 3 Сварочный трансформатор (1 шт) 4

### 3.4 Перечень изделий и работ МЭЗ

Ведомость изделий, узлов и работ МЭЗ разрабатывается на основе типовой документации на монтаж промышленных электроустановок, выдаваемой проектными институтами НПО Электромонтаж, и альбома типовых изделий МЭЗ, разработанных в электромонтажных трестах управления.

Ведомость составляется в виде таблицы 55.

В целях повышения индустриализации ЭМР при определении задания МЭЗ рекомендуется изготовление следующих изделий, блоков и узлов для различных видов работ:

1. монтаж заземляющих устройств: электроды заземления из круглой арматурной стали диаметром 10-16мм и длиной до 5м и из угловой стали длиной 2,5-3м; заготовки из электродов заземления с приваренной к ним полосой сечением 40×4 (плети длиной до 10-15м); элементы их стальной полосы длиной 6-12м и фигурные для обхода дверных проемов, крашенные зеленой краской для внутреннего контура заземления.
2. монтаж кабельных линий в каналах, блоках и по эстакадам: блоки кабельных металлоконструкций, состоящих из кабельных стоек и полок, приваренных на стальных уголках или полосах длиной 6-12 м для настенной или напольной установки; заготовки с концевыми и соединительными муфтами мерных отрезков одиночных кабелей и пучков, намотанных на контейнеры барабанного типа.

Таблица 54 – Выбор типа контейнеров

Наименование контейнеров	Область применения	Габаритные размеры, мм			Грузоподъемность, т
		длина	ширина	высота	
1	2	3	4	5	6
Для комплектации, транспортировки и хранения:					
КС-1	металлических узлов, соединительных муфт, полимерных и металлических труб	1620	1000	870	0,81
КС-1,5	нормализованных трубных узлов, лотков	2000	1020	870	1,5
КС-2,5	электромонтажных материалов для жилых домов и объектов соцкультбыта	1750	2050	2165	1,63
КСД-1,5	длинномерных труб и других изделий длиной до 8 м	4670	990	800	1,5
КСД-2,5		8570	990	800	2,5
КС-0,8	элементов секций шинопроводов, коробов и лотков, токопроводов и т.п.	2263	990	850	0,65
КС-2,0		4063	990	850	1,3
КС-3,0		6063	990	850	1,95
КС-4,0		9063	990	850	2,83
Для транспортировки и хранения:					
КСТ-5	секций троллеев и блоков светильников	6200	2040	1070	4,1
КСМ-2	металлоконструкций и изделий МЭЗ	3060	960	1200	2,0
КСШ-2	укрупненных секций шинопровода ШМА 4	4500	2266	1620	2,03
КСШ-1,2	этажных щитков жилых домов	2070	1810	2210	1,2
КСС-1,5	люминесцентных светильников	2280	1660	2060	1,5
КСК-0,7	кронштейнов для светильников наружного освещения	3600	2175	2070	0,7

Таблица 55 – Перечень изделий и работ МЭЗ (пример заполнения)

Наименование изделий, блоков и узлов	Единица измерения	Количество	Место установки	Примечание
1	2	3	4	5
1 Труба стальная тонкостенная прямая диаметром 20 мм	м	100	Скрыто в полу	Нарезка и изгиб

3. монтаж электрооборудования КТП, ЗРУ, ТП: изготовление блоков из нескольких шкафов или камер, установленных на общей раме, исходя из условий производства работ в монтажной зоне и транспортировки; заготовка и подгонка глиняных мостов для после-

дующей установки в монтажной зоне; проведение ревизии и подготовка к включению электрооборудования, находящегося в блоках.

4. монтаж электрических сетей напряжением до 1кВ: изготовление и комплектация трубной заготовки из нормализованных прямых стальных и пластмассовых труб, углов, соединительных муфт, ответвительных и протяжных коробок; блоки лотков НЛ и коробов длиной 6-12м в комплекте с опорными конструкциями и элементами соединения между собой; блоки шинопроводов ШМА и ШРА длиной 6-12м в комплекте с опорными конструкциями и элементами соединения блоков между собой и в комплекте с ответвительными коробками: заготовка из стальной полосы сечением 20×2мм длиной 1-2м для пристрелки трасс крепления открытых кабельных электропроводок; гильзы и блоки гильз из стальных или пластмассовых труб для прохода через стены; пакеты и блоки из стальных труб; заготовка кабелей и проводов пучками; заготовка тросовых электропроводок с указанием марки троса или тросового провода, длины заготовки, количества ответвительных коробок; пробивка и сверление отверстий для ввода труб, проводов и кабелей в ответвительные коробки и протяжные ящики.
5. монтаж электрооборудования мостовых кранов, кран-балок, конвейерных линий: сборка в блоки длиной 6-12 м троллейного шинопровода в комплекте с элементами крепления и токосъемника; сборка в блоки длиной 6-12м троллейных секций, кронштейнов и троллеедержателей в комплекте с троллейными указателями и токосъемниками; гибкие токопроводы, выполненные гибким кабелем, скользящим по тросу, в комплекте с натяжным устройством с указанием длины троса; заготовка в блоки ящиков сопротивлений для моста крана; заготовка проводов и кабелей пучками для монтажа на мосту крана; монтаж электрооборудования и разводов в кабине крана при поступлении электрооборудования «россыпью».
6. монтаж НКУ: изготовление метизных и безметизных металлоконструкций для отдельно стоящих шкафов, пультов и пусковой аппаратуры (рекомендуется выполнять в случае невозможности использования дюбель-винтов и самозакрепляющихся пластмассовых и металлических дюбелей); соединение отдельных панелей и шкафов в блоки длиной до 4-х метров; изготовление сборок с магнитным пускателем и кнопочными постами управления, выполнение отверстий для ввода проводов, кабелей и трубной разводки в оболочку щитов, рубильников, пультов и т.д. с установкой пластмассовых втулок.
7. монтаж электрического освещения: изготовление блоков люминесцентных ламп светильников с крепления на коробках КЛ-1, КЛ-2 с прокладкой проводов внутри коробов и с указанием количества и типа светильников и длины блока; изготовление блоков светильников с лампами накаливания и ртутными лампами, закрепленными на кронштейнах и крепежах; блоков из трубных кронштейнов со светильниками уличного освещения для крепления на железобетонных и металлических опорах с кабельным или воздушным вводом; тросовой электропроводки освещения со светильниками, закрепленными на ответвительных и тросовых коробах, готовыми к включению с указанием длины троса, количества и типа светильников; сборка блоков из осветительного шинопровода типа ШОС в комплекте с металлоконструкциями усиления жесткости шинопровода и крепления светильников с указанием длины блока, количества и типа закрепляемых светильников; заготовка отверстий в щитах освещения для ввода проводов и кабелей
8. монтаж электроосвещения жилых зданий: блоки из шкафов ВРУ, собранные на одной раме с ревизией оборудования, установленного в шкафах; заготовка проводов пучками для магистралей с указанием длины пучка, сечения провода, его марки; стендовая заготовка проводов для скрытой проводки; заготовка блоков шинопровода ШОС для выполнения осветительных линий в помещениях общественных зданий.

Для выполнения работ в МЭЗ составляют заказы на заготовку электропроводок, отрезков кабелей и трубных коммуникаций, укрупнение шинопровода и т. п., к которым прилагается ведомость заготовок и эскизы. На заготовку труб составляется трубозаготовительная ведомость, в которой для каждой трубы указывают: номер (маркировку), диаметр, рас-



четную длину, концевые точки начала и конца трубы по трассе, длину прямых участков трубы между концами или точками пересечения осевых линий труб в местах изгиба и значения углов изгиба в градусах.. Примерная форма трубозаготовительной ведомости приведена в таблице 57.

На каждый вид работ составляется лимитная карта (таблица 56)

Таблица 56 – Лимитная карта

Наименование работ	Лимитная карта		
	Наименование	Единица измерения	Количество
1	2	3	4

Таблица 57 – Трубозаготовительная ведомость

Наименование	Трасса		Участок				
	Начало	Конец	L1	Угол 1	L2	Угол 2	L3
1 Труба стальная D25*3,2 ГОСТ 3262-75	РП2	9	200	90	675	105	700
2 -----							

### 3.5 Нормокомплекты механизмов, приспособлений и инструмента

Средства механизации, применяемые в рекомендациях по технологии производства ЭМР, рекомендуется объединить в бригады нормокомплекты по следующим видам работ:

- монтаж кабельных линий до 35 кВ;
- монтаж токопроводов напряжением до 35 кВ;
- монтаж воздушных ЛЭП до 35 кВ;
- монтаж КТП;
- монтаж ЗРУ 10 кВ;
- монтаж силового электрооборудования;
- монтаж магистральных шинопроводов;
- монтаж распределительных шинопроводов;
- сварка черных металлов;
- сварка цветных металлов.

Выбор механизмов, приспособлений и инструмента производится на основании данных, приведенных в таблице 59 или в соответствии с рекомендациями «Методов обязательных технологий». В состав каждого нормокомплекта включаются средства механизации, которые не должны дублировать друг друга.

В дипломном проекте следует выбрать нормокомплекты механизмов, приспособлений и инструмента на 2-3 вида работ. Механизмы, приспособления и инструмент, входящие в нормокомплект, записываются в табличной форме (таблица 58).

Таблица 58 – **Нормокомплект механизмов, приспособлений и инструмента**  
(пример заполнения)

Наименование	Тип, марка	Единица измерения	Количество	Примечание
1 Нормокомплект для монтажа кабельных линий:				
привод индивидуальный	ПИК-4У	шт	4	Тяговая сила 3,5
устройство обводное	-	шт	5	
ролик для линейной растяжки кабеля	ПС-50	шт	50	
домкраты	ДК-3	шт	2	
набор кабельщика	НКИ-3	комплект	1	
набор для пайки и сварки	НСПУ	комплект	1	
захваты концевые	-	шт	2	
2 Нормокомплект для монтажа КТП				
-----				

Таблица 59 – **Машины, механизмы инструменты, приборы и аппараты, применяемые при производстве ЭМР**

Наименование	Тип, марка	Назначение, технические данные
<b>Для подъема грузов:</b>		
1 Автогидроподъемники на базе автомашины ГАЗ-53А	АГП-12А	Наибольшая высота подъема 12м, грузоподъемная сила 2 кН
2 То же, ЗИЛ-130	АГП-22	Наибольшая высота подъема 22м, грузоподъемная сила 3 кН
<b>Механизмы</b>		
1 Кабельный домкрат	ДК-3; ДКБ-10	Для подъема барабанов с кабелем; грузоподъемность при двух домкратах соответственно 6 и 10 т
2 Тяговые механизмы	МТБ-0,1-0,5; МТБ-0,5-120	Для такелажа электрооборудования и прокладки пучков проводов и кабелей в трубах и по конструкциям (используется в комплекте с приводом ПУМ-1)
3 Универсальный монтажный привод	ПУМ-1	Для создания вращающего момента на валу исполнительных механизмов
4 Универсальный индивидуальный привод	ПИК-4У	Для протягивания кабеля в траншеях, каналах с электро- или бензоприводом с силой тяжения 3,5кН
5 Протяжное устройство	ПУ-1	Для протягивания кабелей в траншеях, галереях, с электроприводом; сила тяжения 3,5кН

Продолжение таблицы 59

Наименование	Тип, марка	Назначение, технические данные
6 Комплекс механизмов	КОП	Для монтажа освещения промышленных предприятий. В состав комплекса входят монтажный крановый подъемник Темп-МК, манипуляторы МП-4,0, МП-8,3 с ручными лебедками и подпорка
7 Комплекс механизмов и приспособлений		Для монтажа блоков КРУ. В состав комплекса входят приспособление для перемещения крупногабаритного электрооборудования, такелажная платформа, лебедка ПР-1,25
8 Комплекс механизмов и приспособлений		Для монтажа магистральных и распределительных шинопроводов. В состав комплекса входит телескопический монтажный подъемник ПТМ-6/350-2, траверсы для подъема плети шинопровода, лебедка ЛМ-0,5-2, монтажный ролик МР-250-2, электрогайковерт, набор инструментов электромонтажника ИН-3, ИН-15.
9 Комплекс средств механизации		Для прокладки кабеля по кабельным конструкциям эстакад, галерей в составе: электролебедки ПМ-3,2, домкратов ДК-3, устройств обводных универсальных, приспособлений для ограничения силы тяжения, роликов РЛУ в количестве 100шт., кабельного захвата
10 Комплект механизмов, приспособлений и оснастки		Для механизированной прокладки кабелей напряжением до 10кВ в тоннелях. Комплект рассчитан на кабельную трассу длиной 600м. Комплектация (см. п. 9)
11 Комплект механизмов и приспособлений		Для прокладки кабелей напряжением до 10кВ в траншеях, каналах и производственных помещениях. Комплект рассчитан на кабельную трассу длиной до 500м и состоит из: приводов ПИК-4У (4шт); устройства обводного универсального (5шт), роликов ПС (50шт), роликов линейных распорных (10шт), домкратов ДК-3
12 Лебедки электрические	Т-66г; ЛМ-0,5; ЛМ-2,5	Соответственно с силой тяжения 3,2; 5,0; 25,0 кН и канатоемкостью 80, 80, и 140м
13 Специальная кабелеукладочная лебедка	ЛСК1-600	Для протягивания кабеля и перемещения грузов с силой тяжения 10кН и канатоемкостью 600м

