

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СКЛАДА  
ОВОЩЕХРАНЕНИЯ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Идентификационный код ВКР: 665

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующая кафедрой ЭС  
\_\_\_\_\_ А.О. Прокубовская  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СКЛАДА ОВОЩЕХРАНЕНИЯ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиль подготовки «Энергетика»  
профилизация «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и  
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 665

Исполнитель:

студент(ка) группы ЗЭС-403С \_\_\_\_\_ Д.А. Шишигин

Руководитель:

зам. начальника отдела ОАО «ИЦЭУ» \_\_\_\_\_ Ю.А. Юксеев

Нормоконтролер:

ст. преподаватель кафедры ЭС \_\_\_\_\_ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2017

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 69 страницах, содержит 26 таблиц, 67 формул, 22 источников литературы.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ТРАНСФОРМАТОРНАЯ ПОДСТАНЦИЯ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ТРАНСФОРМАТОР, ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ, ИНСТРУКЦИЯ.

*Объектом исследования* является склад хранения овощей.

*Предметом исследования* является защитное коммутационное оборудование, проводники и силовые трансформаторы склада хранения овощей.

*Цель* – выполнить расчет и выбор оборудования необходимое для электроснабжения склада хранения овощей.

*Задачи:*

-произвести расчет нагрузок, выбор компенсирующего устройства, выбор трансформаторов, аппаратов защиты и проводников, а также расчет токов короткого замыкания. Проведена проверка защитного коммутационного оборудования на действие токов короткого замыкания.

-рассмотреть безопасность при работе в электроустановках, вредные и опасные производственные факторы.

-разработать руководство по эксплуатации электрооборудования склада хранения овощей (для не электротехнического персонала).

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДА ХРАНЕНИЯ ОВОЩЕЙ.....	8
1.1 Общие сведения .....	8
2 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СКЛАДА.....	10
2.1 Расчет электрических нагрузок .....	10
2.2 Компенсация реактивной мощности.....	13
2.3 Выбор и расчет мощности силовых трансформаторов .....	14
2.4 Предварительный выбор электрических аппаратов.....	15
2.5 Выбор устройств распределения электрической энергии и аппаратов в них по номинальным параметрам.....	18
2.6 Выбор сечения питающих кабелей.....	19
2.7 Расчет токов короткого замыкания.....	24
2.8 Проверка автоматических выключателей.....	31
3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ .....	35
4 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ.....	40
5 РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СКЛАДА ХРАНЕНИЯ ОВОЩЕЙ (ДЛЯ НЕЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА).....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Расчет электрических нагрузок.....	91
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Выбор автоматических выключателей.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Принципиальная схема электроснабжения склада.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – План расположения оборудования.....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Принципиальная схема внешнего электроснабжения .....	97

## **ВВЕДЕНИЕ**

Рост производства и потребления электроэнергии сопровождается развитием электроэнергетических систем, которое идет по пути интенсивного проектирования и введения в эксплуатацию линий электропередачи, а также потребительских подстанций. Проектирование сети, включая разработку конфигурации электрической сети и схемы подстанции, является основной задачей развития электроэнергетических систем. Качественное проектирование является основой надежного и экономичного функционирования электроэнергетической системы.

Произведен расчет нагрузок, выбор компенсирующего устройства, выбор трансформаторов, аппаратов защиты и проводников, а также расчет токов короткого замыкания. Проведена проверка защитного коммутационного оборудования на действие токов короткого замыкания.

Рассмотрена безопасность при работе в электроустановках, вредные и опасные производственные факторы.

Разработано руководство по эксплуатации электрооборудования склада хранения овощей (для неэлектротехнического персонала).

Данная работа, кроме расчетных задач преследует еще одну, не менее важную задачу – научиться реальному проектированию объектов электроэнергетики так, чтобы полученный опыт мог использоваться в достаточной степени как в данной области инженерной деятельности, так и в других отраслях народного хозяйства. Для этого проектант использует реальную справочную литературу, программное обеспечение, используемое в промышленности, знакомится с существующим и наиболее распространенным оборудованием “в живую”. Применяемые методики не являются учебными разработками, а повсеместно используются в соответствующих организациях. И хотя эта работа типовая – она несет в себе первый, наиболее драгоценный опыт инженерного проектирования, основанного на точных методах и критериях расчета. Ниже подробно рассмотрены те из них, которые были использованы при выполнении данной работы.

Критерии, применяемые при расчетах и выборе коммутационного оборудования электрической сети.

Выбор должен отвечать следующим критериям: надежное и качественное снабжение электроэнергией потребителей. По ГОСТу данные критерии определены так.

Надежность: В нормальном режиме, а также в послеаварийном установившемся режимах, должно быть обеспечено снабжение потребителей в соответствии с их категориями по надежности.

Качество: В ГОСТе трактуется следующим образом – отклонение  $U$  в нормальном режиме должны быть меньше 5 % (на шинах потребителя). В послеаварийном режиме допускается отклонение до 10 %. По частоте ГОСТ регламентирует следующие отклонения: до 2 % в нормальных режимах и до 5 % в послеаварийных установившихся режимах.

Немаловажную роль играют и другие критерии, которые необходимо учитывать при проектировании электрической сети.

Критерий технологического прогресса предусматривает при проектировании предпочтительный выбор наиболее современного оборудования, с учетом срока службы, то есть моральное устаревание происходит позже материального.

Электроснабжение склада представляет собой процесс выработки и принятия решений по схемам электрических соединений, составу электрооборудования и его размещению, связанный с производством расчетов, поиском пространственных компоновок, оптимизацией фрагментов и объекта в целом.

Основное оборудование склада рассчитывается на основе требований ПУЭ и должно соответствовать замыслу работы схемы, в которой установлено.

*Объектом исследования* является склад хранения овощей.

*Предметом исследования* является защитное коммутационное оборудование, проводники и силовые трансформаторы склада хранения овощей.

*Цель* – выполнить расчет и выбор оборудования необходимое для электроснабжения склада хранения овощей.

*Задачи:*

-произвести расчет нагрузок, выбор компенсирующего устройства, выбор трансформаторов, аппаратов защиты и проводников, а также расчет токов короткого замыкания. Проведена проверка защитного коммутационного оборудования на действие токов короткого замыкания.

-рассмотреть безопасность при работе в электроустановках, вредные и опасные производственные факторы.

-разработать руководство по эксплуатации электрооборудования склада хранения овощей (для не электротехнического персонала).

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДА ХРАНЕНИЯ ОВОЩЕЙ

## 1.1. Общие сведения

**Местонахождение проектируемого объекта:** Логистический комплекс "Логопарк Пышма"

**Назначение объекта:** хранение продукции.

**Наименование объекта проектирования:** склад N 1а

Данные об окружающей среде: Температура окружающего воздуха +22°C.

Следует предъявлять следующие основные требования к оборудованию:

климатическое исполнение – У (с умеренным климатом);

категория размещения – 5;

класс пожароопасной зоны – П-III

Перечень используемого электрооборудования представлен в таблице 1

Таблица 1 - Перечень потребителей проектируемого объекта

№ по плану	Наименование эл.приемника	U, кВ	P, кВт	cosφ	КПД	Ин, А	Ипуск, А	Ипуск/Ин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Мост дока	0,38	1,5	0,7	0,84	3,25	16,25	5
2	Ворота доковые	0,38	0,37	0,7	0,82	2	10	5
3	Итого ЩТВ-1.2	0,38	26,18	0,7	-	24,03	-	-
4	ЩО-1.1	0,38	61,6	0,85	-	87,8	-	-
5	ЩО-1.3	0,38	9,8	0,93	-	16,02	-	-
6	ЩР-1.1	0,38	20	0,92	-	16,5	-	-
7	ЩО-1.5	0,38	6,7	0,93	-	10,6	-	-
8	ЩО-1.6	0,38	11,42	0,93	-	16,79	-	-
9	ЩУ-П1а-В1а	0,38	3,8	0,8	-	7,2	-	-
10	ЩУ-ПВ2.1а	0,38	2,6	0,8	-	4,9	-	-
11	ЩЗУ-1	0,38	149,6	0,85	-	133,8	-	-
12	ЩУ-П3а-В7а	0,38	2,3	0,8	-	3,5	-	-
13	ЩУ-П4а-В8а	0,38	6,5	0,8	-	12,3	-	-
14	ЩАО-1.1.1	0,38	5	0,93	-	8,3	-	-
15	ЩАО-1.1	0,38	16,5	0,93	-	25,18	-	-
16	ЩОС-1	0,38	10,37	0,93	-	16,96	-	-
17	ЩПМ1	0,38	0,5	0,93	-	0,8	-	-
18	ЩУ-ДУ1	0,38	11	0,8	-	20,9	-	-
19	Компрессор	0,38	3	0,8	0,86	5,7	28,5	5
20	ЩО-1.2	0,38	60,4	0,85	-	86,1	-	-
21	ЩО-1.4	0,38	3,08	0,93	-	5,48	-	-
22	ЩР-1.2	0,38	26,75	0,92	-	22,1	-	-
23	ЩТВ-1.1	0,38	1,48	0,7	-	1,9	-	-
24	ЩТЗ-1.1	0,38	29,35	0,8	-	44,68	-	-
25	ЩО-1.8	0,38	4,94	0,93	-	7,9	-	-
26	ЩО-1.7	0,38	16,034	0,93	-	24,39	-	-



## Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
27	ЩТЗ-1.2	0,38	41,6	0,8	-	55,2	-	-
28	ЩУ-В01а	0,38	20,3	0,8	-	38,4	-	-
29	ЩУ-В01б	0,38	20,3	0,8	-	38,4	-	-
30	ЩУ-В01в	0,38	20,3	0,8	-	38,4	-	-
31	ЩТП-1.1	0,38	1,6	0,9	-	2,7	-	-
32	ЩПввода-1.2	0,38	2	0,93	-	3,3	-	-
33	ЩАО-1.2	0,38	5	0,93	-	8,3	-	-
34	ЩАО-1.3	0,38	5	0,93	-	8,3	-	-
35	ЩУ-В02в	0,38	22	0,8	-	41,83	-	-
36	ЩПС	0,38	1,21	0,8	-	2,3	-	-

s – скольжение;  $M_p$  – кратность пускового момента;  $I_p$  - пусковой ток.

## 2 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СКЛАДА

### 2.1 Расчет электрических нагрузок

Структурная схема приведена на рисунке 1.

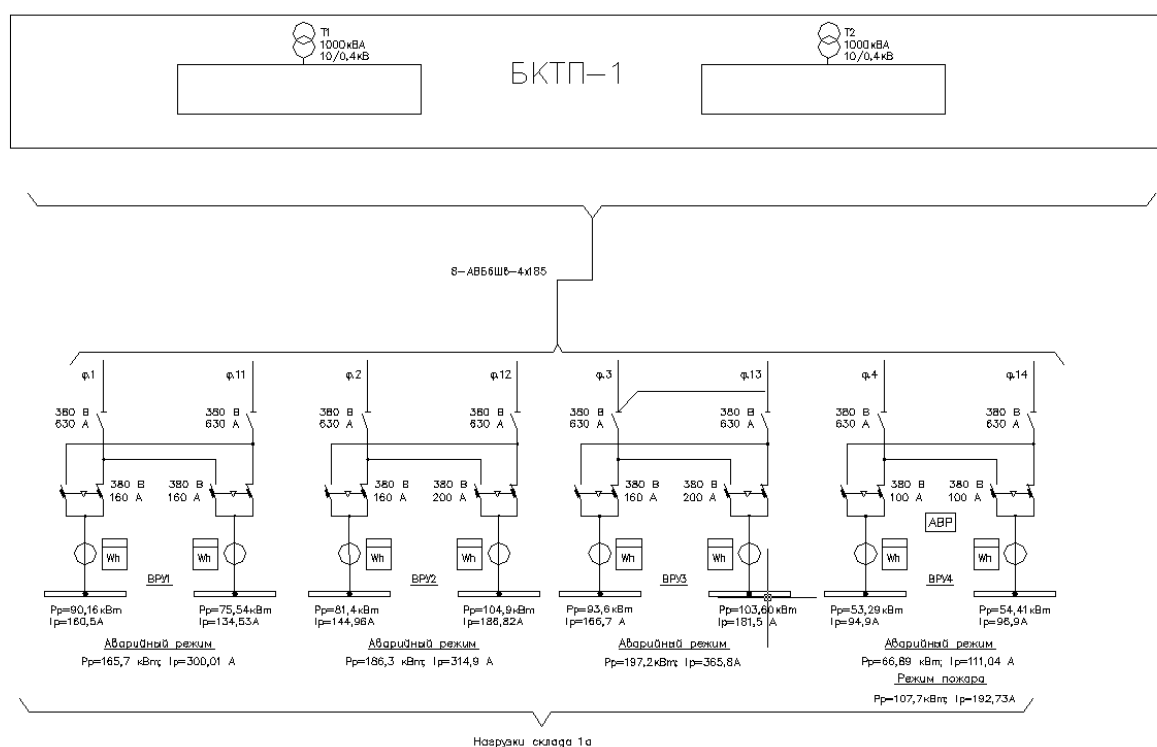


Рисунок 1 – Структурная схема

Расчет электрических нагрузок ЭП напряжением до 1 кВ производится для каждого узла питания (распределительного пункта, шкафа, сборки, распределительного шинопровода, щита станций управления, троллея, магистрального шинопровода, цеховой трансформаторной подстанции), а также по цеху, корпусу в целом.

Все ЭП группируются по характерным категориям с одинаковыми  $K_{и}$  и  $tg\phi$ .

Для многодвигательных приводов 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 ЭП номинальной мощностью, равной сумме номинальных мощностей одновременно работающих двигателей.

При наличии в справочных материалах интервальных значений  $k_{И}$  следует для расчета принимать наибольшее значение. Значения  $k_{И}$  должны быть определены из условия, что вероятность превышения фактической средней мощности над расчетной для характерной категории ЭП должна быть не более 0,05[12].