Продолжение таблицы 59

Наименование	Тип, марка	Назначение, технические данные
14 Ручная лебедка для натяжения тросовых проводов		Сила тяжения 3кН
15 Устройство для затягивания проводов и кабелей в трубы	УЗКТ-1	В комплекте с кондуктором «Змейка»
<b>Инвентарные приспособления</b>		Для монтажа электрооборудования КРУ; ТП; КТП; НКУ; отдельно стоящей аппаратуры; шинопроводов; лотков; коробов; проводов и кабелей; блоков кабельных конструкций
1 Лестница с площадкой	Л-312А	Для работы на высоте до 4,5м
2 Лестница-стремянка	ЛСМ	То же, до 3м
3 Телескопический передвижной подъемник	ПТП-1	То же, до 3,5м
4 Монтажные площадки	ПМ-800; ПМ-600	То же, до 2,0-3,5м
		Для монтажа магистральных, осветительных и троллейных шинопроводов; проводов и кабелей по лоткам, коробам и в трубах; троллеев; сетей электроосвещения
1 Монтажная вышка	ВМ-7У	Для работы на высоте до 7м
2 Сборно-разборные подмости	ПСР-7	То же, до 7м
3 Телескопический подъемник	«Темп»	Для работы на высоте 5,5-8,5м
4 Подмости передвижные алюминиевые	ППА-8	Для работы на высоте до 7м
5 Подмости выдвижные самоходные	ПВС-12	То же, до 10-12м
		Для транспортирования:
1 Роликовая ручная тележка	ТРР	бухт проводов и других материалов по твердому грунту, грузоподъемность 300кг
2 Тележка	ТПШК	электропанелей, электрошкафов, контейнеров массой до 2,5т
3 Поворотные опоры	ОП-9	электрооборудования массой до 3,6 т
4 Самоходная платформа	ПС-1-1,5	электрооборудования массой до 1,5 т (в самоходном режиме с приводом ПУМ-1)
5 Тележка с подъемной платформой	ТПП-2,5	Электротехнического оборудования и грузов массой до 2,5т
6 Подъемник малогабаритный передвижной	МПП	Электротехнического оборудования и штучных грузов массой до 0,3 т
7 Приспособление	ППЭ	Электрооборудования массой до 1,5т (шкафов, панелей)
8 Чалочный крюк		Для подъема и пуска грузов
9 Одноветвевые стропы	СО	То же
10 Двухветвевые стропы	СД	То же

Продолжение таблицы 59

Наименование	Тип, марка	Назначение, технические данные
11 Грузозахватное приспособление		Для подъема барабанов с кабелем без применения оси
12 Пневматическое приспособление	ППТ -М	Для затяжки пучков проводов длиной до 40м в трубы
13 Приспособление для затяжки проводов в трубы	ПМТ	Сила тяжения создается приводом ПУМ-1 (в комплект поставки не входит)
<b>Монтажные инструменты</b>		
1 Инструмент для пробивки отверстий	ИПО-6	Для пробивки отверстий диаметром до 62мм в стенках протяжных ящиков и коробок
2 Ударная пиротехническая колонка	УК-6	Для пробивки отверстий в многослойных железобетонных панелях потолочных перекрытий
3 Насадка-бороздодел	НБ	Для выборки борозд в оштукатуренных поверхностях, кирпичных стенах при выполнении скрытой проводки
4 Коронка	КВО	Для вырезки отверстий диаметром от 28 до 91 мм в стальных листовых конструкциях
5 Коронка	КГС-68	Для сверления гнезд под коробки для выключателей и розеток скрытой проводки в кирпичных и гипсолитовых основаниях
<b>Электрический инструмент</b>		
1. Электрический молоток	МЭ	Для выполнения отверстий диаметром 6 – 12мм под установку распорных дюбелей и сквозных отверстий в бетонных, кирпичных и металлических основаниях
2. Электроперфоратор	ИЭ – 4713; ИЭ – 4716.	То же
3. Электромолоток	ИЭ – 4207; ИЭ – 4210.	То же, для выполнения отверстий диаметром 14 – 50 мм и глубиной до 500мм
4. Насадка - бороздодел	НБ	Для выборки борозд шириной 8мм, глубиной 20мм в кирпиче, гипсолите и бетоне, на базе ИЭ – 1032
5. Ручные сверлильные электрические машины	ИЭ – 1023А  ИЭ - 1032	Для выполнения отверстий диаметром до 23мм и с помощью коронки КГС – 68 гнезд под коробки для выключателей и розеток скрытой проводки. Частота вращения 250мин-1 Для выполнения отверстий диаметром до 9 мм (частота вращения 940 мин-1)
6. Электрические ручные ножницы	ИЭ – 5403	Для резки листовой стали толщиной до 2,5мм

Продолжение таблицы 59

Наименование	Тип, марка	Назначение, технические данные
7. Пила дисковая	ПДМ – 75	Для резки стальных профилей и труб с помощью неармированного отрезка круга
8. Шлифовальные машины	Ш1 - 178	Для работы с отрезным кругом
<b>Инструмент для выполнения соединения и оконцевания жил и их обработки</b>		
1. Гидравлический пресс с электроприводом	ПГЭ - 20	Для оконцевания и соединения алюминиевых и медных жил сечением 16 – 240мм <sup>2</sup> и округления секторных жил сечением 25 – 240мм <sup>2</sup> и секторных комбинированных жил сечением 120 – 185мм <sup>2</sup> с использованием набора НИСО для алюминиевых жил и НИОМ для медных жил
2. Гидравлический пресс	ПГР – 20М1	То же
3. Набор инструментов	НИСО	Набор матриц пуасонов для оконцевания, соединения и округления алюминиевых жил сечением 16 – 240мм <sup>2</sup> опрессовкой прессами ПГЭ – 20 и ПГР – 20М1
4. Набор инструментов	НИОМ	То же, для выполнения опрессовки на медных жилах
5. Ручной механический пресс	РМП – 7М1	Для опрессовки кабельных наконечников на жилах сечением 16 – 240 мм <sup>2</sup>
6. Пресс - клещи	ПК – 3	Для опрессовки алюминиевых жил гильзами 7,5 – 4 – 1 – А – 00, медных жил сечением 4 – 6 мм <sup>2</sup> наконечниками 4 – 5 – 3 – Ма, гильзами ГМ и оконцеванием жил сечением 16 – 35 мм <sup>2</sup>
7. Пресс - клещи	ПК – 4	
8. Инструмент	МБ – 1	Для снятия изоляции и перерезания жил проводов сечениями 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6 мм <sup>2</sup>
9. Инструмент	М - 1	Для снятия изоляции и перерезания жил сечениями 0,25; 0,35; 0,5; 0,75; 1; 1,5 мм <sup>2</sup>
10. Секторные ножницы	НС – 1 НС – 2 НС - 3	Для перерезания кабеля и провода с алюминиевыми и медными жилами соответственно сечениями, мм <sup>2</sup> , не более: 3х25 и 3х10 3х70 и 3х25 3х240 и 3х150

Продолжение таблицы 59

Наименование	Тип, марка	Назначение, технические данные
11. Кабельный нож	НК НК – 1 НК – 2 НК - 3	Для снятия полимерной изоляции с проводов и кабелей наружным диаметром, мм: 9 – 20 18 – 32 32 – 18
12. Клещи термитной сварки проводов	АТСП 50–185	Для термитной сварки встык алюминиевых и сталеалюминиевых проводов сечением 50 – 185мм <sup>2</sup>
13. Набор для пропановоздушной пайки	НСП – 1М	Для пайки и сварки алюминиевых жил сечением до 35мм <sup>2</sup> с использованием газа пропан бутана
14. Набор для пайки и сварки	НСПУ	Для пропанокислородной сварки жил сечением 16 – 150 мм <sup>2</sup> и термитной сварки жил сечением 16 – 90 мм <sup>2</sup> с применением сварочных форм; пайка медных жил сечением 4 – 25 мм <sup>2</sup>
15. Набор инструментов и приспособлений для кабельных работ	НКИ - 3	Для выполнения соединительных работ и концевых муфт на кабелях; поставляется в четырёх футлярах
<b>Инструмент для выполнения разных работ</b>		
1. Набор инструментов электро-монтажника	НЭ	В комплект входят: Инструмент МБ – 1М, кусачки, плоскогубцы, молоток, отвертки, нож НМ – 3, ключи гаечные, очки защитные, отвёртка ОДВ – 1, пробник УП – 82, круглогубцы, метр складной
2. Набор инструментов замерщика		Для подготовки и выполнения трубных и шинных прокладок в целях
3. Набор инструментов линейщика	НЛ	Для монтажа воздушных ЛЭП
4. Трубные ножницы	НТ	Для перерезания полимерных труб
5. Отвёртка	ГОСТ 10754-80	Для винтов и шурупов с крестообразным шлицем
6. Отвёртка к пробойникам ПО	ОПКМ	Для пробивки гнёзд в кирпичных и бетонных основаниях
7. Ручные пробойки	ПО – 1 ПО – 2	Для пробивки отверстий под распорные дюбеля диаметром 5,8 7,8
8. Ручной механистический пресс	ПРМПО	Для продавливания отверстий диаметром 23,28,35мм под трубы в коробках У994 – У996 и кожухах электроприёмников
9. Ручной пресс для пробивки отверстий	РППО - 3	То же, диаметром 27; 34; 43; 48,5; 61 мм
10. Электрододержатель	ЭД - 3105	Для ручной электродуговой сварки

Продолжение таблицы 59

Наименование	Тип, марка	Назначение, технические данные
11. Коронка	КВО  КГС - 68	Для вырезки отверстий диаметрами 28, 35, 44, 50, 62, 78,91 мм в стальной муфте толщиной до 2мм; для сверления гнёзд под коробки для выключателей и розеток скрытой проводки в кирпичных и гипсолитовых основаниях

### 3.6 Рекомендации по технологии производства электромонтажных работ (ЭМР)

В дипломном проекте необходимо привести рекомендации для 1-2 видов ЭМР. Рекомендации составляются в соответствии с «Методами обязательных технологий», учитывая выполнение работ в две стадии.

На один из видов работ разрабатывается технологическая карта с указанием нормативных требований и расстояний. Технологическая карта выполняется в виде таблицы 60.

Таблица 60 - Технологическая карта на монтаж

Операция	Содержание работ	Нормативные требования и размеры

Технологическую карту можно выполнить в виде таблицы 61, а нормативные требования и размеры привести после нее.

Таблица 61 - Технологическая карта на монтаж

Операция	Содержание работ

### 3.7 Требования нормативных документов

Нормативные документы устанавливают правила, обязательные при проектировании, выполнении строительных и монтажных работ при строительстве новых, реконструкции действующих предприятий, зданий и сооружений. Документация на строительство предприятий, зданий и сооружений разрабатывается в соответствии с требованиями СНиП 11-01-95 и СП 11-101-95. При производстве ЭМР необходимо знать и соблюдать требования СНиП 3.05.06-85 и ПУЭ.

В дипломном проекте необходимо указать требования СНиП и ПУЭ на основные виды электромонтажных работ.

### 3.8 Контроль качества выполненных работ

Для качественного выполнения электромонтажных работ необходимо осуществлять проверку контроля качества выполненных работ в процессе монтажа согласно таблице 62.