Расчет электрических нагрузок выполняем в следующем порядке[12]

Определяем количество ЭП –  $n$ , шт (резервные ЭП, а также ЭП, работающие кратковременно, в расчете не учитываются).

Определяем номинальную (установленную) мощность.

Суммарная мощность ЭП:

$$\Sigma P_{Н}.$$

По справочным данным [13] или по сообщению технологов предприятия, определяем коэффициент использования  $K_{И}$ .

Определяем коэффициент реактивной мощности  $\cos\varphi$ ,  $tg\varphi$ .

Для одного ЭП:

$\cos\varphi$  по паспортным данным ЭП

$$tg\varphi = tg(\arccos(\cos(\varphi))).$$

Для группы ЭП:

$$tg\varphi = \frac{\Sigma K_{И} \cdot P_{Н} \cdot tg\varphi}{\Sigma K_{И} \cdot P_{Н}}, \quad (1)$$

$$\cos\varphi = \cos(\arctg(tg\varphi)).$$

Рассчитываем величины:

$$K_{И} \cdot P_{Н}, \quad (2)$$

где  $P_{Н}$  – номинальная мощность, кВт;

$K_{И}$  - коэффициент использования;

$$K_{И} \cdot P_{Н} \cdot tg\varphi, \quad (3)$$

$$n \cdot P_{Н}^2,$$

где  $n$  – количество электроприемников.

Определяется эффективное число электроприемников  $n_{Э}$  следующим образом:

$$n_{Э} = \frac{(\Sigma P_{Н})^2}{\Sigma n \cdot P_{Н}^2}. \quad (4)$$

Определяем коэффициент расчетной нагрузки  $K_{Р}$  по таблице 2[12].

Определяем расчетную активную мощность:

$$P_p = K_p \cdot \sum K_n \cdot P_n. \quad (5)$$

В случаях, когда расчетная мощность  $P_p$  окажется меньше номинальной наиболее мощного электроприемника, следует принимать  $P_p = P_{н.макс}$ .

Определяем расчетную реактивную мощность:

$$n_3 \leq 10 \quad Q_p = 1,1 \cdot \sum K_n \cdot P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (6)$$

$$n_3 > 10 \quad Q_p = \sum K_n \cdot P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (7)$$

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

$$Q_p = K_p \cdot \sum K_n P_n \operatorname{tg} \varphi = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (8)$$

К расчетной активной и реактивной мощности силовых ЭП напряжением до 1 кВ должны быть при необходимости добавлены осветительные нагрузки.

Определяем полную расчетную мощность:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}. \quad (9)$$

Определяем значение токовой расчетной нагрузки:

$$I_p = S_p / (\sqrt{3} \cdot U_n). \quad (10)$$

Выполним пример расчета для ЩТВ-1.2

Общая номинальная мощность:

Мост дока

$$P_{н.общ.} = \sum P_{ном.} = 14 \cdot 1,5 = 21 \text{ кВт.}$$

Ворота доковые

$$P_{н.общ.} = \sum P_{ном.} = 14 \cdot 0,37 = 5,18 \text{ кВт.}$$

Определяем величины

$$K_n \cdot P_{ном.} = 0,5 \cdot 21 = 10,5 \text{ кВт};$$

$$K_n \cdot P_{ном.} = 0,5 \cdot 5,18 = 2,59 \text{ кВт.}$$

$$K_n \cdot P_{ном.} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 10,5 \cdot 0,7 = 10,71 \text{ квар};$$

$$K_n \cdot P_{ном.} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 2,59 \cdot 0,7 = 2,64 \text{ квар.}$$

$$n \cdot p_{ном.}^2 = 14 \cdot 1,5^2 = 31,5 \text{ кВт}^2;$$

$$n \cdot p_{ном.}^2 = 14 \cdot 0,37^2 = 1,92 \text{ кВт}^2.$$

Для остальных электроприёмников расчёты ведём аналогично. Полученные результаты заносим в таблицу 2.

Итого по ЩТВ-1.2:

Суммарная номинальная мощность

$$\sum P_n = \sum_{i=1}^n (P_{ном.}) = 21 + 5,18 = 26,18 \text{ кВт.}$$

Рассчитываем групповой коэффициент использования

$$K_{гг} = \frac{10,5 + 2,59}{26,18} = 0,5.$$

Среднее значение tgφ

$$tg\phi_{cp} = \frac{10,71 + 2,64}{10,5 + 2,59} = 0,7.$$

Эффективное число токоприемников

$$n_э = 26,18^2 / 33,42 = 20 \text{ шт.}$$

Коэффициент максимума определяем [12]  $K_p=1$ .

Определяем расчетную активную мощность

$$P_p = 1 \cdot 13,09 = 13,09 \text{ кВт.}$$

Определяем расчетную реактивную мощность

$$Q_p = 1,1 \cdot 13,35 = 14,68 \text{ квар.}$$

Определяем полную расчетную мощность

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{13,09^2 + 14,68^2} = 20 \text{ кВА.}$$

Расчет других групп электроприемников производим аналогично, данные расчетов сводим в таблицу 2, которая приведена в приложении А.

## 2.2 Компенсация реактивной мощности

Произведем расчет и выбор компенсирующих устройств в виде конденсаторных батарей.

Находим мощность компенсирующего устройства

$$Q_{к.у.} = P_p (tg\phi_p - tg\phi_{пред}), \quad (11)$$

где  $P_p$  – расчетная активная нагрузка, кВт;

$\text{tg}\varphi_p$  – расчетный коэффициент мощности;

$\text{tg}\varphi_{\text{пред}}$  – предельный коэффициент мощности.

$$Q_{\text{к.у.сек1}} = 223 \cdot (0,67 - 0,35) = 71,36 \text{ квар}.$$

Согласно [8] выбираем конденсаторную установку АУКРМ -0,4-75-15-УХЛ4.

АУКРМ - автоматическая установка компенсации реактивной мощности;

0,4 - номинальное напряжение, кВ;

75 - номинальная мощность, квар;

15 - мощность ступени регулирования, квар;

УХЛ4 - климатическое исполнение и категория размещения.

$$Q_{\text{к.у.сек2}} = 210,46 \cdot (0,8 - 0,35) = 73 \text{ квар}.$$

Согласно [8] выбираем конденсаторную установку АУКРМ -0,4-100-25-УХЛ4.

АУКРМ - автоматическая установка компенсации реактивной мощности;

0,4 - номинальное напряжение, кВ;

100 - номинальная мощность, квар;

25- мощность ступени регулирования, квар;

УХЛ4 - климатическое исполнение и категория размещения.

Данные расчетов сводим в таблицу 2.

Конденсаторную установку устанавливаем в помещении КТП.

### **2.3 Выбор и расчет мощности силовых трансформаторов**

Выбор количества трансформаторов трансформаторной подстанции

В здании склада электроприемники по надежности электроснабжения: I- электроприемников противопожарных устройств, пожароохранная сигнализация, аварийное освещение, II- остальные электроприемники.

Питание электроприемников I и II категории следует выполнять от двухтрансформаторной подстанции, поэтому принимаем к установке двух трансформаторную подстанцию.

Выбор схемы соединения обмоток трансформаторов.

Из таблицы 3 видно, что  $S_{\text{КТП}} = 456,57$  кВА, следовательно мощность трансформаторов будет больше 400 кВА, в данном случае следует отдать предпочтение схеме соединения обмоток  $\Delta/Y_n$  согласно [7].

Выбор мощности трансформаторов.

Для сухих трансформаторов коэффициент перегрузки принимается  $K_{\text{п}} = 1,2$ , а коэффициента загрузки  $K_3 = 0,6$  [7].

Определяем расчетную мощность трансформатора по самой загруженной секции

$$S_{\text{расч}} = \frac{S_{\text{м.сек}}}{K_3}, \quad (12)$$

где  $K_3$  – коэффициент загрузки;

$S_{\text{р}}$  – расчетная мощность за самую загруженную секцию,

$$S_{\text{расч}} = \frac{235,35}{0,6} = 392,25 \text{ кВА.}$$

В связи с тем, что в дальнейшем на подстанцию планируется увеличение нагрузки в два раза выбираем трансформатора с запасом по мощности.

Выбираем трансформатор типа ТСЗ – 1000/10 [9].

Номинальная мощность 1000 кВА; ВН = 6 кВ; НН = 0,4 кВ;  $\Delta P_{\text{xx}} = 1,92$  кВт;

$\Delta P_{\text{кз}} = 8,5$  кВт;  $U_{\text{кз}} = 8$  %;  $I_{\text{xx}} = 1$  %.

Определяем фактические коэффициенты загрузки трансформаторов

$$K_{\text{з.лси}} = \frac{S_{\text{р.лси}}}{S_{\text{т.факт}}} = \frac{235,35}{1000} = 0,23; \quad (13)$$

$$K_{\text{з.лси}} = \frac{S_{\text{р.лси}}}{S_{\text{т.факт}}} = \frac{221,23}{1000} = 0,22.$$

Определяем фактические коэффициенты перегрузки трансформаторов

$$K_{\text{п.факт}} = \frac{S_{\text{р.}\Sigma}}{S_{\text{т.факт}}} = \frac{456,57}{1000} = 0,45 < 1,2. \text{ Условие выполняется.}$$

## 2.4 Предварительный выбор электрических аппаратов

Автоматические выключатели

Выбор по напряжению

$$U_{н.авт.} \geq U_{н.сети},$$

где  $U_{н.авт.}$  - номинальное напряжение автоматического выключателя, В;

$U_{н.сети}$  – номинальное напряжение сети, в которой устанавливается аппарат, В.

Выбор по длительно допустимой токовой нагрузке

$$I_{н.авт.} \geq I_p,$$

где  $I_{н.авт.}$  - номинальный ток автоматического выключателя, А;

$I_p$  – расчётный ток нормального или послеаварийного режима, А.

Предварительный выбор уставки токовой отсечки автоматического выключателя путём ее отстройки от пикового тока линии, которую он защищает.

Расчётная уставка токовой отсечки

$$I_{р.уст.то} = K_p \cdot K_3 \cdot I_{пик}, \quad (14)$$

где  $K_p$  – коэффициент разброса срабатывания расцепителя, выполняющего функцию токовой отсечки;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий неточность в определении пикового тока;

$I_{пик}$  – пиковый ток линии, А.

За фактическое значение уставки токовой отсечки принимается ближайшее большее стандартное значение уставки токовой отсечки  $I_{факт.уст.то}$  выбираемого автоматического выключателя.

Выбор уставки защиты от перегрузки.

Расчётная уставка защиты от перегрузки [1]

$$I_{р.уст.пер.} = K_p \cdot K_3 \cdot I_p,$$

(15)

где  $I_p$  – расчётный ток защищаемой линии, А;

$K_p$  – коэффициент разброса срабатывания расцепителя, выполняющего функцию защиты от перегрузки;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий неточность в определении расчётного тока.

В случае фиксированной уставки должно соблюдаться соотношение



$$I_{р.уст.пер.min} \geq I_{факт.уст.пер.} \geq I_{р.уст.пер.max},$$

где  $I_{р.уст.пер.min}$  - расчётная уставка защиты от перегрузки при минимальном значении коэффициента запаса  $K_3$ , А;

$I_{р.уст.пер.max}$  - расчётная уставка защиты от перегрузки при максимальном значении коэффициента запаса  $K_3$ , А;

$I_{факт.уст.пер.}$  – фиксированная уставка защиты от перегрузки, А.

Приведем пример для выключателя QF48 для данного выключателя выбираем автомат типа NG 10А [3].

Выбор по напряжению

$$U_{н.авт.} = 380 \text{ В} \geq U_{н.сети}, = 380 \text{ В.}$$

Выбор по длительно допустимой токовой нагрузке

$$I_{н.авт.} = 10 \text{ А} \geq I_p = 3,25 \text{ А.}$$

Предварительный выбор уставки токовой отсечки автоматического выключателя путём ее отстройки от пикового тока линии, которую он защищает.

Расчётная уставка токовой отсечки

$$I_{р.уст.то} = K_p \cdot K_3 \cdot I_{пик} = 1,15 \cdot 2 \cdot 16,25 = 37,375 \text{ кА,}$$

$$I_{пик} = I_{II} = 16,25 \text{ А.}$$

Выбор уставки защиты от перегрузки.

Расчётная уставка защиты от перегрузки [1]

$$I_{р.уст.пер.min} = K_p \cdot K_3 \cdot I_p = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 3,25 = 3,93 \text{ А,}$$

$$I_{р.уст.пер.max} = K_p \cdot K_3 \cdot I_p = 1,1 \cdot 1,3 \cdot 3,25 = 4,65 \text{ А.}$$

В случае фиксированной уставки должно соблюдаться соотношение

$$I_{р.уст.пер.min} = 3,93 \text{ А} \leq I_{факт.уст.пер.} = 10 \text{ А} \geq I_{р.уст.пер.max} = 4,65 \text{ А.}$$

Для остальных электроприемников выбор аналогичен и заносится в таблицу 3, в приложении Б.

Выбор устройства плавного пуска

Выбор по напряжению

$$U_{н.пл.п.} \geq U_{н.сети},$$

где  $U_{н.авт.}$  - номинальное напряжение устройства плавного пуска, В;

$U_{н.сети}$  – номинальное напряжение сети, в которой устанавливается аппарат, В.

Выбор по длительно допустимой токовой нагрузке

$$I_{н.пл.п.} \geq I_p,$$

где  $I_{н.пл.п.}$  - номинальный ток устройства плавного пуска, А;

$I_p$  – расчётный ток нормального или послеаварийного режима, А.

Выполним выбор для мост дока.

Выбор по напряжению

$$U_{н.пл.п.} = 380 \text{ В} \geq U_{н.сети} = 380 \text{ В},$$

Выбор по длительно допустимой токовой нагрузке

$$I_{н.пл.п.} = 6 \text{ А} \geq I_p = 3,25 \text{ А}.$$

Результаты выбора устройства плавного пуска приведен в таблицу 4.