Таблица 62 – Контроль качества выполненных работ

Наименование процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Время контроля	Ответственный контролёр	Критерии оценки качества
<p>Приемка строительной части помещения под монтаж</p>	<p>Электрощитовые помещения, лестничные пролеты, монтажные проемы, наличие перегородок</p>	<p>Визуально, рулетка</p>	<p>До начала работ</p>	<p>Мастер, прораб</p>	<p>Наличие акта (формы 6).                      В электропомещениях проходы обслуживания, находящиеся с лицевой или задней стороны щита, должны соответствовать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ширина проходов в свету должна быть - не менее 0,8м;</li> <li>• высота проходов в свету – не менее 1,9м.</li> </ul> <p>В проходах не должны находиться предметы, которые могли бы стеснять передвижение людей и оборудования. В отдельных местах проходы могут быть стеснены выступающими строительными конструкциями, однако ширина прохода в этих местах должна быть не менее – 0,6м.                      Прокладка через эти помещения газо- и трубопроводов с горючими жидкостями, канализации и внутренних водостоков не допускается.</p>
<p>Монтаж панелей</p>	<p>Панели ЩО-70</p>	<p>Уровень, визуально, рулетка</p>	<p>После монтажа</p>	<p>Мастер, бригадир</p>	<p>Панели должны быть выверены по уровню и отвесу, скреплены между собой болтами. Крепление к закладным деталям выполняется сваркой или разъемными соединениями. Расстояние от трубопроводов (водопровод, отопление, канализация, внутренние водостоки), газопроводов и газовых счетчиков до места установки должно быть не менее 1 м. Электрические цепи в пределах ЩО-70 следует выполнять проводами с медными жилами. Класс точности трансформаторов тока для присоединения расчетных счетчиков электроэнергии должен быть не более 0,5. Питающие кабели должны быть закреплены, к конструкции ВРУ накладными скобами.</p>

Продолжение таблицы 62

Наименование процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Время контроля	Ответственный контролёр	Критерии оценки качества
Монтаж панелей	Панели ЩО-70	Уровень, визуально, рулетка	После монтажа	Мастер, бригадир	<p>Питающие магистральные и групповые линии, подключенные к ЩО-70 должны иметь маркировку.</p> <p>Распределительные устройства должны иметь четкие надписи, указывающие назначение отдельных цепей и панелей. Надписи должны выполняться на лицевой стороне устройства.</p> <p>Размер стороны треугольника должен быть равен 160мм, стрелка и кайма черная фон знака желтый.</p>
Монтаж щитов этажных	Щит этажный	Уровень, визуально, рулетка	После монтажа	Мастер, бригадир	<p>Этажные щиты должны быть прочно закреплены в нише вплотную к лицевой стороне электропанели. Дверцы щитков должны открываться на угол не менее 120°.</p> <p>При монтаже отходящих групповых линий, около автоматических выключателей концы проводов должны иметь запас по длине, достаточный для повторного подсоединения в случае обрыва. Этажный щиток должен устанавливаться на расстоянии не более 3 м по длине электропроводки от питающего стояка. Каждый щиток должен иметь схему электрических соединений, в соответствии с которой должна быть выполнена маркировка концов проводов, присоединяемых к однофазным электрическим счетчикам. У смотровых окон электросчетчиков должна быть проставлена нумерация квартир</p>

Продолжение таблицы 62

Наименование процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Время контроля	Ответственный контролёр	Критерии оценки качества
Монтаж щитов этажных	Щит этажный	Уровень, визуально, рулетка	После монтажа	Мастер, бригадир	<p>При монтаже электропроводки для присоединения счетчиков непосредственного включения, около счетчиков необходимо оставлять концы проводов длиной не менее 120мм. Изоляция или оболочка проводов на длине до 100мм перед контактными выводами аппарата должна иметь отличительную окраску.</p> <p>На внешней стороне дверей должен быть нанесен знак безопасности в виде треугольника: размер сторон треугольника должен быть 80мм, стрелка и кайма черная, фон знака желтый.</p>
Установка ответвительных и установочных коробок.	Места установки	Визуально	В процессе монтажа	Мастер, бригадир	<p>Ответвительные и установочные коробки устанавливаются заподлицо с штукатуренной поверхностью.</p>
Прокладка установочных проводов с двойной изоляцией (кабелей)	Место прокладки	Визуально, рулетка	В процессе монтажа	Мастер, бригадир	<p>Открытая и скрытая прокладка установочных проводов не допускается при температуре ниже минус 15 °С.</p> <p>Расстояние горизонтально проложенных проводов от плит перекрытия не должно превышать 150 мм.</p> <p>При этом расстояния между точками крепления должны составлять:</p> <p>а) при прокладке на горизонтальных и вертикальных участках штукатуриваемых пучков проводов — не более 0,5 м; одиночных проводов — 0,9 м;</p>

Продолжение таблицы 62

Наименование процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Время контроля	Ответственный контролёр	Критерии оценки качества
Прокладка установочных проводов с двойной изоляцией (кабелей)	Место прокладки	Визуально, рулетка	В процессе монтажа	Мастер, бригадир	<p>б) при покрытии проводов сухой штукатуркой — до 1,2 м.</p> <p>в) от края коробки – 50 – 100 мм.</p> <p>г) от начала изгиба – 10 – 15 мм.</p> <p>Длина провода с двойной изоляцией (кабеля) при выходе на светильник – 200 мм; длина провода с двойной изоляцией (кабеля) в коробках Л-90 – 50 мм плюс глубина коробки.</p> <p>Толщина защитного слоя над каналом (трубой) должна быть не менее 10 мм.</p>
Установка выключателей и штепсельных розеток	Места установки	Визуально, метр, рулетка	В процессе монтажа	Мастер, бригадир	<p>Штепсельные розетки должны устанавливаться:</p> <p>а) в производственных помещениях, как правило, на высоте 0,8-1 м; при подводе проводов сверху допускается установка на высоте до 1,5 м.</p> <p>б) в административно-конторских, лабораторных, жилых и других помещениях на высоте, удобной для присоединения к ним электрических приборов, в зависимости от назначения помещений и оформления интерьера, но не выше 1 м.</p> <p>в) в школах и детских учреждениях (в помещениях для пребывания детей) на высоте 1,8 м.</p> <p>Выключатели для светильников общего освещения должны устанавливаться на высоте от 0,8 до 1,7 м от пола, а в школах, детских яслях и садах в помещениях для пребывания детей на высоте 1,8 м от пола. В ванных комнатах квартир и номеров гостиниц допускается установка штепсельных розеток присоединяемых к сети через раз-</p>

Продолжение таблицы 62

Наименование процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Время контроля	Ответственный контролёр	Критерии оценки качества
Установка выключателей и штепсельных розеток	Места установки	Визуально, метр, рулетка	В процессе монтажа	Мастер, бригадир	<p>трансформаторы или защищенных устройством защитного отключения, реагирующим на дифференциальный ток, не превышающий 30 мА. Любые выключатели и штепсельные розетки должны находиться на расстоянии не менее 0,6 м от дверного проема душевой кабины.</p> <p>Минимальное расстояние от выключателей, штепсельных розеток и элементов электроустановок до газопроводов должно быть не менее 0,5 м.</p>
Соединение, ответвление жил проводов и кабелей	Места соединения и ответвления	Визуально	После монтажа	Мастер, бригадир	<p>Соединение, ответвление и оконцевание жил проводов и кабелей должны производиться при помощи опрессовки, сварки, пайки или сжимов (винтовых, болтовых и т. п.) в соответствии с действующими инструкциями, утвержденными в установленном порядке. В местах соединения, ответвления и присоединения жил проводов или кабелей должен быть предусмотрен запас провода (кабеля), обеспечивающий возможность повторного соединения ответвления или присоединения.</p> <p>Места соединения и ответвления проводов и кабелей должны быть доступны для осмотра и ремонта.</p> <p>Места соединения и ответвления жил проводов и кабелей, а также соединительные и ответвительные сжимы и т. п. должны иметь изоляцию, равноценную изоляции жил целых мест этих проводов и кабелей.</p>

Продолжение таблицы 62

Наименование процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Время контроля	Ответственный контролёр	Критерии оценки качества
Соединение, ответвление жил проводов и кабелей	Места соединения и ответвления	Визуально	После монтажа	Мастер, бригадир	Изоляция или оболочка проводов на длине до 100мм перед контактными выводами аппарата должна иметь отличительную окраску.
Крепление розеток, выключателей, светильников	Розетки, выключатели, светильники	Визуально, динамометр	После монтажа	Мастер, бригадир	Установка аппаратов в коробках должна обеспечивать закрепление в них с прочностью не менее: розеток – 180 Н; выключателей – 90 Н. Приспособления для подвешивания светильников должны выдерживать в течение 10 мин без повреждения и остаточных деформаций приложенную к ним нагрузку, равную пятикратной массе светильника, а для сложных многоламповых люстр массой 25 кг и более - нагрузку, равную двукратной массе люстры плюс 80 кг.
Маркировка проводников	Места присоединений, ответвлений	Визуально	После монтажа	Мастер, бригадир	Питающие магистральные и групповые линии, подключенные к ЩО-70 должны иметь маркировку. Проводники защитного заземления во всех электроустановках, а также нулевые защитные проводники, должны иметь буквенное обозначение <b>PE</b> и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины (для шин от 15 до 100 мм) желтого и зеленого цветов. Нулевые рабочие (нейтральные) проводники обозначаются буквой N и голубым цветом. Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь буквенное обозначение PEN

Продолжение таблицы 62

Наименование процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Время контроля	Ответственный контролёр	Критерии оценки качества
Маркировка проводников	Места присоединений, ответвлений	Визуально	После монтажа	Мастер, бригадир	<p>и цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах.</p> <p>Фазные проводники обозначаются буквой L и красным, оранжевым, бирюзовым, белым, серым, фиолетовым, коричневым, черным и розовым цветами. Шины должны быть обозначены при переменном трехфазном токе:</p> <p>шины фазы А - желтым цветом;                  шины фазы В - зеленым цветом;                  шины фазы С - красным цветом.</p> <p>Изоляция или оболочка проводов на длине до 100мм перед контактными выводами аппарата должна иметь отличительную окраску.</p>
Монтаж внутреннего контура	Способ прокладки	Визуально	После монтажа	Мастер, бригадир	Заземляющие проводники прокладывают горизонтально и вертикально или параллельно наклонным конструкциям зданий.
	Способ крепления	Визуально	После монтажа	Мастер, бригадир	В сухих помещениях укладывают непосредственно по бетонным и кирпичным основаниям креплениям полос дюбель - гвоздями, а в сырых, особо сырых и в помещениях с едкими парами - на прокладках или опорах на расстоянии не менее 10 мм от основания.
	Расстояние между креплениями	Рулеткой	В процессе монтажа	Мастер, бригадир	На прямых участках 600-1000 мм, на поворотах 100 мм от вершин углов, от мест ответвлений 100 мм, от уровня пола 400-600 мм, от нижней поверхности съемных перекрытий каналов не менее 50 мм.

Продолжение таблицы 62

Наименование процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Инструмент и способ контроля	Время контроля	Ответственный контролёр	Критерии оценки качества
Монтаж внутреннего контура	Соединение	Визуально	В процесс монтажа	Мастер, бригадир	Выполняется сваркой внахлест, равный ширине полосы.
	Присоединение к корпусам машин и аппаратов	Визуально	После монтажа	Мастер, бригадир	Присоединяются под заземляющий болт на их корпусах.
Монтаж троллейного шинопровода	Расстояние между осями крепления кронштейнов	Рулетка	В процессе монтажа	Мастер, бригадир	Не должно быть более 3 метров.
	Способ крепления кронштейнов	Визуально	В процессе монтажа	Мастер, бригадир	Кронштейн к металлическим балкам крепят электросваркой, а к железобетонной – шпильками.
	Отклонение по горизонтали	Уровень, визуально	В процессе монтажа	Мастер, бригадир	Отклонение от основных осей по горизонтали допускается не более 10 метров.
	Зазоры между торцами	Рулетка, визуально	В процессе монтажа	Мастер, бригадир	Зазор между торцами троллеев у температурных швов здания не менее 50 мм.
	Расстояния между токоведущими и неизолированными конструкциями	Рулетка, визуально	В процессе монтажа	Мастер, бригадир	Расстояние между токоведущими и неизолированными конструкциями должно быть не менее 50 мм.



## **4 Экономическая часть**

### **4.1 Определение сметной стоимости ЭМР в ценах 2001 года**

Основные определения для расчета экономической части проекта приведены в Приложении А.

Для определения сметной стоимости ЭМР составляется локальная смета.

Локальная смета является первичной сметной документацией и составляется на отдельные виды работ и затрат и является основой для определения капитальных вложений на строительство объекта расчетов с заказчиками. Смета составляется на основе физических объемов электромонтажных работ.

#### **4.1.1 Определение стоимости монтажных работ в ценах 2001 года**

Сметная стоимость ЭМР определяется на основании «Методических указаний по определению стоимости строительной продукции на территории РФ», МДС81-1.99. Стоимость монтажных работ рассчитывается по «Территориальным единичным расценкам на монтаж оборудования» ТЕРм-2001. Сборник №8, электротехнические установки. Расчет выполняется на бланке «Локальная смета» форма №4 в следующем порядке:

Графа 1 - номер по порядку;

Графа 2 - номер нормативного документа по ценнику №8;

Графа 3 - наименование работ и затрат;

Графа 4 - единица измерения, только по ценнику 8;

Графа 5 - количество;

Графа 6 - стоимость единицы работ, по ценнику графа 4 - «прямые затраты»;

Графа 7 - основная заработная плата рабочих;

Графа 8 - эксплуатация машин, в том числе заработная плата;

Графы 9, 10, 11 рассчитываются умножением графы 5 на графы 6, 7, 8;

Графы 12, 13 рассчитываются умножением графы 5 сметы на графы 8, 9 ценника.

После определения стоимости монтажных работ по всему объему работ, подводится итог по графам 9, 10, 11, 12, 13. За тем определяются накладные расходы, согласно методическим указаниям (НР - накладные расходы) они берутся в размере 95% от заработной платы монтажников и машинистов. ПН - плановые накопления) берутся в размере 65% от той же суммы что и НР. НР и ПН прибавляются к прямым затратам сметы в результате получаем стоимость монтажных работ.

#### **4.1.2 Определение стоимости материалов не учтенных ценником №8 в ценах 2001 года**

В ценнике №8 учтена стоимость только вспомогательных материалов. Стоимость основных материалов определяется по территориальному сборнику средних сметных цен, ТСЦ-2001 часть V. Бланк сметы заполняется аналогично первому разделу. Только во втором разделе заполняются графы-1, 2, 3, 4, 5, 6 и 9. 9-я графа получается умножением графы 5 на графу 6. После определения стоимости всех материалов подводится итог по графе 9, т. е. получим стоимость всех материалов. К итогу второго раздела прибавляем итог первого раздела складываем итоги первого и второго разделов и получим сметную стоимость ЭМР в ценах 2001 года.

## **4.2 Определение сметной стоимости ЭМР в текущих ценах**

Для определения сметной стоимости электромонтажных работ из справочника «ЧелСцена» берутся коэффициенты удорожания по статьям затрат к ценам 2001 года.

## 4.2.1 Расчет индекса удорожания электромонтажных работ

Индекс удорожания электромонтажных работ определяется делением сметной стоимости работ в текущих ценах на сметную стоимость в базисных ценах. По справочнику ЧелСцена, январь 2007 года, индексы удорожания:

Эксплуатация машин и механизмов - 2.41

Сметная стоимость материалов - 2.12

Заработная плата основных рабочих - 4.34

Из сметы берем затраты по этим статьям умножаем их на коэффициенты и получаем их стоимость в текущих ценах.

Стоимость материалов в текущих ценах  $M_{тц}$ , руб, определяется по формуле:

$$M_{тц} = M_{бц} \cdot 2,12 \quad (32)$$

где  $M_{бц}$  - стоимость материалов в ценах 2001 года, руб;

2,12 – коэффициент удорожания материалов по справочнику ЧелСцена, апрель 2007 года.

Затраты по эксплуатации машин и механизмов в текущих ценах  $ЭМиМ_{тц}$ , руб, определяются по формуле:

$$ЭМиМ_{тц} = ЭМиМ_{см} \cdot 2,41 \quad (33)$$

где  $ЭМиМ_{см}$  - затраты по эксплуатации машин и механизмов по смете, руб;

2.41 - коэффициент удорожания по справочнику ЧелСцена, апрель 2007 года.

Фонд оплаты труда  $ФОТ$ , руб, определяется по формуле:

$$ФОТ = ФОТ_{см} \cdot 4,34 \quad (34)$$

где  $ФОТ_{см}$  - фонд оплаты труда по смете, руб;

4.34 - коэффициент удорожания по справочнику ЧелСцена, апрель 2007 года.

Согласно МДС81 - 25. 2004 накладные расходы и плановые накопления составляют в процентах 95% и 65% от  $ФОТ$  соответственно.

Накладные расходы  $НР$ , руб, определяются по формуле:

$$НР = ФОТ \cdot 0,95 \quad (35)$$

Плановые накопления  $ПН$ , руб, определяются по формуле:

$$ПН = ФОТ \cdot 0,65 \quad (36)$$

Себестоимость работ в текущих ценах  $C_{с/ст}$ , руб, определяется по формуле:

$$C_{с/ст} = M_{тц} + ФОТ + ЭМиМ_{тц} + НР \quad (37)$$

Сметная стоимость работ в текущих ценах  $C_{см}$ , руб, определяется по формуле:

$$C_{см} = C_{см.с/ст} + ПН \quad (38)$$

Индекс удорожания электромонтажных работ  $I_{уд}$  определяется по формуле:

$$I_{уд} = \frac{C_{см}}{C_{бц}} \quad (39)$$

где  $C_{бц}$  - сметная стоимость ЭМР в базисных ценах (ценах 2001 года), руб.

### 4.3 План по труду и заработной плате

#### 4.3.1 Расчет численного и квалификационного состава бригады

В монтажном производстве выполнение работ осуществляется звеном или бригадой, поэтому число рабочих в бригаде определяется в зависимости от трудоемкости работ.

Для определения состава бригады из графы 13 сметы берутся затраты труда на каждый вид работ, по ЕНиР - единые нормы и расценки на электромонтажные работы, определяется состав звена на этот вид работы по разрядам. Трудоемкость делится на состав звена. В результате получим затраты труда на одного монтажника. Расчет состава бригады оформляется в виде таблицы 63.

Таблица 63 - Расчет состава бригады

Трудоемкость по видам работ	В том числе по разрядам				
	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6

Количество электромонтажников разряда  $P$ , чел., определяется по формуле:

$$P = \frac{T_p}{T_{об}} \cdot \Pi \quad (40)$$

где  $T_p$  - трудоемкость определяемого разряда, чел.-час;

$T_{об}$  - общая трудоемкость работ, чел.-час.;

$\Pi$  - самое большое звено из всех работ (4 человека выполняют монтаж шинопровода), чел.

Окончательно принимается общий и квалификационный состав бригады.

#### 4.3.2 Расчет нормативного и планового срока производства работ

Нормативный срок производства работ  $C_n$ , дни, определяется по формуле:

$$C_n = \frac{T_{об}}{8 \cdot \Pi} \quad (41)$$

Принимается нормативный срок производства работ (целое количество дней). Для данного объекта принимается выполнение норм выработки.

Плановый срок выполнения работ  $T_{пл}$ , чел.-час, определяется по формуле:

$$T_{\text{пл}} = \frac{T_{\text{об}}}{B} \cdot 100\% \quad (42)$$

где  $B$  -планируемое выполнение норм выработки, %.

Плановый срок выполнения работ  $C_{\text{пл}}$ , дни, определяется по формуле:

$$C_{\text{пл}} = \frac{T_{\text{пл}}}{8 \cdot П} \quad (43)$$

Принимается плановый срок выполнения работ (целое количество дней).

### 4.3.3 Расчет процента сокращения нормативного времени

При планировании работ на будущий месяц организация планирует повышение производительности труда, в результате сокращается срок производства работ.

Процент сокращения нормативного времени  $C_{\text{сок}}$  определяется по формуле:

$$C_{\text{сок}} = \frac{T_{\text{об}} - T_{\text{пл}}}{T_{\text{об}}} \cdot 100\% \quad (44)$$

Премия, получаемая бригадой, за сокращение срока производства работ  $П_{\text{пр}}$ , руб., определяется по формуле:

$$П_{\text{пр}} = \frac{\text{ФОТ} \cdot C_{\text{сок}} \cdot К}{100} \quad (45)$$

где  $К$  - установленный процент премирования за каждый процент сокращения нормативного времени.

### 4.3.4 Расчет среднемесячной выработки и среднемесячной заработной платы на одного монтажника

При определении плановых показателей организация определяет показатели по производительности труда и по заработной плате.

Среднедневная выработка одного рабочего  $V_{\text{дн}}$ , руб., определяется по формуле:

$$V_{\text{дн}} = \frac{C_{\text{см}}}{Ч \cdot C_{\text{пл}}} \quad (46)$$

где  $Ч$  - численный состав бригады, чел.

Производительность труда в монтажных организациях определяется в стоимостном выражении, т.е. выработкой.

Среднемесячная выработка на одного монтажника  $V_{\text{м}}$ , руб., определяется по формуле:

$$V_{\text{м}} = V_{\text{дн}} \cdot 20 \quad (47)$$

Среднедневная заработная плата одного рабочего  $Z_{пл\_дн}$ , руб., определяется по формуле:

$$Z_{пл\_дн} = \frac{\Phi OT + П_{пр}}{Ч \cdot C_{пл}} \quad (48)$$

Среднемесячная заработная плата одного рабочего  $Z_{пл\_мес}$ , руб., определяется по формуле:

$$Z_{пл\_мес} = Z_{пл\_дн} \cdot 20 \quad (49)$$

#### 4.4 Расчет плановых показателей

##### 4.4.1 Расчет плановой себестоимости работ

Себестоимость ЭМР включает все затраты связанные с производством работ. Снижение себестоимости работ увеличивает прибыль организации. Поэтому при планировании монтажная организация планирует снижение себестоимости.

Снижение себестоимости работ  $C_{сн.с/ст}$  руб., определяется по формуле:

$$C_{сн.с/ст} = 0,11 \cdot C_{см} \quad (50)$$

Плановая себестоимость работ  $C_{пл.с/ст.}$ , руб., определяется по формуле:

$$C_{пл.с/ст.} = C_{с/ст} - C_{сн.с/ст} \quad (51)$$

##### 4.4.2 Расчет плановой прибыли и рентабельности

Плановая прибыль  $П_{пл}$ , руб., определяется по формуле:

$$П_{пл} = C_{см} - C_{пл.с/ст} \quad (52)$$

Уровень рентабельности показывает насколько прибыльно работает организация.

Уровень рентабельности  $P_y$ , %, определяется по формуле:

$$P_y = \frac{П_{пл}}{C_{см}} \cdot 100 \quad (53)$$

#### 4.5 Таблица основных технико-экономических показателей

Все основные показатели работы бригады сводятся в таблицу 64.

Таблица 64 - Основные технико-экономические показатели

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение показателей
1	2	3
1. Сметная стоимость работ в ценах 2001 года	руб.	
2. Индекс удорожания работ	-	
3. Сметная стоимость работ в текущих ценах	руб.	
4. Нормативный срок производства работ	дни	
5. Плановый срок производства работ	дни	

Продолжение таблицы 64

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение показателей
1	2	3
6. Численный состав бригады	чел.	
7. Среднемесячная выработка одного монтажника	руб.	
8. Фонд оплаты труда с премией	руб.	
9. Среднемесячная заработная плата	руб.	
10. Сметная себестоимость	руб.	
11. Снижение себестоимости	руб.	
12. Плановая себестоимость	руб.	
13. Плановая прибыль	руб.	
14. Рентабельность производства	%	

## 5 Техника безопасности

Указания по технике безопасности составляются для выполняемых видов электро-монтажных работ и должны включать:

1. перечень нормативной документации по обеспечению техники безопасности;
2. организационные и технологические мероприятия необходимые для выполнения данного вида работ;
3. краткое описание методов безопасной работы с указанием недопустимых приемов в производстве работ.

Указания по технике безопасности оформляются в пояснительную записку дипломного проекта в форме таблицы 65.

Таблица 65 - Указания по технике безопасности

Виды работ	Места и операции с повышенной опасностью	Указания по технике безопасности
1	2	3

Требования пожарной безопасности оформляются в пояснительную записку дипломного проекта в форме таблицы 66.

Таблица 66- Требования пожарной безопасности

Виды работ	Мероприятия по пожарной безопасности
1	2

## УП. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗЛОЖЕНИЮ МАТЕРИАЛА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Текст пояснительной записки должен разделяться на разделы и подразделы, а при необходимости на пункты и подпункты, в соответствии с требованиями к оформлению текстовых документов. Этот процесс называется рубрикацией. Все разделы, подразделы и пункты должны иметь заголовки, отражающие их содержание. Заголовки должны также отражать отношение автора к излагаемому материалу. Например, не рекомендуется в качестве заголовков применять фразы типа: «Схема электроснабжения...», «Кабели и провода...», «Токи короткого замыкания...» и т.п. Правильнее писать «Выбор (разработка) схемы электроснабжения...», «Выбор проводов (кабелей) питающей сети...», «Расчет токов короткого замыкания» и т.д. Рубрикация должна быть проведена на протяжении всего раздела и подраздела. Не следует оставлять начальную часть раздела и подраздела без рубрикации, а затем вводить ее.