Таблица 4- Результаты выбора устройства плавного пуска [6]

Условное буквенное обозначение устройства на схеме	Тип устройства	Проверка по напряжению		Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке	
		$U_{н.уст.}$ , В	$U_{н.сети}$ , В	$I_{н.уст.}$ , А	$I_p$ , А
UZ48-61	PSR	380	380	6	3,25
UZ62-75	PSR	380	380	3	2

## 2.5 Выбор устройств распределения электрической энергии и аппаратов в них по номинальным параметрам

Выбираем главное распределительное устройство типа ГРЩ [16].

- типоисполнение – шкафное;
- номинальное напряжение, В - 3/Н ~ 380/220;
- частота - 50 Гц;
- номинальный ток ввода, 1000 А;
- номинальный ток отходящих цепей, А – 400, 630 А;
- номинальное напряжение изоляции, В - 1000;

- прочность при коротких замыканиях (номинальный ударный ток), кА, не более – 80 кА;
- вид системы заземления - TN-C-S;
- класс защиты от поражения электрическим током - I;
- степень защиты по ГОСТ14254-96 - IP55;
- климатическое исполнение по ГОСТ15150-69 -УХЛ 4.
- ехнические данные главного распределительного устройства приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические данные главного распределительного устройства

Мощность силового трансформатора S, кВА	Номинальный ток вводного аппарата I <sub>ном</sub> , А	Номинальный ток секционного аппарата I <sub>ном</sub> , А	Ток короткого замыкания действ. значение, кА	Номинальный ток магистральных шин I <sub>P&lt;31</sub> , А	Сечение магистральных медных шин, мм
1000	1250	1000 (800)	15,200	1091,192	1x60x10

## 2.6 Выбор сечения питающих кабелей

Выбираем в качестве линии питающей распределительные шкафы и отдельные электроприемники кабель с медными жилами и поливинилхлоридной изоляцией жил и поливинилхлоридной оболочке, с пятью жилами. Кабели проложены в трубах.

Выбор производится по длительно-допустимому току нагрузки и по потере напряжения.

Длительно-допустимые токи берем с учетом поправочных коэффициентов.

Поэтому длительно-допустимый ток:

$$I_{дл.расч.} = \prod_{i=1}^n k_3 \cdot I_{дл.доп}, \quad (16)$$

где  $k_3$  – поправочные коэффициенты;

$I_{дл.доп}$  допустимый ток согласно таблицы 1.3.6 [10].

Полученные данные заносим в таблицу. Затем по расчетному току определяем длительно-допустимый ток и сечение проводника. Данные заносим в таблицу 6.

Таблица 6 - Выбор проводника для электроприемников

Наименование электроприемника	Ток нагрузки, А	Сечение проводника, мм <sup>2</sup>	Поправочные коэффициенты	Длительный допустимый ток, А
1	2	3	4	5
Мост дока	3,25	2,5	1	38
Ворота доковые	2	2,5	1	38
<b>ЩТВ-1.2</b>	24,03	2,5	1	38
ЩО-1.1	87,8	10	1	90
ЩО-1.3	16,02	2,5	1	38
ЩР-1.1	16,5	2,5	1	38
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 1)</b>	<b>166,98</b>	35	1	180
ЩО-1.5	10,6	2,5	1	38
ЩО-1.6	16,79	2,5	1	38
ЩУ-П1а-В1а	7,2	2,5	1	38
ЩУ-ПВ2.1а	4,9	2,5	1	38
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 2)</b>	<b>39,33</b>	4	1	49
ЩЗУ-1	133,8	35	1	180
ЩУ-П3а-В7а	3,5	2,5	1	38
ЩУ-П4а-В8а	12,3	2,5	1	38
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 3)</b>	<b>192,07</b>	70	1	275
ЩАО-1.1.1	8,3	2,5	1	38
ЩАО-1.1	25,18	2,5	1	38
ЩОС-1	16,96	2,5	1	38
ЩПМ1	0,8	2,5	1	38
ЩУ-ДУ1	20,9	2,5	1	38
Компрессор	5,7	2,5	1	38
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 4)</b>	<b>71,61</b>	10	1	90
КУ1	114,09	35	1	180
<b>Секционный</b>	358,00	150	1	435
ЩО-1.2	86,1	10	1	90
ЩО-1.4	5,48	2,5	1	38
ЩР-1.2	22,1	2,5	1	38
ЩТВ-1.1	1,9	2,5	1	38
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 1)</b>	<b>130,23</b>	35	1	180
ЩТЗ-1.1	44,68	6	1	60
ЩО-1.8	7,9	2,5	1	38
ЩО-1.7	24,39	2,5	1	38
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 2)</b>	<b>76,88</b>	10	1	90
ЩТЗ-1.2	55,2	10	1	90
ЩУ-В01а	38,4	4	1	49
ЩУ-В01б	38,4	4	1	49
ЩУ-В01в	38,4	4	1	49
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 3)</b>	<b>177,52</b>	50	1	225
ЩТП-1.1	2,7	2,5	1	38
ЩПВвода-1.2	3,3	2,5	1	38
ЩАО-1.2	8,3	2,5	1	38
ЩАО-1.3	8,3	2,5	1	38
ЩУ-В02в	41,83	4	1	49

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5
ЩПС	2,3	2,5	1	38
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 4)</b>	<b>66,24</b>	10	1	90

Выполняем проверку на отклонение напряжения на зажимах электроприёмников в нормальном режиме работы.

Потери напряжения в трансформаторе:

$$\Delta U_{mp.} = \kappa_3 \cdot (\Delta u_a \% \cdot \cos \phi_2 + \Delta u_p \% \cdot \sin \phi_2); \quad (17)$$

где  $\kappa_3$  – коэффициент загрузки трансформатора;

$$\begin{aligned} \Delta U_{mp.1сек.} &= \kappa_3 \cdot (\Delta u_a \% \cdot \cos \phi_2 + \Delta u_p \% \cdot \sin \phi_2) = \\ &= 0,23 \cdot (0,85 \cdot 0,95 + 7,95 \cdot 0,28) = 0,7\%, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{mp.2сек.} &= \kappa_3 \cdot (\Delta u_a \% \cdot \cos \phi_2 + \Delta u_p \% \cdot \sin \phi_2) = \\ &= 0,22 \cdot (0,85 \cdot 0,95 + 7,95 \cdot 0,28) = 0,7\%, \end{aligned}$$

$\Delta U_a$  – потери напряжения от активной составляющей тока:

$$\Delta u_a = \frac{P_\kappa}{S_H} \cdot 100, \quad (18)$$

$$\Delta u_a = \frac{P_\kappa}{S_H} \cdot 100 = \frac{8,5}{1000} \cdot 100 = 0,85\%,$$

$\Delta U_p$  – потери напряжения от реактивной составляющей тока:

$$\Delta u_p = \sqrt{u_k^2 \% - u_a^2 \%}, \quad (19)$$

$$\Delta u_p = \sqrt{u_k^2 \% - u_a^2 \%} = \sqrt{8^2 - 0,85^2} \approx 7,95\%.$$

Потери напряжения в кабеле (Н1):

$$\Delta U_{каб.} = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R_0 \cdot l \cdot \cos \phi_2 + x_0 \cdot l \cdot \sin \phi_2) \cdot 100 / U_{ном.}, \quad (20)$$

где  $R_0, x_0$  – удельные активное и реактивное сопротивления медного кабеля, [19];

$l$  – длина кабеля, км,

$$\Delta U_{\text{каб.}} = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R_0 \cdot l \cdot \cos \phi_2 + x_0 \cdot l \cdot \sin \phi_2) \cdot 100 / U_{\text{ном.}} =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 17,66 \cdot (8,48 \cdot 10 \cdot 0,94 + 0,116 \cdot 10 \cdot 0,34) \cdot 100 / 380 = 1,41\%.$$

Для остальных электроприемников расчет аналогичен и заноситься в таблицу

7.

Таблица 7- Потери напряжения в кабелях

Маркировка кабеля	Наименование электроприемника	S, мм <sup>2</sup>	R <sub>0</sub> , Ом/м	X <sub>0</sub> , Ом/м	L, м	Cosφ	Sinφ	ΔU <sub>каб</sub> %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
н48-61	Мост дока	2,5	8,48	0,116	10	0,7	0,71	0,009
н62-75	Ворота доковые	2,5	8,48	0,116	15	0,7	0,71	0,008
н14	<b>ЩТВ-1.2</b>	2,5	5,3	0,107	140	0,7	0,71	0,104
н15	ЩО-1.1	10	2,13	0,099	12	0,85	0,53	0,186
н16	ЩО-1.3	2,5	8,48	0,116	140	0,93	0,37	0,145
н17	ЩР-1.1	2,5	8,48	0,116	12	0,92	0,39	0,354
н4	<b>ГРЩ 1 (ВРУ 1)</b>	35	0,61	0,088	30	0,56	0,83	0,095
н18	ЩО-1.5	2,5	8,48	0,116	15	0,93	0,37	0,172
н19	ЩО-1.6	2,5	8,48	0,116	200	0,93	0,37	0,061
н20	ЩУ-П1а-В1а	2,5	8,48	0,116	40	0,8	0,60	0,011
н21	ЩУ-ПВ2.1а	2,5	8,48	0,116	130	0,8	0,60	0,092
н5	<b>ГРЩ 1 (ВРУ 2)</b>	4	5,3	0,107	60	0,46	0,89	0,272
н22	ЩЗУ-1	35	0,61	0,088	20	0,85	0,53	0,206
н23	ЩУ-П3а-В7а	2,5	8,48	0,116	130	0,8	0,60	0,011
н24	ЩУ-П4а-В8а	2,5	8,48	0,116	220	0,8	0,60	0,058
н6	<b>ГРЩ 1 (ВРУ 3)</b>	70	0,3	0,082	40	0,56	0,83	0,083
н25	ЩАО-1.1.1	2,5	8,48	0,116	25	0,93	0,37	0,075
н26	ЩАО-1.1	2,5	8,48	0,116	12	0,93	0,37	0,545
н27	ЩОС-1	2,5	8,48	0,116	12	0,93	0,37	0,306
н28	ЩПМ1	2,5	8,48	0,116	130	0,93	0,37	0,019
н29	ЩУ-ДУ1	2,5	8,48	0,116	220	0,8	0,60	0,424
н30	Компрессор	2,5	8,48	0,116	40	0,8	0,60	0,009
н7	<b>ГРЩ 1 (ВРУ 4)</b>	10	2,13	0,099	15	0,46	0,89	0,017
н12	КУ1	35	0,61	0,088	10	0	1,00	0,005
н31	ЩО-1.2	10	2,13	0,099	12	0,93	0,37	0,356
н32	ЩО-1.4	2,5	8,48	0,116	12	0,92	0,39	0,088
н33	ЩР-1.2	2,5	8,48	0,116	140	0,7	0,71	0,484
н34	ЩТВ-1.1	2,5	8,48	0,116	12	0,52	0,85	0,031
н8	<b>ГРЩ 2 (ВРУ 1)</b>	35	0,61	0,088	25	0,8	0,60	0,080
н35	ЩТЗ-1.1	6	3,54	0,1	12	0,93	0,37	0,068
н36	ЩО-1.8	2,5	8,48	0,116	130	0,93	0,37	0,171
н37	ЩО-1.7	2,5	8,48	0,116	5	0,53	0,85	0,306
н9	<b>ГРЩ 2 (ВРУ 2)</b>	10	2,13	0,099	15	0,8	0,60	0,031
н38	ЩТЗ-1.2	10	2,13	0,099	140	0,8	0,60	0,177
н39	ЩУ-В01а	4	5,3	0,107	220	0,8	0,60	0,301
н40	ЩУ-В01б	4	5,3	0,107	130	0,8	0,60	0,564

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
н41	ЩУ-ВО1в	4	5,3	0,107	130	0,64	0,77	0,334
н10	<b>ГРЩ 2 (ВРУ 3)</b>	<b>50</b>	0,43	0,085	55	0,9	0,44	0,188
н42	ЩТП-1.1	2,5	8,48	0,116	210	0,93	0,37	0,078
н43	ЩПввода-1.2	2,5	8,48	0,116	3	0,93	0,37	0,107
н44	ЩАО-1.2	2,5	8,48	0,116	120	0,93	0,37	0,012
н45	ЩАО-1.3	2,5	8,48	0,116	120	0,8	0,60	0,010
н46	ЩУ-ВО2в	4	5,3	0,107	150	0,8	0,60	0,082
н47	ЩПС	2,5	8,48	0,116	210	0,56	0,83	0,003
н11	<b>ГРЩ 2 (ВРУ 4)</b>	<b>10</b>	2,13	0,099	10	0,93	0,37	0,356

Отсюда следует, что потери напряжения на зажимах электроприемников:

$$\Delta U_{\text{PY}} = \Delta U_{\text{тр.}} + \sum_{i=1}^n \Delta U_{\text{каб.}}, \quad (21)$$

$$\Delta U_{\text{PY}} = \Delta U_{\text{тр.}} + \sum_{i=1}^n \Delta U_{\text{каб.}} = 1 + 0,26 + 0,95 + 0,54 + 1,41 = 4,16\%.$$

Кабели проходят по потере напряжения.

Для остальных электроприемников расчет аналогичный и расчет заносится в таблицу 8.