Каждый раздел пояснительной записки, кроме введения, заключения и списка литературы, целесообразно начинать с постановки задачи (в виде самостоятельного первого подраздела каждого раздела) и заканчивать выводами. В каждом разделе дипломного проекта необходимо четко определить цель или основную задачу данного раздела, убедительно обосновать необходимость решения всех частных задач раздела и последовательность их решения. Выводы по разделу должны содержать четко сформулированные конкретные результаты решения каждой из поставленных задач. Фразы выводов должны быть лаконичными и начинаться со слов, отражающих основной смысл вывода. Следует стремиться к тому, чтобы каждому подразделу соответствовал хотя бы один вывод по всему разделу в целом.

Пояснительная записка должна быть написана грамотно, литературным языком с применением общепринятых терминов. Недопустимы технически жаргонные выражения и сокращения. На протяжении всей пояснительной записки необходимо обязательно соблюдать единство терминологии. Термины следует применять в соответствии с действующими стандартами и другими официальными документами. При введении новых, не общепринятых в научной литературе терминов, их следует четко объяснить при первом упоминании, при этом их рекомендуется писать в разрядку или подчеркивать. Иностранные термины и фамилии рекомендуется писать в русской транскрипции, но при первом упоминании особенно малоизвестных терминов и фамилий, следует приводить в скобках их подлинное написание на языке оригинала.

Изложение материала должно быть логично и последовательно. Текст каждого подраздела или пункт должен быть разбит по смысловому содержанию на абзацы.

В процессе обзора материала нередко возникает необходимость перечисления. Перечисления, состоящие из отдельных слов и коротких словосочетаний, пишутся в подборе с текстом со строчных букв и отделяются запятыми. Если перечисление состоит из отдельных фраз и развернутых сочетаний со знаками препинания, то каждый элемент перечисления следует писать с новой строки и отделить от следующей фразы точкой с запятой. Элементы перечисления следует нумеровать числом со скобками. Перед нумерованием перечислений нельзя обрывать основную фразу на предлогах союзах: что, как, из, на, от и т.д.

При изложении математических выводов следует избегать выражений: будем иметь, выразится в виде и др. Рекомендуется употреблять слова: получаем, находим, определяем и т.д.

Необходимо иметь в виду, что математические формулы и соотношения являются составной частью текста, поэтому формулы не должны нарушать грамматической структуры фразы. В пояснительную записку не следует переписывать громоздкие математические выводы формул из учебников и другой общедоступной литературы, достаточно привести результат и дать соответствующую ссылку на литературу. Во всех случаях использование цитат, формулировок, формул, графиков, таблиц, методик расчета, характеристик оборудова-

ния, заимствованных из литературных источников, необходима соответствующая ссылка на последние.

Расчёты в проекте следует начинать со слов «Определяем величину...». Затем указывать формулу, по которой может быть определена эта величина. В формулах следует применять символы или буквы, установленные ГОСТ. Значение каждого символа (буквы) дается с новой строчки в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строчка должна начинаться со слов «где» без двоеточия после него.

Математические знаки: =, +, -, а также знаки: \$, %, № и др. можно применять только в формулах; в тексте их следует писать словами. Знаки №, \$, % для обозначения множественного числа удваивать не следует. Числа с размерностью пишутся только цифрами, например, «...величина тока 5А», но не «пять Ампер». Числа до десяти без размерностей или без единиц измерения пишутся в тексте словами, свыше 10-цифрами. Дробь всегда пишется цифрами. Количественные числительные, обозначаемые числами, следует писать без падежных окончаний, например, «... из 20 опытов», но не «...из 20-ти опытов...».

Все слова в тексте пояснительной записки, как правило, должны быть написаны полностью за исключением союза «то есть» (т.е.), а также слово сочетаний и т.п., и пр. Не допускается сокращение: т.к., т.н., т.о., т.ч., м.б., в.м., напр., ур-ние, ф-ла и им подобное.

Все применяемые сокращения следует оговорить при их первом упоминании.

Для пояснения текста и большей наглядности в пояснительной записке следует широко использовать иллюстрации: рисунки, фотографии, графики, схемы, диаграммы, таблицы. За счет перевода части содержания проектов в таблицы, графики, схемы легко сократить пояснительную записку до приемлемых размеров.

Весь помещаемый в пояснительной записке иллюстрационный материал кроме фотографий именуется словом «рисунок». Подписи к рисункам должны дополняться текст рукописи, а не повторять его.

## **УЩ. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Оформлению чертежей и пояснительной записки дипломного проекта должно быть уделено самое серьезное внимание. Небрежное выполнение рисунков, неаккуратное написание текста, нарушение ГОСТов и требований ЕСКД резко ухудшает впечатление даже от интересного и содержательного проекта.

### **1 Общие положения**

1.1. Пояснительная записка и графическая часть проекта выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ Р 2.105-2919 "Общие требования к тестовым документам", ГОСТ 7.32-2001 "Отчет о научно-исследовательской работе", ГОСТ 7.1-2003 "Библиографическая запись. Библиографическое описание", ГОСТ 7.82-2001 "Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов" и другими нормативными документами.

1.2 Пояснительная записка проекта начинается с титульного листа. Титульный лист пояснительной записки и задание на дипломное проектирование обязательно оформляются с использованием ПК по установленному образцу (см. Приложение Б.В).

После титульного листа помещается задание.

Все страницы записки последовательно нумеруются. Нумерация должна быть сквозной от титульного листа до последней страницы записки, включая все иллюстрации, таблицы и т.п., как внутри текста, так и в приложении. Если рисунки и таблицы расположены на листе, большем формата А4, их следует учитывать как один лист.

На титульном листе номер не ставят, хотя и подразумевают. Номер страницы ставится в нижнем правом углу.



1.3. Текст пояснительной записки должен быть подготовлен с использованием компьютера в MS Word, распечатан на одной стороне белой бумаги формата А4 (210x297 мм).

Шрифт Times New Roman, цвет – черный, высота букв, цифр и других знаков – 2,5 мм (кегель 14), межстрочный интервал - полуторный. Полуужирный шрифт и курсив не применяется.

На всех страницах записки сплошной тонкой линией наносят рамку на расстоянии 20 мм с левой стороны и 5мм с трёх остальных сторон.

Расстояние от рамки до границ текста рекомендуется оставлять: в начале строки не менее 3 мм, в конце строки – не менее 3мм. Расстояние от верхней и нижней строки текста до верхней или нижней внутренней рамки должно быть не менее 10мм. Абзацы в тексте начинаются отступом 15 мм от границ текста.

Каждый раздел записки рекомендуется начинать с нового листа (страницы). Каждый пункт текста записывается с абзаца. Цифры, указывающие номера пунктов не должны выступать за границу абзаца.

Изложение материала должно быть логичным и последовательным. Не допускается изложение текста от первого лица, то есть вместо фразы «На основании расчета я выбрал тип автоматического воздушного выключателя...» следует писать «На основании расчета выбран тип мультиплектора...».

1.4 Вписывать в пояснительные записки проектов, изготовленные с использованием компьютера в MS Word, отдельные слова, формулы, условные знаки (рукописным способом), а также выполнять иллюстрации следует черными чернилами (шариковой или гелиевой ручкой).

1.5 Опечатки, опiski и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения пояснительной записки и графической части проекта, допускается исправлять подчисткой или закрасиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) черными чернилами рукописным способом.

*Повреждения листов пояснительной записки и графической части проектов, помарки и следы неполностью удаленного текста (графики) не допускается.*

## **2 Требования к текстовым документам, содержащим, в основном, сплошной текст**

### **2.1 Построение документа**

2.1.1 Текст пояснительной записки проекта разделяют на разделы и подразделы.

2.1.2 Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенные точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

2.1.3 Если пояснительная записка проекта (работы) не имеет подразделов, то нумерация пунктов в ней должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точки не ставится, например:

1 Введение

2 Общая часть

2.1 Краткая техническая характеристика объекта и электрооборудования

3 Внутрицеховая силовая сеть

3.1 Выбор рода тока, напряжения и схемы внутрицехового электроснабжения

### 3.2 Расчет электрических нагрузок

Если пояснительная записка проекта имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например:

#### 4.3 План по труду и заработной плате

##### 4.3.1 Расчет численного и квалификационного состава бригады

##### 4.3.2 Расчет нормативного и планового срока производства работ

##### 4.3.3 Расчет процента сокращения нормативного времени

2.1.4 Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

2.1.5 Если текст пояснительной записки проекта подразделяется только на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах пояснительной записки проекта.

2.1.6 Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 и т.д.

2.1.7 Внутри пунктов или подпунктов могут быть выполнены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Например:

- а) \_\_\_\_\_
- б) \_\_\_\_\_
  - 1) \_\_\_\_\_
  - 2) \_\_\_\_\_
- в) \_\_\_\_\_

2.1.8 Каждый пункт, подпункт и перечисление записываются с абзацного отступа.

2.1.9 Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Заголовки следует писать (печатать) с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 8 мм.

2.1.10 Каждый раздел текстового документа должен начинаться с нового листа.

2.1.11 В пояснительной записке проекта большого объема на первом (заглавном) листе и, при необходимости, на последующих листах помещают содержание, включающее номера и наименование разделов и подразделов с указанием номеров листов.

Содержание включают в общее количество листов пояснительной записки проекта.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной.

2.1.12 Список используемых источников помещается после основного текста выпускной квалификационной работы и позволяет автору документально подтвердить достоверность и точность приводимых в тексте заимствований: цитат, идей, фактов, таблиц, иллю-

страций, формул, текстов памятников и других документов, на основе которых строится исследование. В тексте пояснительной записки ссылки на используемые источники приводятся в конце фразы в квадратных скобках: [3].

Примеры описания документов в целом:

*Официальные издания*

О внесении изменений в закон о связи: федер. закон Рос. Федерации от 13 июля 2015 года N 257-ФЗ– М. : ИНФРА-М, 2015. – 9 с.

*Книги одного автора*

Москаленко, В.В. Системы автоматизированного управления электропривода: учебник / В.В.Москаленко. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 207 с.

*Книги двух авторов*

Сибикин, Ю.Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: учеб. пособие для проф. учеб. заведений / Ю.Д.Сибикин, М.Ю.Сибикин. – М. : Высшая школа, 2014. – 462 с.

*Книги трех авторов*

Сутырин, С. Ф. История экономических учений: учеб. пособие / С. Ф. Сутырин, М. В. Шишкин, Г. В. Борисов. – М. : Эксмо, 2010. – 367 с.

*Книги более трех авторов*

Если в издании более 3-х авторов книга описывается под заглавием

Социально-экономический механизм стимулирования труда: сб. ст. / отв. ред. В. А. Гага. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2008. – 195 с.

*Нормативные производственно-практические издания (стандарты, рук. документы).*

ГОСТ Р 50571.15-97 Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 52. Электропроводки.– М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.– 46с.

СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства. – М.: ФГУП ЦПП, 2001.–35с.

Правила устройства электроустановок. –7-е издание.Дополненное с исправлениями – Ч.: ООО «Центр безопасности труда», 2006 – 848с..

*Справочные издания.*

Справочник по монтажу силового и вспомогательного оборудования на электростанциях и подстанциях / С.Е.Коршунов, Н.М.Лернер, Г.П.Синцов; под ред. Н.А.Иванова, Н.Г.Этуса. – 3-е изд.– М.: Энергоатомиздат, 2008. – 239 с.

*Каталоги*

ИЭК=ИЭК: каталог электротехнической продукции/Группа компаний ИЭК.— м., 2012.— 608с.:ил.

*. Диссертация*

Ещенко, М. Н. Повышение эффективности инвестиционной деятельности промышленного предприятия при использовании управленческих инноваций: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / М. Н. Ещенко ; С.-Петерб. гос. ун-т экономики и финансов. – СПб., 2010. – 153 с.

*Электронные ресурсы*

*Локальные*

Цены и ценообразование [Электронный ресурс]: электрон. учеб. / Е. К. Васильева и др. ; под. ред. В. Е. Есипова. – Электрон. текстовые дан. (683 Мб). – [М.] : КноРус, 2010. – 1 CD-ROM

*Ресурсы Интернета*

Образование: исследовано в мире [Электронный ресурс]: междунар. науч. пед. интернет журнал с б-кой депозитарием / Рос. акад. Образования ; Гос. науч. пед. б-ка им. К. Д. Ушинского. – Электрон. журн. – М., 2000. – URL: <http://www.oim.ru> (дата обращения: 06.01.2010).

*Нормативные акты из официальных изданий*

Об особых экономических зонах в Российской Федерации: закон Рос. Федерации от 22.07.05 N 117-ФЗ // Российская газета. – 2015. – 27 июля. – С. 10-11.

*Статья в журнале или сериальном издании*

Емельянова, Т. Почему банкротятся страховщики / Т. Емельянова // Финанс. – 2010. – N 2. – С. 42 – 45.

*. Статья в сборнике*

Ценина, Т. Т. Системный классификатор рисков в предпринимательской деятельности / Т. Т. Ценина // Интеллектуальные технологии в экономике и управлении : сб. науч. тр. – 2009. – С. 225 – 229.

2.1.13 Нумерация страниц пояснительной записки проекта (работы) и приложений, входящих в его (ее) состав должна быть сквозная.

## **2.2 Изложение текста пояснительной записки и графической части проекта**

2.2.1 Полное наименование объекта на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте должно быть одинаковым с его наименованием в основном конструкторском документе (чертеже).

В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, т.е. на первом месте должно быть определение (прилагательное), а затем название объекта (имя существительное).

2.2.2 Текст пояснительной записки и графической части проекта должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется, чтобы», «разрешается только», «не допускается», «запрещается», «не следует». При изложении других положений следует применять слова – «могут быть», «как правило», «при необходимости», «может быть», «в случае» и т.д.

При этом допускается использовать повествовательную форму изложения текста пояснительной записки проекта (работы), например, «применяют», «указывают» и т.п.

В пояснительной записке проекта (работы) должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

2.2.3 В тексте пояснительной записки проекта **не допускается**:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии и соответствующими государственными стандартами;
- сокращать обозначения единиц измерения, если они применяются без цифр, за исключением единиц измерения в головках и боковиках таблиц и расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

2.2.4 В тексте пояснительной записки, за исключением формул, таблиц и рисунков **не допускается**:

- применять математический знак минус (—) перед отрицательными числовыми значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак  $\emptyset$  для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте пояснительной записки или графической части курсового проекта (работы), перед размерным числом следует писать знак « $\emptyset$ »;

- применять без числовых значений математические знаки, например,  $>$  (больше),  $<$  (меньше),  $=$  (равно),  $\geq$  (больше или равно),  $\leq$  (меньше или равно);  $\neq$  (не равно), а также знаки № (номер), % (процент).

2.2.5 Условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать принятым в действующем законодательстве и государственных стандартах.

При необходимости применения условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять в тексте или в перечне обозначений.

2.2.6 Применение в пояснительной записке разных систем обозначения физических величин (системы СИ и ранее применявшихся систем измерения) *не допускается*.

2.2.7 В тексте пояснительной записки проекта (работы) числовые значения величин с обозначениями единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти – словами.

Например:

- 1 Провести испытания пяти труб, каждая длиной 5 м.
- 2 Отобрать 15 труб для испытаний на давление.

2.2.8 Единица физической величины одного и того же параметра в пределах пояснительной записки проекта (работы) должна быть постоянной. Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения, например: 1,50; 1,75; 2,00 м.

2.2.9 Если в пояснительной записке или графической части проекта (работы) приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числового значения диапазона. Например: от 1 до 5 мм.

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах.

2.2.10 Приводя наибольшие и наименьшие значения величин следует применять словосочетание «должно быть не более (не менее)».

Приводя допустимые значения отклонений от указанных норм, требований следует применять словосочетание «не должно быть более (менее)».

Например, расчетный ток линии должен быть не менее длительно допустимой токовой нагрузки кабеля выбранного сечения.

2.2.11 Округление числовых значений величин до первого, второго третьего и т.д. десятичного знака в пояснительной записке и графической части проекта (работы) должно быть одинаковым.

2.2.12 В формулах в качестве символом следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Например:

Номинальная (установленная) мощность осветительной нагрузки  $P_{\text{ном.о.}}$ , кВт, определяется по формуле:

$$P_{\text{ном.о.}} = \frac{P_{\text{у.о.}} \cdot F}{1000}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{у.о.}}$  – удельная мощность осветительной нагрузки, Вт/м<sup>2</sup>;

$F$  - площадь цеха, м<sup>2</sup>.

2.2.13 Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале и в конце следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «×».

2.2.14 В пояснительной записке проекта (работы) формулы могут быть выполнены машинным способом или чертежным шрифтом высотой не менее 2,5 мм. Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается.

2.2.15 Формулы, за исключением формул помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записываются на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул даются в скобках.

Например:

Номинальный ток электроприемника определяется по формуле (6).

Формулы помещаемые в приложениях должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения.

Например: формула (В.1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой.

Например: формула (3.1).

2.2.16 Примечания приводят в документах, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала.

Примечания не должны содержать требований.

2.2.17 Примечания следует помещать непосредственно после текстового графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания, и печатать с прописной буквы с абзаца. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Например:

Примечание — Диаметры труб выбраны с учетом количества жил и сечения кабеля.

Примечания

1 Сечение кабелей распределительной сети выбрано для температуры 20<sup>0</sup>С.

2 Длина кабелей распределительной сети определена с учетом разделки концов.

2.2.18 В пояснительной записке проекта допускаются ссылки на данную пояснительную записку, стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования и не вызывают затруднений в пользовании документом.

Ссылаться следует на документ в целом или его разделы и приложения. Ссылки на подразделы, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются, за исключением подразделов, пунктов, таблиц и иллюстраций данной пояснительной записки проекта.

Ссылки в тексте на формулы данного документа дают в круглых скобках.

Например:

Номинальный ток электроприемника определяется по формуле (6).

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2».

На все таблицы пояснительной записки и графической части проекта (работы) должны быть приведены ссылки в тексте, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Ссылки на литературу, указанную в списке литературы в конце пояснительной записки, дают в квадратных скобках.

## **2.3 Оформление иллюстраций и приложений**

2.3.1 Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого материала. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту пояснительной записки (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце ее. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и СПДС. Иллюстрации, за исключением приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Например: Рисунок А.3

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой.

Например: Рисунок 1.1

При ссылках на иллюстрации следует писать:

«... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации;

«... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Иллюстрации должны иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово рисунок и наименование помещают после пояснительных данных под иллюстрацией симметрично рисунку и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Расчетная схема электрической сети.

2.3.2 Если в тексте пояснительной записки имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагаются в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электроэлементов - позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

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

2.3.3 На приводимых в пояснительных записках электрических схемах около каждого элемента указывают его позиционное обозначение, установленное соответствующими стандартами, и при, необходимости, номинальное значение величины.

2.3.4 Материал, дополняющий текст пояснительной записки, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов и т.д.

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих листах или выпускают в виде самостоятельного документа

2.3.5 Приложения могут быть обязательными и информационными. Информационные приложения могут быть рекомендуемого или справочного характера.

2.3.6 В тексте пояснительной записки на все приложения должны быть даны ссылки. Степень обязательности приложений в ссылках не указывается. Приложения располагаются

в порядке ссылок на них в тексте пояснительной записки, за исключением информационного приложения «Библиография», которое располагают последним.

2.3.7 Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информационного - «рекомендуемое» или «справочное».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

2.3.8 Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Е, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в пояснительной записке одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

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

2.3.10 Приложения должны иметь общую с остальной частью пояснительной записки сквозную нумерацию страниц.

2.3.11 Все приложения должны быть перечислены в содержании пояснительной записки с указанием их номеров и заголовков.

## 2.4 Построение таблиц

2.4.1 Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. Название следует помещать над таблицей.

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 1.

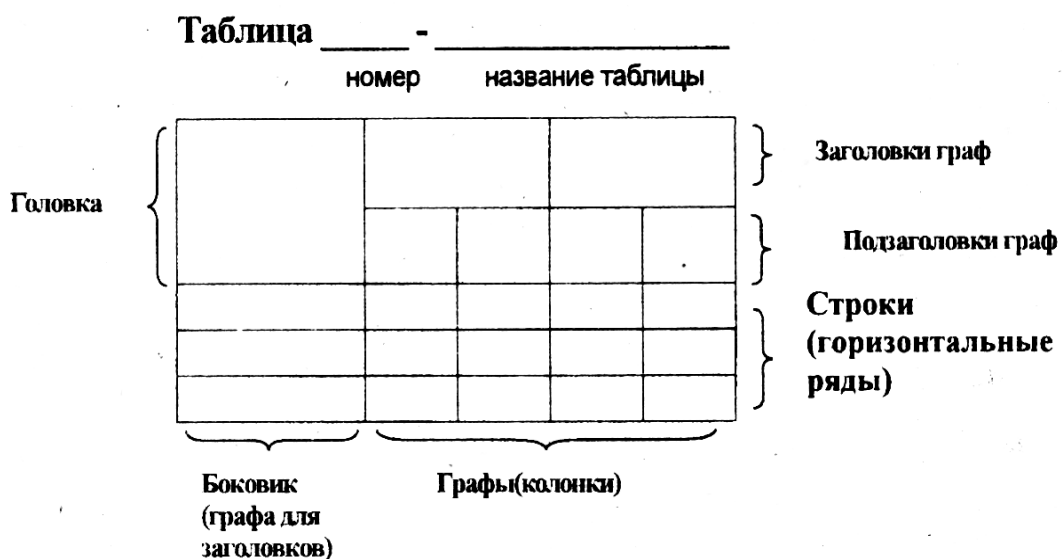


Рисунок 7 – Правила оформления таблиц



2.4.2 Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

2.4.3 На все таблицы пояснительной записки должны быть приведены ссылки в тексте пояснительной записки, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

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

2.4.5 Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

2.4.6 Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении к пояснительной записке.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа пояснительной записки.

2.4.7 Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номеров граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывается один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы в соответствии с рисунком 8.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу не проводят.

Таблицы с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть рядом с другой на одной странице, при этом повторяют головку таблицы в соответствии с рисунком 3. Рекомендуется разделять части таблицы двойной линией или линией толщиной 2s.

2.4.8 Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблицы арабскими цифрами допускается в тех случаях, когда в тексте пояснительной

записки имеются ссылки на них, при делении таблицы на части, а также при переносе части таблицы на следующую страницу в соответствии с рисунком 9.

Таблица 7 – Допустимые температуры нагрева проводников, °С

Проводник и его изоляция	Длительная температура нагрева	Кратковременная температура нагрева при перегрузках	Температура нагрева при т.к.з. в проводниках	
			медном	алюминиевом

Продолжение таблицы 7

Проводник и его изоляция	Длительная температура нагрева	Кратковременная температура нагрева при перегрузках	Температура нагрева при т.к.з. в проводниках	
			медном	алюминиевом

Рисунок 8 – Оформление продолжений таблицы

Таблица 7 – Допустимые температуры нагрева проводников, °С

Проводник и его изоляция	Длительная температура нагрева	Кратковременная температура нагрева при перегрузках	Температура нагрева при т.к.з. в проводниках	
			медном	алюминиевом
1	2	3	4	5

Рисунок 9 – Оформление нумерации граф таблицы

При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием с соответствием с рисунком 10. Перед числовыми значениями величин и обозначением типов, марок и т.п. порядковые номера не проставляются.

Таблица 7 – Допустимые температуры нагрева проводников, °С

Проводник и его изоляция	Длительная температура нагрева	Кратковременная температура нагрева при перегрузках	Температура нагрева при т.к.з. в проводниках	
			медном	алюминиевом
1 Голые провода и шины				
2 Провода и кабели с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией				
3 Кабели с бумажной пропитанной изоляцией				

Рисунок 10 – Оформление нумерации показателей и параметров

2.4.9 Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то обозначение единицы физической величины указывают в заголовке (подзаголовке) этой графы в соответствии с рисунком 11.

Таблица 12 – Номинальные и средние напряжения системы электроснабжения

Номинальное напряжение $U_{ном}$ , кВ	Среднее напряжение $U_{ср}$ , кВ
0,22	0,23
0,38	0,4
0,66	0,69
6	6,3

Рисунок 11 – Указание единиц измерения величин в таблицах

Если числовые значения величин в графах таблицы выражены в разных единицах физической величины, их обозначения указывают в подзаголовках каждой графы.

Обозначения, приведенные в заголовках граф таблицы, должны быть пояснены в тексте или графической материале проекта (работы).

2.4.10 Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками в соответствии с рисунком 12. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее кавычками в соответствии с рисунком 13. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения.

При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять.