Таблица 8 - Суммарные потери на зажимах электроприемников

Наименование электроприемника	Расчетные параметры				Потери $\Delta U_{\Sigma}\%$
	Потери в трансформаторе $\Delta U_{\text{тр.}}\%$	Потери в кабеле $\Delta U_{\text{кб ГРЩ}}\%$	Потери в кабеле $\Delta U_{\text{кб}}\%$	Потери $\Delta U_{\text{ТП-ЭП}}\%$	
1	2	3	4	5	6
Мост дока	0,7	0,095	0,104	0,009	0,908
Ворота доковые	0,7	0,095	0,104	0,008	0,907
<b>ЩТВ-1.2</b>	0,7	0,095	0,104		0,899
ЩО-1.1	0,7	0,095	0,186		0,981
ЩО-1.3	0,7	0,095	0,145		0,94
ЩР-1.1	0,7	0,095	0,354		1,149
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 1)</b>	0,7	0,095			0,795
ЩО-1.5	0,7	0,272	0,172		1,144
ЩО-1.6	0,7	0,272	0,061		1,033
ЩУ-П1а-В1а	0,7	0,272	0,011		0,983
ЩУ-ПВ2.1а	0,7	0,272	0,092		1,064
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 2)</b>	0,7	0,272			0,972
ЩЗУ-1	0,7	0,083	0,206		0,989
ЩУ-П3а-В7а	0,7	0,083	0,011		0,794
ЩУ-П4а-В8а	0,7	0,083	0,058		0,841
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 3)</b>	0,7	0,083			0,783
ЩАО-1.1.1	0,7	0,017	0,075		0,792
ЩАО-1.1	0,7	0,017	0,545		1,262
ЩОС-1	0,7	0,017	0,306		1,023
ЩПМ1	0,7	0,017	0,019		0,736

## Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5	6
ЩУ-ДУ1	0,7	0,017	0,424		1,141
Компрессор	0,7	0,017	0,009		0,726
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 4)</b>	0,7	0,017			0,717
КУ1	0,7	0,031	0,005		0,736
ЩО-1.2	0,7	0,031	0,065		0,796
ЩО-1.4	0,7	0,031	0,356		1,087
ЩР-1.2	0,7	0,031	0,088		0,819
ЩТВ-1.1	0,7	0,031	0,484		1,215
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 1)</b>	0,7	0,031			0,731
ЩТЗ-1.1	0,7	0,306	0,080		1,086
ЩО-1.8	0,7	0,306	0,068		1,074
ЩО-1.7	0,7	0,306	0,171		1,177
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 2)</b>	0,7	0,306			1,006
ЩТЗ-1.2	0,7	0,334	0,031		1,065
ЩУ-ВО1а	0,7	0,334	0,177		1,211
ЩУ-ВО1б	0,7	0,334	0,301		1,335
ЩУ-ВО1в	0,7	0,334	0,564		1,598
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 3)</b>	0,7	0,334			1,034
ЩТП-1.1	0,7	0,003	0,188		0,891
ЩПввода-1.2	0,7	0,003	0,078		0,781
ЩАО-1.2	0,7	0,003	0,107		0,81
ЩАО-1.3	0,7	0,003	0,012		0,715
ЩУ-ВО2в	0,7	0,003	0,010		0,713
ЩПС	0,7	0,003	0,082		0,785
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 4)</b>	0,7	0,003			0,703
КУ2	0,7	0,003	0,003		0,706

Выполняем выбор кабеля по экономической плотности.

Проверка по экономической плотности тока не подлежат сети сооружений напряжением до 1 кВ при числе часов использования максимума нагрузки предприятий до 4000-5000 согласно п. 1.3.28 [10], так как  $T_{\text{исп. максим.}} = n \cdot T_{\text{исп. максим.сут.}} = 300 \cdot 16 = 4800$  часов, где n- число рабочих дней в году. Так как использование максимума нагрузки меньше 5000 часов, проверку по экономической плотности не проводим.

### 2.7 Расчет токов короткого замыкания

Токи КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ рассчитываются в именованных единицах[2].

В общем случае суммарное активное сопротивление прямой последовательности цепи от источника питания до точки короткого замыкания.



$R_{1\Sigma}$  определяется выражением, мОм

$$R_{1\Sigma} = R_{1T} + \Sigma R_{1КВ} + R_{1КОНТ} + \Sigma R_{1Ш} + \Sigma R_{1КБ}, \quad (22)$$

а суммарное реактивное сопротивление прямой последовательности цепи от источника питания до точки короткого замыкания  $X_{1\Sigma}$ , мОм

$$X_{1\Sigma} = \Sigma X_{1c} + X_{1T} + \Sigma X_{1КВ} + \Sigma X_{1Ш} + \Sigma X_{1КБ}.$$

(23)

При отсутствии исходных данных индуктивное сопротивление  $\Sigma X_{1c}$  определяется по формуле

$$\Sigma X_{1c} = U_{\text{ср.НН}}^2 / (\sqrt{3} \cdot I_{\text{откл.ВН}} \cdot U_{\text{ср.ВН}}), \quad (24)$$

где  $I_{\text{откл.ВН}}$  – отключающая способность ближайшего к трансформатору предохранителя, установленного на стороне высшего напряжения понижающего трансформатора, кА;

$U_{\text{ср.НН}}$  - среднее номинальное напряжение обмотки низшего напряжения (НН) трансформатора (400 В).

$$\Sigma X_{1c} = 400^2 / (\sqrt{3} \cdot 31,5 \cdot 6000) = 0,5 \text{ мОм}.$$

Активное  $R_{1T}$  и индуктивное  $X_{1T}$  сопротивления прямой последовательности понижающего трансформатора, приведенные к ступени низшего напряжения, мОм

$$r_{1T} = \frac{\Delta P_{\text{к.з.}} \cdot U_{\text{Н.Н.}}^2}{S_{\text{ТР}}^2}, \quad (25)$$

$$X_{1T} = \left( \sqrt{\frac{U_{\text{к}}^2 \%}{100^2} - \frac{\Delta P_{\text{к}}^2}{S_{\text{тр}}^2}} \right) \cdot \frac{U_{\text{НН}}^2}{S_{\text{тр}}}, \quad (26)$$

где  $S_{\text{ном.тр.}}$  - номинальная мощность трансформатора, кВ·А;

$\Delta P_{\text{кз}}$  - потери короткого замыкания в трансформаторе, кВт;

$U_{\text{ном.НН}}$  - номинальное напряжение обмотки низшего напряжения трансформатора (400 В);

$u_{\text{к}}$  - напряжение короткого замыкания трансформатора, %.

$$r_{1T} = \frac{8500 \cdot 400^2}{(1000 \cdot 10^3)^2} = 1,36 \text{ мОм},$$

$$X_{1T} = \left( \sqrt{\frac{8^2}{100^2} - \frac{8500^2}{(1000 \cdot 10^3)^2}} \right) \cdot \frac{400^2}{1000 \cdot 10^3} = 12,73 \text{ мОм.}$$

Активные  $R_{1кв}$  и индуктивные  $X_{1кв}$  сопротивления прямой последовательности катушек электромагнитных расцепителей и подвижных контактов автоматических выключателей [11], приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Активных  $R_{1кв}$  и индуктивных  $X_{1кв}$  сопротивлений прямой последовательности катушек электромагнитных расцепителей и подвижных контактов автоматических выключателей

Обозначение выключателя	Номинальный ток автоматического выключателя, А	Сопротивление катушки и контакта, мОм	
		$R_{1кв}$	$X_{1кв}$
1	2	3	4
QF48-61	10	7	4,5
QF62-75	10	7	4,5
QF14	32	7	4,5
QF15	100	2,15	1,2
QF16	25	7	4,5
QF17	25	7	4,5
QF4	200	1,1	0,5
QF18	25	7	4,5
QF19	25	7	4,5
QF20	10	7	4,5
QF21	10	7	4,5
QF5	63	7	4,5
QF22	160	1,1	0,5
QF23	10	7	4,5
QF24	25	7	4,5
QF6	250	1,1	0,5
QF25	10	7	4,5
QF26	32	7	4,5
QF27	25	7	4,5
QF28	10	7	4,5
QF29	25	7	4,5
QF30	10	7	4,5
QF7	100	2,15	1,2
QF12	25	7	4,5
QF3	400	0,65	0,17
QF31	100	2,15	1,2
QF32	10	7	4,5
QF33	25	7	4,5
QF34	10	7	4,5
QF8	160	2,15	1,2
QF35	63	7	4,5
QF36	10	7	4,5
QF37	32	7	4,5

Обозначение выключателя	Номинальный ток автоматического выключателя, А	Сопротивление катушки и контакта, мОм	
		$R_{1кв}$	$X_{1кв}$
QF9	100	2,15	1,2
QF38	63	7	4,5
QF39	63	7	4,5

Окончание таблицы 9

1	2	3	4
QF40	63	7	4,5
QF41	63	7	4,5
QF10	200	1,1	0,5
QF42	10	7	4,5
QF43	10	7	4,5
QF44	10	7	4,5
QF45	10	7	4,5
QF46	63	7	4,5
QF47	10	7	4,5
QF11	100	7	4,5
QF13	200	1,1	0,5
QF1, QF2	1000	0,25	0,1

Удельным сопротивлениям вычисляем активное  $R_{1ш}$  и индуктивное  $X_{1ш}$  сопротивления по формулам, мОм

$$R_{1ш} = r_{1ш} \cdot l_{ш}; \quad (27)$$

$$X_{1ш} = x_{1ш} \cdot l_{ш}, \quad (28)$$

где  $l$  – длина шины (шинопровода), м.

$$R_{1ш} = 0,0395 \cdot 10 = 0,395 \text{ мОм},$$

$$X_{1ш} = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ мОм}.$$

Активные  $R_{1кб}$  и индуктивные  $X_{1кб}$  сопротивления прямой последовательности кабелей или проводов прокладываемых в трубах

$$R_{1кб} = r_{1кб} \cdot l_{кб}; \quad (29)$$

$$X_{1кб} = x_{1кб} \cdot l_{кб}, \quad (30)$$

где  $l$  – длина кабеля (провода), м.

$$R_{1кб} = 8,48 \cdot 10 = 84,8 \text{ мОм},$$

$$X_{кб} = 0,116 \cdot 10 = 1,16 \text{ мОм}.$$

Для остальных электропримников расчет аналогичен и результаты заносятся в таблицу 10.

Таблица 10 - Активных  $R_{1кб}$  и индуктивных  $X_{1кб}$  сопротивлений прямой последовательности кабелей прокладываемых в трубах

Наименование электроприемника	Сечение фазной жилы, мм <sup>2</sup>	$R_{1кб}$ , мОм/м	$X_{1кб}$ , мОм/м [19]	$R_{1кб}$ , мОм	$X_{1кб}$ , мОм
1	2	3	4	5	6
Мост дока	2,5	8,48	0,116	84,8	1,16
Ворота доковые	2,5	8,48	0,116	127,2	1,74
<b>ЩТВ-1.2</b>	2,5	5,3	0,107	132,5	2,675
ЩО-1.1	10	2,13	0,099	53,25	2,475
ЩО-1.3	2,5	8,48	0,116	212	2,9
ЩР-1.1	2,5	8,48	0,116	508,8	6,96
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 1)</b>	35	0,61	0,088	18,3	2,64
ЩО-1.5	2,5	8,48	0,116	381,6	5,22
ЩО-1.6	2,5	8,48	0,116	84,8	1,16
ЩУ-П1а-В1а	2,5	8,48	0,116	42,4	0,58
ЩУ-ПВ2.1а	2,5	8,48	0,116	508,8	6,96
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 2)</b>	4	5,3	0,107	318	6,42
ЩЗУ-1	35	0,61	0,088	36,6	5,28
ЩУ-П3а-В7а	2,5	8,48	0,116	84,8	1,16
ЩУ-П4а-В8а	2,5	8,48	0,116	127,2	1,74
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 3)</b>	70	0,3	0,082	12	3,28
ЩАО-1.1.1	2,5	8,48	0,116	212	2,9
ЩАО-1.1	2,5	8,48	0,116	508,8	6,96
ЩОС-1	2,5	8,48	0,116	424	5,8
ЩПМ1	2,5	8,48	0,116	551,2	7,54
ЩУ-ДУ1	2,5	8,48	0,116	551,2	7,54
Компрессор	2,5	8,48	0,116	42,4	0,58
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 4)</b>	10	2,13	0,099	10,65	0,495
КУ1	35	0,61	0,088	6,1	0,88
ЩО-1.2	150	0,14	0,079	3,5	1,975
ЩО-1.4	10	2,13	0,099	95,85	4,455
ЩР-1.2	2,5	8,48	0,116	381,6	5,22
ЩТВ-1.1	2,5	8,48	0,116	678,4	9,28
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 1)</b>	2,5	8,48	0,116	678,4	9,28
ЩТЗ-1.1	35	0,61	0,088	15,25	2,2
ЩО-1.8	6	3,54	0,1	35,4	1
ЩО-1.7	2,5	8,48	0,116	508,8	6,96
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 2)</b>	2,5	8,48	0,116	508,8	6,96
ЩТЗ-1.2	10	2,13	0,099	10,65	0,495
ЩУ-В01а	10	2,13	0,099	85,2	3,96
ЩУ-В01б	4	5,3	0,107	212	4,28
ЩУ-В01в	4	5,3	0,107	397,5	8,025
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 3)</b>	4	5,3	0,107	291,5	5,885
ЩТП-1.1	50	0,43	0,085	23,65	4,675
ЩПввода-1.2	2,5	8,48	0,116	678,4	9,28
ЩАО-1.2	2,5	8,48	0,116	763,2	10,44
ЩАО-1.3	2,5	8,48	0,116	33,92	0,464

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5	6
ЩУ-ВО2в	2,5	8,48	0,116	33,92	0,464
ЩПС	4	5,3	0,107	53	1,07
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 4)</b>	2,5	8,48	0,116	42,4	0,58
КУ2	10	2,13	0,099	21,3	0,99

Активные сопротивления прямой последовательности  $R_{1к}$  контактов и контактных соединений [11], приведен в таблице 11.