Таблица 13

Диаметр зенкера	C	C_1	R	h	h 1	S	s_1
От 10 до 11 включ.	3,17	-	-	3,00	0,25	1,00	-
Св. 11 " 12 "	4,85	0,14	0,14	3,84	-	1,60	6,75
" 12 " 14 "	5,50	4,20	4,20	7,45	1,45	2,00	6,90

Рисунок 12 – Оформление повторяющегося текста в таблице

Таблица 14 – Обозначения марок сталей и сплавов

Марки стали и сплава		Назначение
Новое обозначение	Старое обозначение	
08X18H10	0X8H10	Трубы, детали печной арматуры, теплообменники, патрубки, муфелы, реторты и коллекторы выхлопных систем, электроды искровых зажигательных свечей
08X18H10T	0X18H10T	То же
12X18H10T	X18H10T	"
09X15H810	X15H910	Для изделий, работающих в атмосферных условиях
07X6H6	X16H6	То же. Не имеет дельтаферрита

Рисунок 13 – Оформление повторяющегося текста в таблице

2.4.11 Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов не допускается.

2.4.12 При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире) в соответствии с рисунком 12.

2.4.13 При указании в таблицах последовательных интервалов чисел, охватывающих все числа ряда, их следует записывать «От ... до ... включ.», «Св. ... до ... включ.» в соответствии с рисунком 12.

В интервале, охватывающем числа ряда, между крайними числами ряда в таблице допускается ставить тире в соответствии с рисунком 14.

Таблица 15 – Коррозионная активность грунтов

Коррозионная активность грунтов	Удельное сопротивление грунта, Ом·м
Весьма высокая	До 5
Высокая	5 – 10
Повышенная	10 – 20
Средняя	20 – 100
Низкая	Более 100

Рисунок 14 – Оформление в таблице ряда чисел

2.4.14 Числовое значение показателя проставляют на уровне последней строки наименования показателя.

Значение показателя, приведенное в виде текста, записывают на уровне первой строки наименования показателя в соответствии с рисунком 9

Таблица 16 – Приближенные значения сопротивлений растеканию естественных заземлителей R при  $\rho=100$  Ом·м

Тип заземлителя	Сопротивление растеканию естественных заземлителей R, Ом
Свинцовая оболочка кабеля, глубина заложения 0,7 м в летнее время	1,50 – 2
Водогазопроводные трубы в земле без изоляции (большие значения относятся к коротким участкам до 200 м)	0,25 – 0,5

Рисунок 9 – Указание числового значения показателя в таблице

2.4.15 Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

## 2.5 Сноски

2.5.1 Если необходимо пояснить отдельные данные, приведенные в пояснительной записке или графической части проекта, то эти данные следует обозначать надстрочными знаками сноски.

Сноски в тексте располагают с абзацного отступа в конце страницы, на которой они обозначены, и отделяют от текста короткой тонкой горизонтальной линией с левой стороны,

а к данным, расположенным в таблице, в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

2.5.2 Знак сноски ставят непосредственно после того слова, числа, символа, предложения, к которому дается пояснение, и перед текстом пояснения.

2.5.3 Знак сноски выполняют арабскими цифрами со скобкой и помещают на уровне верхнего обреза шрифта.

Например "... печатающее устройство (2)..."

Нумерация сносок отдельная для каждой страницы.

Допускается вместо цифр выполнять сноски звездочками: \*. Применять более четырех звездочек не рекомендуется.

## 2.6 Примеры

2.6.1 Примеры могут быть приведены в тех случаях, когда они поясняют требования пояснительной записки проекта или способствуют более краткому их изложению.

Примеры размещают, нумеруют и оформляют так же, как и примечания.

## IX. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ ДОКЛАДА К ЗАЩИТЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Подготовка доклада – один из важнейших заключительных этапов работы над дипломным проектом. Невыразительный и нелогичный доклад может испортить впечатление даже от хорошего проекта.

При составлении текста доклада рекомендуется руководствоваться следующим примерным планом. Доклад должен начинаться кратким вступлением, в котором следует обосновать актуальность тематики дипломного проекта. При этом не следует увлекаться общими фразами и цитатами.

Затем необходимо четко сформулировать главную задачу (цель) дипломного проекта, отразить основные предпосылки и исходные данные, а также основные задачи проекта. После этого целесообразно перейти к изложению важнейших этапов решения задач дипломного проекта и его результатов. Здесь можно упомянуть использование методики расчетов, обосновать выбор тех или иных вариантов технических решений. Особое внимание следует обратить на изложение и анализ результатов проектирования. Эта часть доклада должна быть четко согласована с демонстрацией чертежей и заканчиваться изложением результатов технико-экономического обоснования и решения задач охраны труда и техники безопасности (при необходимости).

Доклад следует завершить кратким заключением, в котором следует отметить области внедрения и практического исполнения результатов проекта.

Общая продолжительность доклада, как правило, не должна превышать 8-10 минут. Текст доклада рекомендуется написать и тщательно отредактировать совместно с техническим консультантом дипломного проектирования. Полезно попрактиковаться в произнесении доклада. При этом хорошо использовать магнитофон. Читать доклад или пользоваться письменными заметками во время защиты нежелательно. При докладе очень важно не торопиться, тщательно и с выражением произносить фразы, избегать слов-паразитов. Основные мысли следует отделять паузами.

*Доклад должен сопровождаться мультимедийной презентацией.*

## **Х. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЗЫВОВ И РЕЦЕНЗИИ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

По окончании проектирования технический консультант заполняет карту оценивания ВКР (Приложение Г), в котором отражаются следующие моменты:

- структуру ВКР;
- соответствие содержания ВКР теме, цели и задачам;
- полноту раскрытия темы;
- логику изложения материала;
- соблюдение требований ГОСТ;
- содержание и оформление графической части;
- степень самостоятельности студента при выполнении ВКР;
- личный вклад студента в раскрытие проблем и разработку предложений по их решению.

Общая оценка работы студента дается по четырех бальной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не удовлетворительно»).

Кроме этого технический консультант, консультант экономической части, консультант по нормоконтролю и руководитель дипломного проектирования расписываются на титульном листе проекта.

При составлении рецензии обязательно отражение следующих вопросов:

- актуальность выбранной тематики;
- четкость постановки задачи;
- уровень решения поставленных задач;
- значимость и практическая ценность результатов работы;
- степень использования новой нормативной, справочной и учебной литературы;
- общая оценка работы по четырех бальной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не удовлетворительно»).

В отзыве руководителя основное внимание должно быть уделено оценке работы студента, в рецензии – анализу дипломного проекта.

## **ХІ. ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Законченный дипломный проект, подписывается студентом, консультантами руководителем дипломного проектирования и рецензентом дипломного проекта. Затем руководитель специальности и заведующий отделением решают вопрос о допуске к защите и направляют дипломника к зам. директора по учебной работе, который подписывает дипломный проект и утверждает допуск к защите.

Дата защиты оформляется приказом по колледжу. На заседание Государственной аттестационной комиссии (ГАК) приглашают преподавателей, представителей производства, студенты.

Продолжительность доклада при защите дипломного проекта 8-10 минут. Студент должен ответить также на замечания рецензента, ответы должны быть согласованы с техническим консультантом, консультантами по экономической части и нормоконтролю, руководителем дипломного проектирования.

Дипломник должен ответить на любой вопрос по содержанию доклада и текста пояснительной записки, а также на общие вопросы, касающиеся темы дипломного проекта. Ответы на вопросы должны быть краткими, четкими, по существу. Каждый вопрос члена ГАК должен быть выслушан внимательно и до конца.

Перед началом защиты развешиваются все демонстрационные чертежи; на доске должно быть свободное место для изображения графиков и формул при ответах на вопросы. Во время доклада обязательно использование представленных демонстрационных листов. По

окончании доклада следует сказать: «Доклад окончен». По итогам защиты заполняется карта оценивания защиты дипломного проекта (Приложение Д).

Во время защиты дипломного проекта перед ГАК рекомендуется быть строго и скромно одетым. После публичной защиты проектов комиссия в закрытом заседании обсуждает результаты защиты и простым большинством выносит решение об оценке проекта и присвоении студентам соответствующей квалификации.

Решение ГАК записывается в Книгу протоколов ГАК и зачитывается каждому студенту при завершении работы ГАК.

## Список источников

1. ГОСТ Р 50571.15-97 Электроустановки зданий.- М.: Минстрой России, 1997.
2. ГОСТ 13109-97 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Минск: Издательство стандартов, 1997.
3. ГОСТ 17677-82 Светильники. Общие технические условия. Госстандарт СССР.- М.: Издательство стандартов, 1989.
4. ГОСТ Р 51321.1-2000. Устройства комплектные низковольтные.
5. ГОСТ 12504-80 Панели стеновые внутренние бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия.
6. ЕНИР 23 Электромонтажные работы. Выпуск 1, 4, 6, 7, 9. - М.: Прейскурантиздат, 1987. - 86 с.
7. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. - М.: издательство НУЭНАС, 2001. - 180 с.
8. Правила устройства электроустановок.7 издание, дополненное и переработанное с исправлениями. - Челябинск. ИСЦ Дизайн. Бюро,2004. - 844с.
9. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. - М.: ФГУП ЦПП, 2003. - 51 с.
10. СНиП 3.05.06 - 85,Электротехнические устройства/Госстрой России. - М.:ФГУП ЦПП,2004 - 59с.
11. Справочник ЧелСЦена ч 2. Выпуск 1. - Челябинск: ООО «Челинформцентр», 2006. - 162 с.
12. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. - М.:ФГУП ЦПП,2003. - 33 с.
13. СНиП 12-01-2004. Организация строительства. - М.;ФГУП ЦПП, 2004. - 24 с.
14. Территориальные единичные расценки на монтаж оборудования ТЭРМ-2001 г. / Электротехнические установки правительства Челябинской области; Сборник № 8. - Челябинск: Челябиниздат, 2002. - 896 с.
15. Территориальный сборник средних сметных цен. ТСЦ-2001. - Челябинск: Челябиниздат, 2002. - Ч. 5. - 573 с.
16. Электромонтажные устройства и изделия: Справочник/АООТ ЦПКБ «Электромонтаж» - 4-е изд., переработанное и дополненное – М.: ИНПА, 1999 – 316 с.
17. Электротехнический справочник. Том 4.- М.: Издательство МЭИ. 2002. Электротехнический справочник. Том 4.- М.: Издательство МЭИ. 2002. – 560 с.
18. Гнётова С.Н. Справочное пособие для курсового и дипломного проектирования по МДК 02.02 «Внешнее электроснабжение промышленных и гражданских зданий» для специальности 08.02.09 Монтаж наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий. - Ч.: ЮУрГТК, 2018. - 147 с.



## Основные определения и понятия

дисциплины «Экономика отрасли»

**Инвестор** – субъект инвестиционной деятельности, осуществляющий из собственных или заемных средств финансирование строительного объекта.

**Подрядчик** – строительная фирма, осуществляющая по договору подряда или контракту строительство объекта.

**Главной задачей подрядчика** является максимум рентабельности работ.

**Подрядный способ строительства объекта** осуществляется специальными строительными и монтажными организациями, т.е. подрядчиками.

**При хозяйственном способе** строительство объектов осуществляется собственными силами заказчика или инвестора.

**При закрытых торгах** заказчик для участия в торгах приглашает несколько известных ему фирм, из которых он и выбирает ту, которая дает приемлемые для него предложения.

**При открытых торгах** заказчик путем объявления в открытой печати и приглашает всех желающих принять участие в торгах.

**Закрытое акционерное общество (ЗАО)** – это фирма, капитал которой разделен на части, акции не подлежат продаже.

**Акционерное общество открытого типа (ОАО)** – это фирма, капитал которой распространяется путем открытой продажи акций.

**Методы определения сметной стоимости:** ресурсный, ресурсно-индексный, базисно-индексный.

**Сметная стоимость строительно-монтажных работ по методам расчета** делится на три основные части:

$$C_{\text{см}} = \text{ПЗ} + \text{НР} + \text{ПН} \quad (\text{A.1})$$

где ПЗ - прямые затраты, руб;

НР - накладные расходы, руб;

ПН - плановые накопления, руб.

**Прямые затраты** включают в себя:

$$\text{ПЗ} = \text{Осн.з./пл.раб.} + \text{М} + \text{ЭМиМ} \quad (\text{A.2})$$

где Осн.з./пл.раб. - основная заработная плата рабочих, руб;

М - стоимость материалов, деталей и конструкций, руб;

ЭМиМ - расходы по эксплуатации машин и механизмов, руб.

**Накладные расходы (НР)** делятся на четыре части:

1. административно-хозяйственные расходы;
2. расходы на обслуживание работников строительства;
3. расходы на организацию работ на строительной площадке;
4. прочие накладные расходы.