Таблица 11 - Приближенное значение сопротивления контактных соединений кабелей

Наименование электроприемника	Сечение фазной жилы, мм <sup>2</sup>	$R_{1к}$ , мОм
1	2	3
Мост дока	2,5	0,089
Ворота доковые	2,5	0,089
<b>ЩТВ-1.2</b>	2,5	0,089
ЩО-1.1	10	0,061
ЩО-1.3	2,5	0,089
ЩР-1.1	2,5	0,089
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 1)</b>	35	0,035
ЩО-1.5	2,5	0,089
ЩО-1.6	2,5	0,089
ЩУ-П1а-В1а	2,5	0,089
ЩУ-ПВ2.1а	2,5	0,089
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 2)</b>	4	0,079
ЩЗУ-1	35	0,035
ЩУ-П3а-В7а	2,5	0,089
ЩУ-П4а-В8а	2,5	0,089
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 3)</b>	70	0,018
ЩАО-1.1.1	2,5	0,089
ЩАО-1.1	2,5	0,089
ЩОС-1	2,5	0,089
ЩПМ1	2,5	0,089
ЩУ-ДУ1	2,5	0,089
Компрессор	2,5	0,089

Окончание таблицы 11

1	2	3
<b>ГРЩ 1 (ВРУ 4)</b>	10	0,061
КУ1	35	0,035
ЩО-1.2	150	0,013
ЩО-1.4	10	0,061
ЩР-1.2	2,5	0,089
ЩТВ-1.1	2,5	0,089
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 1)</b>	2,5	0,089
ЩТЗ-1.1	35	0,035
ЩО-1.8	6	0,071
ЩО-1.7	2,5	0,089
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 2)</b>	2,5	0,089
ЩТЗ-1.2	10	0,061
ЩУ-В01а	10	0,061
ЩУ-В01б	4	0,079
ЩУ-В01в	4	0,079
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 3)</b>	4	0,079
ЩТП-1.1	50	0,027
ЩПввода-1.2	2,5	0,089
ЩАО-1.2	2,5	0,089
ЩАО-1.3	2,5	0,089
ЩУ-В02в	2,5	0,089
ЩПС	4	0,079
<b>ГРЩ 2 (ВРУ 4)</b>	2,5	0,089
КУ2	10	0,061

Начальное значение периодической составляющей 3-х фазного тока короткого замыкания от источника питания до т. К1 определяется по формуле:

$$I_{п0}^{(3)} = \frac{U_{ср.лн}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{2\Sigma}^2 + X_{2\Sigma}^2}}, \quad (31)$$

$$I_{п0}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2,08^2 + 15,33^2}} = 15 \text{ кА.}$$

Для остальных участков и точек расчет аналогичен и заносится в таблицы 13.

Ударный ток для точки К1 КЗ от источника питания до т. К1 определяется по формуле:

$$i_{y0} = \sqrt{2} \cdot I_{п0}^{(3)} \cdot K_{y0}, \quad (32)$$

$I_{п0}^{(3)}$  – начальное значение периодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания, кА;

$K_{уд}$  – ударный коэффициент, который может быть определен по кривым на рис. 6.1 согласно [11],

$$i_{y0} = \sqrt{2} \cdot I_{п0}^{(3)} \cdot K_{y0} = \sqrt{2} \cdot 15 \cdot 1,8 = 38,34 \text{ кА.}$$

Для остальных участков и точек расчет аналогичен и заносится в таблицы 13.

Таблица 12 - Начальное значение периодической составляющей 3-х фазного тока короткого замыкания и ударного тока для точек КЗ

Точка КЗ	$R_{\Sigma 1},$ мОм	$X_{\Sigma 1},$ мОм	$\Sigma R / \Sigma X$	$K_y$	$I_{п0}^{(3)},$ кА	$i_{уд},$ кА
т.К1	2,08	15,33	0,13	1,8	15	38,34
т.К2	21,9	18,5	1,19	1	8,07	11,46
т.К3	328	26,3	12,50	1	0,70	1,00
т.К4	15,6	19,1	0,82	1,2	9,37	15,97
т.К5	15,4	17	0,90	1,1	10,07	15,73
т.К6	683	25,8	26,46	1	0,34	0,48
т.К7	514	23,5	21,88	1	0,45	0,64
т.К8	295	21,7	13,59	1	0,78	1,11
т.К9	52,1	20,4	2,55	1	4,13	5,87

## 2.8 Проверка автоматических выключателей

Оценка отключающей способности автоматического выключателя QF1

$$I_{cs} = 50 \text{ кА} \geq I_{п0}^{(3)} = 33,86 \text{ кА},$$

где  $I_{cs}$  - многократная отключающая способность автоматического выключателя кА;

$I_{п0}^{(3)}$  - начальное действующее значение периодической составляющей тока трехфазного КЗ без учета подпитки от электроприёмников, кА.

Выключатель проходит проверку, для остальных выключателей проверка выполняется аналогично и результаты заносятся в таблицу 13.



Таблица 13 - Проверка выбранных автоматических выключателей на действие токов короткого замыкания

Условное буквенное обозначение автоматического выключателя на схеме	Тип автоматического выключателя	Проверка по напряжению		Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке		Оценка отключающей способности		
		Ун. авт., В	Ун.сети, В	Ин.авт., А	Ip, А	Ics, кА	Icu, кА	I (3)по, кА
QF48-61	HG	380	380	10	3,25	50	70	8,07
QF62-75	HG	380	380	10	2	50	70	8,07
QF14	ML	380	380	32	24,03	50	70	8,07
QF15	ML	380	380	100	87,8	50	70	8,07
QF16	ML	380	380	25	16,02	50	70	8,07
QF17	ML	380	380	25	16,5	50	70	8,07
QF4	BA-51	380	380	200	166,98	50		15
QF18	ML	380	380	25	10,6	50	70	0,7
QF19	ML	380	380	25	16,79	50	70	0,7
QF20	ML	380	380	10	7,2	50	70	0,7
QF21	ML	380	380	10	4,9	50	70	0,7
QF5	ML	380	380	63	39,33	50	70	15
QF22	BA-51	380	380	160	133,8	50		9,37
QF23	ML	380	380	10	3,5	50	70	9,37
QF24	ML	380	380	25	12,3	50	70	9,37
QF6	BA-51	380	380	250	192,07	50		15
QF25	ML	380	380	10	8,3	50	70	10,07
QF26	ML	380	380	32	25,18	50	70	10,07
QF27	ML	380	380	25	16,96	50	70	10,07
QF28	ML	380	380	10	0,8	50	70	10,07

Продолжение таблицы 13

Условное буквенное обозначение автоматического выключателя на схеме	Тип автоматического выключателя	Проверка по напряжению		Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке		Оценка отключающей способности		
		Un, авт., В	Un.сети, В	In.авт., А	Ip, А	Ics, кА	Icu, кА	I (3)по, кА
QF29	ML	380	380	25	20,9	50	70	10,07
QF30	ML	380	380	10	5,7	50	70	10,07
QF7	ML	380	380	100	71,61	50	70	15
QF12	BA-51	380	380	25	114,09	50		15
QF3	BA-51	380	380	400	358,00	50		15
QF31	ML	380	380	100	86,1	50	70	0,34
QF32	ML	380	380	10	5,48	50	70	0,34
QF33	ML	380	380	25	22,1	50	70	0,34
QF34	ML	380	380	10	1,9	50	70	0,34
QF8	BA-51	380	380	160	130,23	50		15
QF35	ML	380	380	63	44,68	50	70	0,45
QF36	ML	380	380	10	7,9	50	70	0,45
QF37	ML	380	380	32	24,39	50	70	0,45
QF9	ML	380	380	100	76,88	50	70	15
QF38	ML	380	380	63	55,2	50	70	0,78
QF39	ML	380	380	63	38,4	50	70	0,78
QF40	ML	380	380	63	38,4	50	70	0,78
QF41	ML	380	380	63	38,4	50	70	0,78
QF10	BA-51	380	380	200	177,52	50		15
QF42	ML	380	380	10	2,7	50	70	4,13
QF43	ML	380	380	10	3,3	50	70	4,13

## Окончание таблицы 13

Условное буквенное обозначение автоматического выключателя на схеме	Тип автоматического выключателя	Проверка по напряжению		Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке		Оценка отключающей способности		
		Uн. авт., В	Uн.сети, В	Iн.авт., А	Iр, А	Ics, кА	Icu, кА	I (3)по, кА
QF44	ML	380	380	10	8,3	50	70	4,13
QF45	ML	380	380	10	8,3	50	70	4,13
QF46	ML	380	380	63	41,83	50	70	4,13
QF47	ML	380	380	10	2,3	50	70	4,13
QF11	BA-51	380	380	100	66,24	50		15
QF13	BA-51	380	380	200	152	50		15
QF1,QF2	BA-51	380	380	1000	694,51	50		15

### 3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Для расчёта численности промышленно производственного персонала необходимо определить явочную численность, т.е. количество работающих в течение дня и списочную численность, т.е. количество работающих в течение года. При этом учитываются режимы работы предприятия, сменность, продолжительность рабочей недели, планируемые невыхода, предусмотренные законодательством о труде. Баланс рабочего времени приведен в таблице 14.

Таблица 14 - Баланс рабочего времени

Статья баланса	Дни
1. Число календарных дней в году	365
2. Выходные дни	105
3. Праздничные дни	11
4. Номинальный фонд рабочего времени	246
5. Невыходов всего	35
В том числе по причинам: а) отпуск	28
б) нетрудоспособность	5
в) выполнение общественных и государственных обязанностей	2
6. Полезный фонд рабочего времени	211
7. Полезный фонд времени	3376
8. Коэффициент списочного состава	1,73

Списочная численность работников приведена в таблице 15.

Таблица 15 - Списочная численность работников

Наименование профессии	Явочная численность			Коэф-нт списочного состава	Списочная численность, $A_{сп}$
	1 смена	2 смена	Всего		
Эл.монтер 5р.	3	2	5	1,73	9
Эл.монтер 6р.	3	3	6	1,73	10
Эл.сварщик	1	1	2	1,73	4
Слесарь	1	1	2	1,73	4
Всего	8	7	15		27

Фонд заработной платы рассчитывается на основе принятой формы и системы оплаты труда по предприятию. Годовой фонд заработной платы складывается из фондов основной и дополнительной заработной платы.

На предприятии введена повременная форма оплаты труда.

Расчет фонда заработной платы рабочих приведен в таблице 16.

Часовая тарифная ставка определяется по тарифной сетке в соответствии с разрядом рабочего по данной специальности.

Доплаты: размер премии принимается 35%; прочие доплаты – за работу в вечернюю и ночную смены принимается 10%. Районный коэффициент  $K_{PK}=1,2$ .

В фонд дополнительной заработной платы рабочих включается:

- оплата очередных и дополнительных отпусков;
- оплата времени исполнения государственных обязанностей;
- прочие доплаты (оплата выслуги лет, пособие и т.д.)

В среднем дополнительная зарплата принимается 10% от суммы основной заработной платы с учетом районного коэффициента.

Таблица 16 – Расчет фонда заработной платы рабочих

Наименование профессии	Списочный состав	Разряд	Фонд основной заработной платы							Фонд доп.з ар.пл аты (10%), $\cdot 10^{-3}$	Всего годов ой фонд зар. Платы, $\cdot 10^{-3}$	
			Кол-во чел/ч	Часов ая тари фная ставк а, $\cdot 10^{-3}$	Зар. Плат а по тари фу, $\cdot 10^{-3}$	Доплаты			Итог о, $\cdot 10^{-3}$			С учето м РК (20%), $\cdot 10^{-3}$
						Прем ия (35%), $\cdot 10^{-3}$	Прочи е (10%), $\cdot 10^{-3}$	Всего допла т, $\cdot 10^{-3}$				
Эл.монтажер 5р.	9	5	22788	0,105	2392,74	837,5	239,27	1076,87	3469,61	4163,52	416,35	4579,87
Эл.монтажер бр.	10	6	25320	0,125	3165	1107,75	316,5	1424,25	4589,2	5507,04	550,7	6057,74
Эл.сварщик	4	5	10128	0,105	1063,44	372,2	106,34	478,54	1541,98	1850,37	185,3	2035,4
Слесарь	4	5	10128	0,105	1063,44	372,2	106,34	478,54	1541,98	1850,37	185,3	2035,4
Итого:	14708,380											

Расчет фонда заработной платы инженерно технического персонала приведена в таблице 17.

Сумма годовой заработной платы по окладам определяется из расчета рабочих месяцев для руководителей и специалистов. Доплаты за работу в вечерние и ночные смены принимаются в размере 10% от суммы окладов работников за год. Доплаты за работу в праздничные дни - 10%, премии - 35%. Фонд дополнительной заработной платы устанавливается в размере 10% от фонда основной заработной платы с учетом районного коэффициента.

Таблица 17 - Расчет заработной платы ИТР

Занимаемая должность	Списочный состав	Оклад в месяц, тыс. руб.	Фонд основной заработной платы					Фонд доп. зар. платы (10%), тыс.руб.	Всего годовой фонд зар. Платы, тыс.руб.	
			Сумма окладов за год, тыс.руб.	Доплаты						С учетом РК (20%), тыс.руб.
				За работу в вечернее и ночное время (10%), тыс.руб.	За работу в праздничные дни (10%), тыс.руб.	Премия (35%), тыс.руб.	Итого: тыс.руб.			
Начальник участка	1	40	440	44	44	154	242	818,4	81,84	900,24
Мастер	2	2,5	550	55	55	192,5	302,5	1023	102,3	1125,3
Итого:							2025540			

Ставка налога, % к объекту налогообложения определяется в соответствии с Налоговым Кодексом РФ. Социальное страхование составляет 30% от фонда заработной платы с учетом районного коэффициента. Обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и проф. Заболеваний составляет 30% от фонда заработной платы с учетом районного коэффициента.

Налоги на зарплату приведены в таблице 18.

Таблица 18 - Налоги на зарплату

Виды налогов	Отчисления во внебюджетные фонды		Сумма налога, руб.
	Единый	Обязательное	

	социальный налог,руб.	социальное страхование от несчастных случаев на производстве и проф. Заболеваний,руб.	
Ставка налога, % к объекту налогообложения	30	3	
Объект налогообложения:			
• фонд заработной платы рабочих	5000849,2	367709,5	5368558,7
• заработная плата ИТР	688683,6	50638,5	739322,1
Итого:	5689532,8	418348	6107880,8

Годовой расход электроэнергии определяется по формуле:

$$W = \sum S \cdot T \cdot K_{зо} \cdot K_o / K_c \cdot \eta,$$

где  $\sum S$  – сумма установленных мощностей оборудования, кВт;

$T$  – годовой фонд времени рабочего оборудования, час;

$K_{зо}$  – коэффициент загрузки оборудования ( $K_{зо}=0,75$ );

$K_o$  – коэффициент одновременности предельной нагрузки ( $K_o=0,7$ );

$K_c$  – коэффициент, учитывающий потери в сети ( $K_c=0,96$ );

$\eta$  – КПД ( $\eta=0,9$ );

$$W = 6,2 \cdot 5064 \cdot 0,75 \cdot 0,7 / 0,96 \cdot 0,9 = 19166,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Определяем затраты на электроэнергию:

$$\mathcal{E} = W \cdot C,$$

где  $C$  – стоимость одного кВт·ч, руб.

$$\mathcal{E} = 19166,6 \cdot 1,6 = 30666,6 \text{ руб.}$$

Калькуляция затрат на содержание и эксплуатацию оборудования по участку приведена в таблице 19.

Таблица 19 - расходы участка

Статьи затрат	Сумма, руб.
---------------	-------------

2.Энергия на технологические нужды	30666,6
3.Расход на оплату труда, в том числе:	
• з/плата рабочих	14708380
• з/плата ИТР	2025540
• единый соц. налог (34%)	5689532,8
• налог от несчастных случаев и проф. Заболевания (25%)	4183480
	3348
Итого:	26685664



## 4 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

### *Требования (правила и нормы) электробезопасности к конструкции и устройству электроустановок*

Используемые электротехнические изделия на технологическом комплексе «индустриального парка» г. Верхняя Пышма имеют 0I, I, II классы по способу защиты человека от поражения электрическим током.

К классу 0I должны относиться изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания.

К классу I должны относиться изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию и элемент для заземления. В случае, если изделие класса I имеет провод для присоединения к источнику питания, этот провод должен иметь заземляющую жилу и вилку с заземляющим контактом.

К классу II должны относиться изделия, имеющие двойную или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления (ГОСТ 12.2.007.0 – 75).

### *Машины электрические вращающиеся*

Сопrotивление изоляции обмоток, электрическая прочность междувитковой изоляции обмоток и электрическая прочность изоляции относительно корпуса машины - по ГОСТ 183-74 и ГОСТ 2582-81.

Конструкция и материал выводных концов и колодок с зажимами должны исключать возможность поверхностного перекрытия разрядами при работе электрических машин в условиях повышенной относительной влажности или пониженного атмосферного давления, установленных в стандартах или технических условиях на эти машины.

Каждая электрическая машина должна иметь элемент заземления.

Конструкция подшипниковых узлов должна исключать возможность стекания масла по валу на обмотки машин, на настил рабочей площадки, на токоведущие части и оборудование, а расположение масленок должно обеспечивать свободный и удобный доступ к ним для обслуживания (ГОСТ 12.2.007.1 – 75).

## ***Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В***

На выключателе и на приводе к нему должны быть указатели включенного и отключенного положения выключателя. Применение сигнальных ламп в качестве единственных указателей положения выключателя не допускается.

На выключателях со встроенным приводом или с приводом, расположенным в непосредственной близости от выключателя и не отделенным от выключателя сплошным непрозрачным ограждением, допускается установка одного указателя на выключателе или на приводе.

На выключателях, имеющих внешние подвижные контакты, положение которых ясно указывает на включенное или отключенное положение выключателя, наличие указателя на выключателе не обязательно.

Элегазовые выключатели с автономной системой под давлением должны иметь следующие устройства:

а) хорошо видимый указатель давления или индикатор плотности элегаза с блок-контактами для сигнализации о снижении давления и запрещения оперирования выключателем или другое устройство, сигнализирующее о наличии давления во внутренних полостях выключателя;

б) разъемы автономной герметизации элегаза, предназначенные для технологических работ (вакуумирование, дозаправка, опорожнение).

Требования по технике безопасности при газотехнологических работах, работах с элегазом и продуктами его разложения должны указываться в техническом описании и инструкции по эксплуатации выключателей.

Элегазовые выключатели с герметичной системой под давлением могут иметь герметичные разъемы для контроля давления и опорожнения элегаза (ГОСТ 12.2.007.3 – 75).

## ***Шкафы комплектных распределительных устройств и комплектных трансформаторных подстанций***

В шкафах КРУ должны быть:

а) блокировка, не допускающая включение или отключение разъединителей при включенном выключателе первичной цепи;

б) блокировка между разъединителем и ножами заземления, не допускающая включение разъединителей при включенных ножах заземления либо включение ножей заземления при включенных разъединителях;

в) блокировка, не допускающая перемещений выдвижного элемента из рабочего положения в контрольное (разобщенное), а также из контрольного (разобщенного) положения в рабочее при включенном положении установленного на выдвижном элементе коммутационного аппарата;

г) блокировка, не допускающая включения коммутационного аппарата, установленного на выдвижном элементе, при положении выдвижного элемента в промежутке между рабочим и контрольным положениями;

д) блокировка, не допускающая перемещения выдвижного элемента из контрольного (разобщенного) в рабочее положение при включенных ножах заземляющего разъединителя;

е) блокировка, не допускающая вкатывания и выкатывания выдвижного элемента с разъединителями или разъединяющими контактами под нагрузкой (для шкафов без выключателей);

ж) блокировка, не допускающая включение заземляющего разъединителя в шкафу секционирования с разъединителем или разъединяющими контактами при рабочем положении выдвижного элемента секционного выключателя;

з) блокировка стационарных разъединителей с дверями или сетчатыми ограждениями, выполненными в виде дверей, не допускающая открывания дверей при включенных разъединителях.

При двустороннем обслуживании шкафов УВН и РУНН КТП допускается с задней стороны шкафов устанавливать листы или крышки с шарнирной подвеской с одной стороны и с закреплением болтами или с установкой замка с другой стороны.

Кожухи шинопроводов, соединяющих трансформатор с УВН и РУНН, должны иметь электрический контакт с заземленными элементами конструкции трансформатора.

Рукоятки управления аппаратов УВН, расположенные снаружи шкафов, должны иметь приспособления для запираения в положениях "Включено" и "Отключено" (ГОСТ 12.2.007.4 – 75).

На внутренней стороне двери вводной ячейки должна быть помещена принципиальная электрическая схема установки (ГОСТ 12.2.007.5 – 75).

### ***Аппараты электрические коммутационные на напряжение до 1000 В***

Степени защиты аппаратов - по ГОСТ 14255-69.

Автоматические выключатели с ручным приводом должны иметь защитное устройство, исключающее возможность травмирования руки оператора при электродинамическом отбросе рукоятки привода.

Допускается не заземлять магнитопроводы и основания аппаратов, встраиваемых в заземленные металлические оболочки, если их конструкция обеспечивает надежное электрическое соединение с заземляющим устройством.

Токовые вводы ламп должны быть прочно соединены с корпусом и контактной пластиной цоколя, а люминесцентных ламп — со штырьками цоколя таким образом, чтобы не нарушалось защитное покрытие цоколя, а места соединений токовых вводов с корпусом или контактной пластиной цоколя не препятствовали вставлению или ввертыванию ламп в соответствующие патроны или калибры (ГОСТ 12.2.007.13 – 75).

### **Кабели и кабельная арматура**

Кабели на напряжение от 1 кВ и выше должны иметь металлические оболочки, экраны или броню.

Конструкция и характеристики оболочек, экранов и брони должны обеспечивать электро- и пожаробезопасность эксплуатации при нормальных и аварийных режимах работы.

Изоляция жил кабелей должна иметь отличительную расцветку или цифровые обозначения.

Изоляция жилы заземления должна отличаться от остальных жил расцветкой.

Изоляция нулевых жил равного сечения кабелей должна быть голубого (светло-синего) цвета. Изоляция жилы меньшего сечения (нулевая) может быть любого цвета и не иметь цифрового обозначения.

В силовых кабелях изоляция жилы заземления должна быть двухцветной (зелено-желтого цвета) или обозначена цифрой 0. При применении двухцветного способа обозначения на любом участке жилы длиной 15 мм один из этих цветов должен покрывать не менее 30 и не более 70% поверхности изоляции, а другой - остальную часть.

Металлические защитные кожухи должны иметь болт заземления диаметром не менее 8мм (ГОСТ 12.2.007.14 – 75).

### ***Технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность***

В технологическом комплексе «индустриального парка» г. Верхняя Пышма используется четырёхпроводная система с занулением (сеть с глухо-заземленной нейтралью). В сетях напряжением выше 1000 В используется трёхпроводная система.

Напряжение 10 кВ подается на трансформаторы 10/0,4 кВ. Номинальное напряжение потребителей линейное – 380 В, фазное – 220 В переменного тока частотой 50 Гц.

В технологическом комплексе «индустриального парка» г. Верхняя Пышма помещения с повышенной опасностью, а техническое здание – особоопасные помещения.

Снятие напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых должна производиться работа осуществляется в электрощитовых посредством отключения автоматических выключателей.

В торговом центре приняты меры исключаяющие возможность попадания человека под напряжение. Штепсельные разъемы оборудованы защитными шторками, металлические конструкции, которые могут оказаться под напряжением заземлены, технологическое оборудование, электроустановки, щиты и сборки

находятся в специальных закрытых помещениях, доступ в которые возможен только обученному персоналу.

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены следующие меры защиты от прямого прикосновения:

Напряжение мегомметра при испытании изоляции электроаппаратов на напряжение 380 В составляет 500 В, свыше 380 В – 1000 В; кабелей на напряжение до 1 кВ – 2,5 кВ. Силовые кабели напряжением 6 кВ и ВЛЭП 35кВ, испытываются повышенным напряжением (или мегомметром на напряжение 2,5кВ). Время испытания должно быть не менее 1 минуты.

Сопротивление изоляции должно составлять для:

- электрических аппаратов напряжением до 1000 В – не менее 0,5 МОм;

- ручного электроинструмента и переносных светильников со вспомогательным оборудованием: для рабочей изоляции не менее 2 МОм, для дополнительной – 5 МОм, для усиленной – 7 МОм;

- первичных цепей оборудования КРУ (6 кВ) – не менее 300 МОм (при испытании мегомметром);

- вторичных цепей КРУ (0,4 кВ) – не менее 1 МОм;

- силовых кабелей до 1 кВ – не менее 0,5МОм.

Измерение сопротивления изоляции производится не реже 1 раза в год, а для ручного инструмента, переносных светильников и вспомогательного оборудования – не реже 1 раза в 6 месяцев.

Ограждения и оболочки

Ограждения и оболочки предназначены для предотвращения любого прикосновения к токоведущим частям электроустановки.

Ограждения и оболочки должны быть надежно закреплены и иметь достаточную прочность и долговечность.

Если необходимо снять ограждение или вскрыть оболочку или ее части, это может быть сделано только:

- с помощью ключа или специального инструмента или

- после обесточивания токоведущих частей, защищенных этими ограждениями или оболочками, или

- если поставлены промежуточные барьеры, обеспечивающие степень защиты по крайней мере IP2X и которые могут быть сняты также только при применении специального ключа или инструмента.

### ***Зануление (для сетей напряжением до 1000 В с глухозаземлённой нейтралью)***

Защитное зануление в электроустановках напряжением до 1 кВ - преднамеренное соединение открытых проводящих частей с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с заземленной точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности. Замыкание на корпус в сети с заземлённой нейтралью вызывает однофазное короткое замыкание, в результате чего должна сработать максимальная токовая защита и отключить повреждённый участок сети. При этом, в момент замыкания на землю, снижаются потенциалы корпусов по отношению к земле.

В электроустановках до 1 кВ с глухозаземлённой нейтралью с целью обеспечения автоматического отключения аварийного участка проводимость фазных и нулевых защитных проводников должна быть выбрана такой, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой защитный проводник возникал ток КЗ, превышающий не менее чем:

- в 3 раза номинальный ток плавкого элемента ближайшего предохранителя;
- в 3 раза номинальный ток нерегулируемого расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратнoзависимую от тока характеристику.

При защите сетей автоматическими выключателями, имеющими только электромагнитный расцепитель (отсечку), проводимость указанных проводников должна обеспечивать ток не ниже уставки тока мгновенного срабатывания, умноженной на коэффициент, учитывающий разброс (по заводским данным), и на коэффициент запаса 1,1. При отсутствии заводских данных для

автоматических выключателей с номинальным током до 100 А кратность тока КЗ относительно уставки следует принимать не менее 1,4, а для автоматических выключателей с номинальным током более 100А - не менее 1,25.

Полная проводимость нулевого защитного проводника во всех случаях должна быть не менее 50% проводимости фазного проводника.

Для выполнения защитного заземления и зануления применяются заземлители, заземляющие и нулевые защитные проводники.

Для определения технического состояния заземляющего устройства должны периодически проводиться:

- измерение сопротивления заземляющего устройства и не реже 1 раза в 12 лет выборочная проверка со вскрытием элементов заземлителя, находящегося в земле;
- проверка состояния цепей между заземлителями и заземляемыми элементами, а также соединений естественных заземлителей с заземляющим устройством;
- измерение напряжения прикосновения в электроустановках, заземляющие устройства которых выполнены по нормам на напряжение прикосновения.

***Заземление (для сетей напряжением выше 1000 В с изолированной нейтралью)***

Заземление – преднамеренное электрическое соединение с землёй или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Заземление применяется только для электроустановок с изолированной нейтралью электрической сети.