**Сметная прибыль** – это сумма средств, необходимая для покрытия отдельных расходов, не относимых на себестоимость.

**Для производства любого вида продукции необходимо** наличие и взаимодействие трех элементов: средств труда, предметов труда и живого труда.

**В средства производства входят** средства труда и предметы труда.

**Основные фонды** действуют как в сфере материального производства, так и непродуцственной.

**Производственные фонды** в зависимости от специфики производства и способа оборота подразделяются на основные и оборотные.

**Основные производственные фонды** либо непосредственно участвуют в процессе создания строительной продукции, либо создают необходимые условия для ее создания.

**Основные непроизводственные фонды** непосредственно не участвуют в создании продукции и предназначены для удовлетворения социально-бытовых потребностей работников.

**Лизинговая деятельность**, по российскому законодательству, рассматривается как разновидность арендных отношений.

**Лизинговая сделка** имеет трехсторонний характер взаимоотношений с участием трех субъектов:

1. лизингодатель;
2. лизингополучатель;
3. продавец лизингового имущества.

**Финансовый лизинг** – это форма долгосрочного кредитования покупки основных производственных фондов.

**Оперативный лизинг** отличается от **финансового лизинга** тем, что договор об аренде может быть расторгнут в любое время, в рамках срока его действия.

**Первоначальная стоимость** отражает фактические затраты организации на приобретение оборудования

$$\Phi_{\Pi} = \Phi_{\phi} + Z_{\text{тр}} \quad (\text{A.3})$$

где  $\Phi_{\phi}$  - фактические затраты на приобретение оборудования, руб;

$Z_{\text{тр}}$  - транспортные расходы и стоимость монтажа оборудования, руб.

**Физический износ основных фондов** представляет собой проявление воздействия на основные фонды природно-климатических и технических условий.

**Моральный износ** связан с появлением новой более производительной и экономичной техники.

**Амортизация основных фондов** – это постепенное перенесение стоимости средств труда по мере их физического и морального износа на стоимость продукции.

Показатель **фондоотдачи** отражает эффективность использования основных производственных фондов и характеризует количество продукции, которая приходится на 1 рубль стоимости основных фондов:

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{C_{\text{см}}}{\Phi_{\Pi}} \quad (\text{A.4})$$

где  $C_{\text{см}}$  - годовой объем строительно-монтажных работ, руб;

$\Phi_{\Pi}$  - среднегодовая стоимость основных производственных фондов, руб.

**Фондоёмкость** – показатель обратный фондоотдаче, которая показывает какая часть стоимость основных фондов приходится на 1 рубль выполненного объема работ:

$$\Phi_{\text{ем}} = \frac{\Phi_{\Pi}}{C_{\text{см}}} \quad (\text{A.5})$$

**Оборотные средства** состоят из оборотных фондов и фондов обращения.

**Оборотные фонды** часть производственных фондов, которая целиком используется в одном производственном цикле и утрачивает при этом свою первоначальную форму и переносит свою стоимость на себестоимость строительно-монтажных работ.

**С ростом производительности труда** выработка в единицу времени растет, а рабочее время уменьшается.

**Производительность труда** в строительстве измеряется тремя методами:

1. стоимостным;
2. натуральным;
3. нормативным.

**Бизнес-план** является рабочим документом, используемым во всех сферах предпринимательства.

**Себестоимость строительно-монтажных работ** включает расходы:

$$C_{c/ct.} = M + З/пл + ЭМиМ \quad (A.6)$$

где  $M$  - стоимость материалов, руб;

$З/пл$  - затраты на заработную плату, руб;

$ЭМиМ$  - затраты по эксплуатации машин или механизмов, руб.

**Себестоимость строительно-монтажных работ** определяется также суммой:

$$C_{c/ct} = ПЗ + НР \quad (A.7)$$

где  $ПЗ$  - прямые затраты, руб;

$НР$  - накладные расходы, руб.

**Сметная себестоимость** определяется проектной организацией.

**Плановая себестоимость строительно-монтажных работ** – это прогноз величины затрат на выполнение определенного комплекса строительно-монтажных работ.

**Фактическая себестоимость** определяется по фактическим затратам.

**Прибыль** – это реализованный чистый доход.

**Сметная прибыль** определяется в процессе составления проектной документации.

**Плановая прибыль** определяется в процессе составления бизнес-плана.

**Фактическая прибыль** – это финансовый результат подрядчика за определенный период его деятельности.

**Сметный уровень рентабельности** рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{ПН}{C_{cm}} \cdot 100 \quad (A.8)$$

где  $ПН$  - плановые накопления, руб;

$C_{cm}$  - сметная стоимость объекта, руб.

**Налоги** являются одной из форм финансовых отношений обеспечивающих распределение и перераспределение доходов.

**Основные функции налогов:**

1. фискальная (бюджетная);
2. контрольная;
3. распределительная.

**По виду установления налоги** подразделяются на прямые и косвенные.

**Прямые налоги** – это взимаемые непосредственно с налогоплательщиков налоги на доходы, имущество, ресурсы.

**Косвенные расходы** связаны с хозяйственными операциями выступают в виде надбавок в пользу госбюджета (акцизы, налоги на потребление и обращения товаров, по дарению, вступлению в наследство и др.).

**Налог на добавленную стоимость (НДС)** – представляет собой форму изъятия бюджетную систему части прироста стоимости созданной в процессе производства товаров, работ, услуг.

**Налог на прибыль** является прямым и полностью зависит от конечного финансового результата.

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

ДОПУЩЕНО К ЗАЩИТЕ

**Зам. директора по УВР**

Родионов С.Л.

(фамилия)

(подпись)

(дата)

ЗАЩИЩЕНО

**Протокол ГЭК № \_\_\_\_\_**

**Председатель ГЭК**

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

(тема проекта)

**Пояснительная записка к дипломному проекту**

(обозначение документа)

СОГЛАСОВАНО

**Руководитель**

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

**Рецензент**

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

**Нормоконтролер**

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

**Консультанты:**

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

**Разработал**

**Студент группы \_\_\_\_\_**

(подпись, фамилия)

(дата)

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

СОГЛАСОВАНО  
Представитель работодателя

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УВР

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

**З А Д А Н И Е**  
на выпускную квалификационную работу (дипломный проект)  
по специальности

Студенту \_\_\_\_\_  
Разработать проект на тему: \_\_\_\_\_

**Содержание дипломного проекта**  
Введение  
Расчетно-конструкторская часть

Организационно-технологическая часть

Экономическая часть

Охрана труда

---

---

---

Графическая часть

---

---

---

---

Заключение

Наименование предприятия, на котором студент проходит преддипломную практику \_\_\_\_\_

Ф.И.О. и должность руководителя ВКР \_\_\_\_\_

Дата выдачи ВКР « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Срок окончания ВКР « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

РАССМОТРЕНО:

Предметной (цикловой)  
комиссией

Протокол № \_\_\_\_\_

от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Руководитель специальности / /

Руководитель ВКР / /

Консультанты: / /

Карта оценивания выпускной квалификационной работы

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_

Группа № \_\_\_\_\_

Специальность: **08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий**

Квалификация: **техник**

№ п/п	Показатели и критерии оценивания	Баллы	Весовой коэффициент	Факт. кол-во баллов
1	<i>Структура ВКР</i>			
	Структура ВКР соответствует заданию, в наличии все требуемые разделы	3	2	
	Структура ВКР соответствует заданию, отсутствует один раздел из требуемых	2		
	Структура ВКР не соответствует заданию, отсутствует несколько разделов	1		
2	<i>Соответствие содержания ВКР теме, цели и задачам</i>			
	Полное соответствие	3	2	
	Частичное несоответствие	2		
	Низкая степень соответствия	1		
3	<i>Полнота раскрытия темы</i>			
	Тема раскрыта полностью, приведены необходимые пояснения, аргументы, сделаны выводы	3	3	
	Тема раскрыта полностью, однако приведены не все необходимые пояснения и (или) аргументы	2		
	Тема раскрыта частично, нет необходимых пояснений и (или) аргументов, не сделаны выводы по работе	1		
4	<i>Логика изложения материала ВКР</i>			
	Все структурные элементы работы логично организованы в систему, прослеживается логика в раскрытии темы	3	2	
	Все структурные элементы работы логично организованы в систему, логика в раскрытии темы частично нарушена	2		
	Структурные элементы работы не связаны между собой, нет логики в раскрытии темы	1		



5	<i>Соблюдение требований ГОСТ к оформлению ПЗ</i>			
	Требования ГОСТ соблюдены полностью	3	2	
	Имеются незначительные отклонения от ГОСТ	2		
	Есть существенные нарушения требований ГОСТ	1		
6	<i>Содержание и оформление графической части ВКР</i>			
	Соответствие графической части содержанию ВКР и соблюдение требований ГОСТ к оформлению чертежей	3	2	
	Соответствие графической части содержанию ВКР, имеют место незначительные отклонения от требований ГОСТ к оформлению чертежей	2		
Частичное соответствие графической части содержанию ВКР, имеют место нарушения требований ГОСТ к оформлению чертежей	1			
7	<i>Степень самостоятельности студента при выполнении ВКР</i>			
	Студент самостоятельно выполнял задание к ВКР в строгом соответствии с графиком проектирования	3	3	
	Студент выполнял задание ВКР в сотрудничестве с руководителем, требовалась дополнительная консультация по отдельным вопросам задания, график проектирования в основном соблюдался	2		
Самостоятельность студента низкая, работа велась только по указаниям руководителя, график не соблюдался.	1			
8	<i>Личный вклад студента в раскрытие проблем и разработку предложений по их решению</i>			
	Высокий	3	2	
	Средний	2		
	Низкий	1		
Максимальный балл				54
Итоговый балл				
9	<i>Дополнительный балл за практическую часть ВКР (1-3 баллов)</i>			
Итоговый балл				
Оценка				

*Перевод баллов в оценку: 49- 54 – «5»; 43 - 48 – «4»; 36 - 42 – «3». Если набрано 35 и менее баллов, работа не оценивается.*

Выпускная квалификационная работа \_\_\_\_\_ к защите.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

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

**Приложение Д  
(обязательное)**

**Карта оценивания защиты выпускной квалификационной работы**

**Ф.И.О. студента** \_\_\_\_\_

**Группа №** \_\_\_\_\_

**Специальность:** 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий

**Квалификация:** техник

№ п/п	Показатели и критерии оценивания	Баллы	Весовой коэффициент	Факт. кол-во баллов
1	<i>Качество содержания доклада</i>			
	В докладе полностью раскрыто основное содержание ВКР, правильно расставлены акценты	3	2	
	В докладе раскрыто содержание темы, но не расставлены акценты по степени важности	2		
	Недостаточно раскрыто содержание работы	1		
2	<i>Логика изложения</i>			
	Доклад выстроен логично, все звенья выступления связаны между собой	3	2	
	Логика доклада частично нарушена	2		
	Логика в докладе отсутствует	1		
3	<i>Владение терминологией, культура речи</i>			
	В докладе используются профессиональные термины, культура речи высокая	3	3	
	В докладе используются профессиональные термины, имеют место оговорки и речевые ошибки	2		
	В докладе не достаточно используются профессиональные термины, имеют место оговорки и речевые ошибки	1		
4	<i>Качество ответов на замечания рецензента</i>			
	Правильные и полные ответы на все замечания (вопросы)	3	2	
	Правильные, но недостаточно полные ответы на замечания (вопросы)	2		
	Не на все замечания (вопросы) даны правильные ответы	1		
5	<i>Качество ответов на вопросы членов ГЭК</i>			

	Правильные и полные ответы на все вопросы	3	3	
	Правильные, но недостаточно полные ответы на вопросы	2		
	Не на все вопросы даны правильные ответы	1		
6	<i>Деловые и волевые качества, демонстрируемые обучающимся во время защиты</i>			
	Доклад эмоциональный, четкий. Обучающийся ведет себя уверенно	3	2	
	Доклад четкий, но обучающийся ведет себя не уверенно	2		
	Доклад неэмоциональный, обучающийся ведет себя неуверенно	1		
7	<i>Соблюдение регламента доклада</i>			
	Регламент выдержан полностью	3	2	
	Незначительное отклонение от регламента	2		
	Регламент не выдержан	1		
	Использование ТСО при защите ВКР	2 балла		
Максимальный балл				50
Итоговый балл				
Оценка				

*Перевод баллов в оценку: 46 - 50 – «5»; 38 - 45 – «4»; 33 - 37 – «3». Если набрано 32 и менее баллов, защита не оценивается*

Председатель ГЭК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Секретарь ГЭК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дата «\_\_\_» июня 20\_\_ г.