Для обеспечения безопасности прикосновения к металлическим частям электрооборудования станков, машин, конструкций и др., по которым нормально не протекает электрический ток, указанные части согласно ПУЭ должны быть заземлены.

Заземлению подлежат корпуса электрооборудования, приводы электрических аппаратов, вторичные обмотки измерительных трансформаторов,



каркасы электроконструкций, металлические кабельные конструкции (муфты, броня, трубы и т.п.).

Заземление выполняется соединением электрооборудования с контуром заземления при помощи заземляющих проводников.

Наименьшие сечения заземляющих проводников должны быть следующими:

а) внутри зданий – стальные круглые 5 мм<sup>2</sup>; стальные прямоугольные 24 мм<sup>2</sup>; медные голые, открыто проложенные 4 мм<sup>2</sup>; медные изолированные 1,5 мм<sup>2</sup>;

б) в наружных установках – стальные круглые 6 мм<sup>2</sup>; стальные прямоугольные 48 мм<sup>2</sup>; алюминиевые голые, открыто проложенные 6 мм<sup>2</sup>; алюминиевые изолированные 2,5 мм<sup>2</sup>.

#### ***Автоматическое отключение питания***

Для автоматического отключения питания при система TN могут быть применены защитно-коммутационные аппараты, реагирующие на сверхтоки или на дифференциальный ток.

Защитное отключение – быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током.

Устройства защитного отключения, реагирующие на дифференциальный ток, наряду с устройствами защиты от сверхтока, относятся к дополнительным видам защиты человека от поражения при косвенном прикосновении, обеспечиваемой путем автоматического отключения питания. Защита от сверхтока (при применении защитного зануления) обеспечивает защиту человека при косвенном прикосновении – путем отключения автоматическими выключателями или предохранителями поврежденного участка цепи при коротком замыкании на корпус.

#### ***Организационные и технические мероприятия обеспечения электробезопасности***

Кроме того, для обеспечения электробезопасности применяют знаки безопасности, предупредительную сигнализацию, средства защиты и предохранительные приспособления.

Для обеспечения безопасности работ в действующих электроустановках выполняются следующие организационные мероприятия:

- назначение лиц ответственных за организацию и производство работ;
- оформление наряда или распоряжения на производство работ;
- осуществление допуска к проведению работ;
- организация надзора за проведением работ;
- оформление окончания работы, перерывов в работе, переводов на другие рабочие места.

Для обеспечения безопасности работ в действующих электроустановках выполняются следующие технические мероприятия:

1) При проведении работ со снятием напряжения в действующих электроустановках или вблизи них:

- отключение установки (части установки) от источника питания электроэнергией;
- установка знаков безопасности и ограждение остающихся под напряжением токоведущих частей, к которым в процессе работы можно прикоснуться или приблизиться на недопустимое расстояние;
- ограждение рабочего места и установка предписывающих знаков безопасности.

2) При проведении работ на токоведущих частях, находящихся под напряжением, и вблизи них:

- выполнение работ по наряду не менее чем двумя лицами;
- применение основных и дополнительных электротехнических средств; непрерывный надзор за проведением работ;
- обеспечение безопасного расположения работающих, используемых механизмов и приспособлений.

## **5 РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СКЛАДА ХРАНЕНИЯ ОВОЩЕЙ (ДЛЯ НЕЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА)**

### ***Общие положения***

Группа I по электробезопасности распространяется на неэлектротехнический персонал, выполняющий работы, при которых может возникнуть опасность поражения электрическим током. Присвоение группы I по электробезопасности осуществляется в виде проведения инструктажа, который должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении электрическим током с регистрацией в Журнале учета присвоения группы I по электробезопасности. Присвоение I группы проводится работником из числа электротехнического персонала имеющим, группу III, назначенным распоряжением руководителя организации. Лица с I группой по электробезопасности должны иметь представление об опасности электрического тока, о мерах безопасности при работе с электрооборудованием, знать и практически оказывать первую доврачебную помощь при электротравме. Присвоение I группы по электробезопасности проводится с периодичностью не реже одного раза в год. Непосредственный руководитель вновь принятого работника обязан обеспечить проведение инструктажа для присвоения I группы.

В случае если работник, не прошел инструктаж на I группу по электробезопасности, он отстраняется от самостоятельной работы. (Работник освобождается только от самостоятельной работы, а не от работы вообще.)

***Перечень должностей сотрудников склада, требующих присвоения I группы по электробезопасности:***

- сотрудники, работающие с применением ПЭВМ и оргтехники;
- сотрудники, работающие в помещении, где имеется электрооборудование;
- уборщики производственных помещений. Электроустановки представляют для человека большую опасность, и органы чувств человека не могут на расстоянии

обнаружить наличие напряжения на оборудовании так, как электрический ток не имеет запаха, цвета, бесшумен. Неспособность организма человека обнаруживать ток до начала его действия приводит к тому, что работник не осознает реально имеющейся опасности и не принимает своевременно защитных мер. Опасность поражения электрическим током характерна еще и тем, что пострадавший не может оказать себе помощь, а при неумелом оказании помощи может пострадать и тот, кто оказывает помощь. Приблизительно половина несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током, происходит во время профессиональной деятельности пострадавших.

По некоторым данным электротравмы составляют около 30 процентов общего числа всех травм на производстве и, как правило, имеют тяжелые последствия. По частоте смертельных исходов электротравматизм в 15-16 раз превосходит другие виды травм.

### ***Условия внешней среды***

Сами помещения, в которых находится электроустановка, являются факторами влияющими на тяжесть поражения электрическим током.

Помещения делятся на три категории:

- помещения без повышенной опасности;
- помещения с повышенной опасностью;
- особо опасные помещения.

Помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием в них хотя бы одного из следующих условий:

- токопроводящая пыль, сажа;
- сырость – относительная влажность воздуха длительно превышает 75%;
- высокая температура воздуха – длительно превышает 35°С;
- токопроводящий пол – металлический, железобетонный, каменный, земляной.

Помещения без повышенной опасности, т.е. в которых отсутствуют все указанные выше условия.

Категории безопасных помещений, где используются электроустановки, не существует. Опасность поражения электрическим током в любых помещениях существует всегда.

### ***Причины поражения электрическим током***

Поражение электрическим током возникает:

-при прикосновении человека к не заизолированным токоведущим частям электроустановки;

-при прикосновении к металлическим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением в результате нарушения изоляции при не исправном заземляющем устройстве;

-при неисправности электроустройств (оборудования, приборов, пусковых устройств, проводов, заземления);

-при применении в помещениях с повышенной и особой опасностью переносных ламп и электроинструментов болеевысокого напряжения, чем установлено правилами; при нарушении правил и инструкций по эксплуатации электрооборудования.

### ***Внешние признаки неисправности электроустройств***

Внешними признаками неисправности электроустройств являются:

-наличие трещин и сколов у корпусов приборов и пусковых устройств, ненадежное их крепление на основах;

-наличие оголенных токоведущих частей;

-ненадежное скрепление элементов электроустройств (плохое соединение половинок штепсельной вилки, ослабленное креплениебн штырей) могущие вызвать короткое замыкание;

-потертость, подпалы, изломы на подводящих шнурах, особенно в месте входа шнура в колодку штепсельной вилки и прибор;

-неплотная посадка штепсельной вилки в розетку;

-появление дыма, специфического запаха горячей резины или пластмассы, перегрев и искрение.

При появлении неисправностей электроустройство следует обесточить, а переносные приборы выключить, отсоединить от сети и сообщить непосредственному руководителю.

### ***Требования безопасности при эксплуатации электрооборудования***

Оборудование с внешним питанием в зависимости от способа защиты от поражения электрическим током подразделяются на IV класса:

-оборудование I класса безопасности в дополнении к основной изоляции имеет заземляющий контакт вилки сетевого шнура или зажим на корпусе с постоянным присоединением к сети, служащим для присоединения доступных для прикосновения металлических частей к внешнему заземляющему устройству;

-приборы 0I класса безопасности в дополнение к основной изоляции имеют зажим для присоединения доступных для прикосновения металлических частей к внешнему заземляющему устройству, вилка сетевого шнура не имеет заземляющего контакта;

-электрооборудование II класса безопасности (с двойной или усиленной изоляцией, имеет, кроме основной изоляции, дополнительную, у ввода сетевого шнура в корпус – знак) и не требует защитного заземления или зануления;

-приборы III класса питаются от изолированного источника тока с переменным напряжением не более 24 В или постоянным напряжением не более 50 В и не имеют цепей с более высоким напряжением, не нуждаются в защитном заземлении или занулении.

Если степень защиты (класс) не указана в маркировке на оборудовании или в инструкциях по эксплуатации (паспорте) или они утеряны, то такие приборы должны быть проверены инженерно-техническим персоналом для определения пригодности к дальнейшей безопасной эксплуатации. Запрещается допускать использования таких приборов покупателями (например, холодильники), если неизвестна степень их защиты.

Для защиты от поражения электрическим током все доступные для прикосновения металлические части оборудования I и 0I классов должны быть заземлены или занулены. Непрерывность цепи между зажимом защитного

заземления на электроустановке и заземляющей клеммой на щите или шине защитного заземления должна проверяться осмотром персонала в начале каждой рабочей смены. Запрещается подача сетевого питания на электроустановку при нарушении непрерывности цепи защитного заземления. В помещении, где эксплуатируется электрооборудование, радиаторы и металлические трубы отопления, водопровода, канализационные и газовые системы должны быть закрыты деревянными решетками или другими диэлектрическими заградительными приспособлениями, а полы должны быть не токопроводящими. Персоналу запрещается включать электрооборудование в сеть при поврежденной изоляции шнура питания и корпуса штепсельной вилки, а также других дефектах, при которых возможно прикосновение персонала к частям, находящимся под напряжением. При обнаружении неисправности в процессе эксплуатации электрооборудования, персонал должен немедленно отключить неисправный прибор от сети, доложить об этом непосредственному руководителю. Работать с этим оборудованием можно только после устранения неисправности и наличия соответствующей записи в журнале технического обслуживания лицом, отвечающем за исправность электрооборудования. Запрещается отключать электрооборудование путем выдергивания штепсельной вилки из розетки за шнур, усилие должно быть приложено к корпусу вилки. Запрещается перевозить тележки по проводам и кабелям, наступать на электрокабели или шнуры электрооборудования, переносить работающие электроустройства или оставлять их без надзора включенными в сеть, бросать штепсельные вилки на пол. При подключении стационарного оборудования запрещается использование переходников и удлинителей (кроме специальных стабилизирующих устройств) для чего в помещениях должно предусматриваться достаточное число штепсельных розеток. Работникам запрещается использовать электрооборудование, не ознакомившись предварительно с принципом его работы и правилами безопасной эксплуатации (паспорт или инструкция). Запрещается проверять работоспособность электрооборудования в непригодных для эксплуатации помещениях с токопроводящими полами, сырых, не позволяющих заземлить доступные металлические части (для 0I и I классов). Персоналу

запрещается самостоятельно устранять неисправности электрооборудования, ремонт осуществляет работник требуемой квалификации и только после отключения прибора от сети. Запрещается применять в помещениях электроплитки с открытыми спиралями, электрообогреватели без защитных ограждающих устройств и другие электроприемники, имеющие части под напряжением, доступные для прикосновения. Запрещается класть провода переносных ламп и электрифицированных инструментов на влажные поверхности, горячие предметы, в места, где они могут подвергнуться трению, скручиванию, натяжению. Протирать мокрыми тряпками электроустановки, включенные в сеть. Обмывать стены там, где установлены электроприборы, проложены кабели и провода. Производить уборку помещений с помощью поливочного шланга вблизи распределительного устройства и электродвигателей, установленных на полу.

### ***Первая помощь пострадавшим от действия электрического тока***

Быстрое отключение от действия электрического тока это первое действие для спасения пострадавшего.

При поражении электрическим током необходимо быстро освободить пострадавшего от действия тока - немедленно отключить ту часть электроустановки, которой касается пострадавший. Когда невозможно отключить электроустановку, следует принять иные меры по освобождению пострадавшего, соблюдая надлежащую предосторожность.

Для отделения пострадавшего от токоведущих частей или провода напряжением до 1000 В следует воспользоваться канатом, палкой, доской или каким-либо другим сухим предметом, не проводящим электрический ток. Можно оттянуть пострадавшего за одежду (если она сухая и отстает от тела), избегая при этом прикосновения к окружающим металлическим предметам и частям тела пострадавшего, не прикрытым одеждой.

Для изоляции своих рук следует воспользоваться диэлектрическими перчатками или обмотать руку шарфом, надеть на нее суконную фуражку, натянуть на руку рукав пиджака или пальто, накинуть на пострадавшего сухую материю.

Действовать рекомендуется одной рукой, другая должна находиться за спиной.



На линии электропередачи, когда невозможно быстро отключить ее на пунктах питания, можно произвести замыкание проводов накоротко, набросив на них гибкий неизолированный провод достаточного сечения, заземленный за металлическую опору, заземляющий спуск и т.д. Для удобства на свободный конец проводника прикрепляют груз. Если пострадавший касается одного провода, то достаточно заземлить только один провод.

Все, о чем говорилось выше, относится к установкам напряжением до 1000 В. Для отделения пострадавшего от токоведущих частей, находящихся под напряжением выше 1000 В, следует применять диэлектрические боты, перчатки и изолирующие штанги, рассчитанные на соответствующее напряжение. Такие действия может производить только обученный персонал.

После освобождения пострадавшего от действия электрического тока или атмосферного электричества (удара молнии) необходимо провести полный объем реанимации. Пострадавшему обеспечить полный покой, не разрешать двигаться или продолжать работу, так как возможно ухудшение состояния из-за ожогов внутренних органов и тканей по ходу протекания электрического тока. Последствия внутренних ожогов могут проявиться в течение первых суток или ближайшей недели.

### ***Оказание первой доврачебной помощи***

Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать врача, независимо от состояния пострадавшего.

Меры доврачебной помощи зависят от состояния, в котором находится пострадавший после освобождения его от действия тока:

- если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке, или находился в бессознательном состоянии, но с сохранившимися устойчивыми дыханием и пульсом, его следует уложить на подстилку из одежды, расстегнуть одежду, стесняющую дыхание, создать приток свежего воздуха, растереть и согреть тело, удалить из помещения лишних людей и до прихода врача создать полный покой;

- если пострадавший находящемуся в бессознательном состоянии, то ему необходимо давать нюхать нашатырный спирт, опрыскивать лицо холодной водой, а

когда он придет в сознание, следует дать ему 15 – 20 капель настойки валерьяны и горячего чая;

- если пострадавший дышит редко и судорожно, но у него прощупывается пульс, необходимо сразу же делать ему искусственное дыхание до появления ровного самостоятельного дыхания или до прибытия врача;

- если у пострадавшего отсутствует дыхание (определяется подъемом грудной клетки) и пульс, нельзя считать его мертвым, так как запас кислорода в организме сохраняется 4 – 8 минут, необходимо немедленно начать делать искусственное дыхание и наружный (непрямой) массаж сердца.

Переносить пострадавшего в другое место следует только в тех случаях, когда ему или оказывающему помощь продолжает угрожать опасность или когда оказание помощи на месте невозможно.

### ***Правила определения признаков клинической смерти***

Чтобы сделать вывод о наступлении клинической смерти у неподвижно лежащего пострадавшего, достаточно убедиться в отсутствии сознания и пульса на сонной артерии.

Не следует терять время на определение сознания путем ожидания ответов на вопросы. Надавливание на шею в области сонной артерии является сильным болевым раздражителем.

Не следует терять время на определение признаков дыхания. Они трудноуловимы, и на их определение с помощью ворсинок ватки, зеркала или наблюдения за движением грудной клетки можно потерять неоправданно много времени. Самостоятельное дыхание без пульса на сонной артерии продолжается не более минуты, а вдох искусственного дыхания взрослому человеку ни при каких обстоятельствах не может причинить вреда.

### ***Если подтвердились признаки клинической смерти***

Быстро освободить грудную клетку от одежды и нанести удар по груди. При его неэффективности приступить к сердечно-легочной реанимации.

### ***Правила определения пульса на сонной артерии***

Расположить четыре пальца на шее пострадавшего и убедиться в отсутствии пульса на сонной артерии.

Определять пульс следует не менее 10 секунд.

### ***Правила освобождения грудной клетки от одежды для проведения реанимации***

Расстегнуть пуговицы рубашки и освободить грудную клетку.

Джемпер, свитер или водолазку приподнять и сдвинуть к шее.

Майку, футболку или любое нательное белье из тонкой ткани можно не снимать. Но прежде чем наносить удар по груди или приступать к непрямому массажу сердца, следует убедиться, что под тканью нет нательного крестика или кулона.

Поясной ремень обязательно расстегнуть или ослабить. Известны случаи, когда во время проведения непрямого массажа сердца печень повреждалась о край жесткого ремня.

### ***Правила нанесения удара по груди***

Убедиться в отсутствии пульса на сонной артерии.

Прикрыть двумя пальцами мечевидный отросток.

Нанести удар кулаком выше своих пальцев, прикрывающих мечевидный отросток.

После удара проверить пульс на сонной артерии. В случае отсутствия пульса сделать еще одну-две попытки.

Нельзя наносить удар при наличии пульса на сонной артерии.

Нельзя наносить удар по мечевидному отростку.

В случае клинической смерти, особенно после поражения электрическим током, первое с чего необходимо начать помощь, - нанести удар по груди пострадавшего. Если удар нанесен в течение первой минуты после остановки сердца, то вероятность оживления превышает 50%.

Если после нескольких ударов не появился пульс на сонной артерии, то приступить к непрямому массажу сердца.

## *Правила проведения непрямого массажа сердца и безвентиляционной реанимации*

Расположить основание правой ладони выше мечевидного отростка так, чтобы большой палец был направлен на подбородок или живот пострадавшего. Левую ладонь расположить на ладони правой руки.

Переместить центр тяжести на грудину пострадавшего и проводить непрямой массаж сердца прямыми руками.

Продавливать грудную клетку не менее чем на 3-5 см с частотой не реже 60 раз в минуту.

Каждое следующее надавливание начинать только после того, как грудная клетка вернется в исходное положение.

Оптимальное соотношение надавливаний на грудную клетку и вдохов искусственной вентиляции легких - 30:2, независимо от количества участников реанимации.

По возможности приложить холод к голове.

При каждом надавливании на грудную клетку происходит активный выдох, а при ее возвращении в исходное положение - пассивный вдох. Когда выделения изо рта пострадавшего представляют угрозу для здоровья спасающего, можно ограничиться проведением непрямого массажа сердца, т.е. безвентиляционным вариантом реанимации. Чтобы непрямой массаж сердца был эффективным, его необходимо проводить на ровной жесткой поверхности.

Первая медицинская помощь должна быть оказана в первые четыре-пять минут после поражения электрическим током. Применяя современные методы оживления в первые две минуты после наступления клинической смерти, можно спасти до 92 % пострадавших, а в течение от трех до четырех минут - только 50 %.

При поражении электрическим током пострадавший в любом случае должен обратиться к врачу.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной работе выполнено электроснабжение склада хранения овощей.

Работа была выполнена в соответствии с требованиями ПУЭ, ПЭЭБ, ПТБ.

Дана характеристика объекта электроснабжения.

Произведён расчёт нагрузки склада, на основании чего, выполнен выбор силовых трансформаторов и компенсирующих устройств, кроме этого произведен выбор защитной аппаратуры и проводников. Выполнен расчет токов короткого замыкания и проверка электрооборудования.

Разработано руководство по эксплуатации электрооборудования склада хранения овощей (для не электротехнического персонала).

Данная работа, кроме расчетных задач преследовала еще одну, не менее важную задачу – научиться реальному проектированию объектов электроэнергетики так, чтобы полученный опыт мог использоваться в достаточной степени как в данной области инженерной деятельности, так и в других отраслях народного хозяйства.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Беркович А.М. Основы техники релейной защиты [Текст] /: А.М. Беркович, В.В. Молчанов, В.А. Семенов. – М.: Энергоатомиздат, 1984.- 375 с.
2. ГОСТ 28249-93. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [Текст]: ввод в действие с 01.01.1995.- М.: Издательство стандартов, 1994.
3. ЗАО НПП «АКВААВТОМАТИКА» [Электронный ресурс] – Режим доступа [http://aquaauto.ru/catalog/nvo\\_abb/](http://aquaauto.ru/catalog/nvo_abb/)
4. Завод НВА г. Рассказово [Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://zavod-nva.com/catalog/transformatory/vysokovoltnye/suhie/tsz/250/>-Загл. с экрана.
5. Копырин В.С., Бородацкий Е.А. Автоматизация насосной станции с применением частотно-регулируемого электропривода // Силовая электроника, 2006 №2.
6. Компания ИЕК [Электронный ресурс] - <http://www.iek.ru/company/1/>– Загл. с экрана.
7. НТП ЭПП-94. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий [Текст]: ввод в действие с 01.01.1994.- ОАО "ВНИПИ Тяжпромэлектропроект", 1994.
8. ООО "Элком-Энерго" [Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://elcom-energo.ru/>– Загл. с экрана.
9. ОАО "Энергопром" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.enprom.ru/rus/order/order.htm?form=3>-Загл. с экрана.
10. Правила устройства электроустановок [Текст]: ПУЭ: Издание 7: утв. Министерством топлива и энергетики РФ 06.10.1999: ввод в действие с 01.07.2000.- М.: Издательство НЦ ЭНАС, 1999.
11. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования [Текст]: ввод в действие с 23.03.1998.- М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.

12. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок [Текст]: ввод в действие с 01.01.93.- ОАО "ВНИПИ Тяжпромэлектропроект", 1992.

13. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования [Текст] /ред. Ю. Г. Барыбин [и др.]. - М. : Энергия, 1991. - 464 с. : ил.

14. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение [Текст]: ввод в действие с 20.05.2011.-М.: ОАО "ЦПП", 2011.

15. Справочная книга для проектирования электрического освещения [Текст] / Г.М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1992. - 448 с. : ил.

16. Щитки осветительные ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ, ЯОУ. ... ЩИТ ОСВЕЩЕНИЯ ОЩВ-6, производство и поставки щитков освещения ОЩ, ОЩВ, УОЩВ [Электронный ресурс] [electric.myprom.ru/shhitki-osvetitelnye-op-oshh-oshhv-uoshhv-yaou](http://electric.myprom.ru/shhitki-osvetitelnye-op-oshh-oshhv-uoshhv-yaou).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 2- Расчет электрических нагрузок

Позиционный номер	Наименование узлов питания и групп электроприемников	Количество электроприемников	Установленная мощность		Коэффициент использования, Ки	cosφ/tgφ	Средняя нагрузка, кВт			Эффективное число пэ=ΣPн2/пP2н	Групповой коэффициент максимума, Кр	Максимальные нагрузки, кВт, квар, кВА			Расчетный ток, А Ip=Sp/√3Un
			одного электроприемника	общая мощность			КиΣPн	tgφКиΣPн	пP2н			Pp=Kp КиΣPн, кВт	При n<10 Qp=1,1 tgφКиΣPн Qp=tgφКиΣPн	Sp=√Pp2+Qp2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Мост дока	14	1,5	21	0,5	0,7	10,5	10,71	31,50						
2	Ворота доковые	14	0,37	5,18	0,5	0,7	2,59	2,64	1,92						
3	Итого ЩТВ-1.2	28		26,18	0,5	0,7	13,09	13,35	33,42	20	1	13,09	14,68	20	30
4	ЩО-1.1	1	61,6	61,6	0,8	0,85	49,28	30,54	3794,56						
5	ЩО-1.3	1	9,8	9,8	1	0,93	9,8	3,87	96,04						
6	ЩР-1.1	1	20	20	0,5	0,92	10	4,26	400						
	<b>Итого ГРЩ 1 (ВРУ 1)</b>			<b>117,58</b>	<b>0,70</b>	<b>0,84</b>	<b>82,17</b>	<b>52,03</b>	<b>4316,78</b>	<b>3</b>	<b>1,14</b>	<b>93,6738</b>	<b>57,23</b>	<b>109,77</b>	<b>166,98</b>
7	ЩО-1.5	1	6,7	6,7	0,9	0,93	6,03	2,38	44,89						
8	ЩО-1.6	1	11,42	11,42	0,9	0,93	10,278	4,06	130,42						
9	ЩУ-П1а-В1а	1	3,8	3,8	1	0,8	3,8	2,85	14,44						
10	ЩУ-ПВ2.1а	1	2,6	2,6	1	0,8	2,6	1,95	6,76						
	<b>Итого ГРЩ 1 (ВРУ 2)</b>			<b>24,52</b>	<b>0,93</b>	<b>0,90</b>	<b>22,708</b>	<b>11,25</b>	<b>196,51</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>22,708</b>	<b>12,37</b>	<b>25,86</b>	<b>39,33</b>
11	ЩЗУ-1	1	149,6	149,6	0,5	0,85	74,8	46,36	22380,2						
12	ЩУ-П3а-В7а	1	2,3	2,3	1	0,8	2,3	1,73	5,29						
13	ЩУ-П4а-В8а	1	6,5	6,5	1	0,8	6,5	4,88	42,25						
	<b>Итого ГРЩ 1 (ВРУ 3)</b>			<b>158,4</b>	<b>0,53</b>	<b>0,84</b>	<b>83,60</b>	<b>52,96</b>	<b>22427,7</b>	<b>1</b>	<b>1,34</b>	<b>112,024</b>	<b>58,25</b>	<b>126,26</b>	<b>192,07</b>
14	ЩАО-1.1.1	1	5	5	0,9	0,93	4,5	1,78	25						
15	ЩАО-1.1	1	16,5	16,5	0,9	0,93	14,85	5,87	272,25						
16	ЩОС-1	1	10,37	10,37	1	0,93	10,37	4,10	107,54						
17	ЩПМ1	1	0,5	0,5	1	0,93	0,5	0,20	0,25						
18	ЩУ-ДУ1	1	11	11	0,8	0,8	8,8	6,60	121						
19	Компрессор	1	3	3	0,8	0,8	2,4	1,80	9						
	<b>Итого ГРЩ 1 (ВРУ 4)</b>			<b>46,37</b>	<b>0,89</b>	<b>0,90</b>	<b>41,42</b>	<b>20,34</b>	<b>535,04</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>41,42</b>	<b>22,38</b>	<b>47,08</b>	<b>71,61</b>



	Итого по I секции без КУ			346,87	0,83	0,67	229,90	136,57	27476	4	0,97	223,00	150,23	268,88	409,01
	КУ												-75		-114,09
	<b>Итого по I секции с КУ</b>			<b>346,87</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>229,90</b>	<b>136,57</b>	<b>27476</b>			<b>223,00</b>	<b>75,23</b>	235,35	358,00
	Потери в трансформаторе											5,5	28		
20	ЩО-1.2	1	60,4	60,4	0,8	0,85	48,32	29,95	3648,2						
21	ЩО-1.4	1	3,08	3,08	1	0,93	3,08	1,22	9,49						
22	ЩР-1.2	1	26,75	26,75	0,5	0,92	13,38	5,70	715,56						
23	ЩТВ-1.1	1	1,48	1,48	0,6	0,7	0,89	0,91	2,19						
	<b>Итого ГРЩ 2 (ВРУ 1)</b>			<b>91,71</b>	<b>0,72</b>	<b>0,87</b>	<b>65,66</b>	<b>37,77</b>	<b>4375,4</b>	<b>2</b>	<b>1,14</b>	<b>74,86</b>	<b>41,54</b>	<b>85,61</b>	<b>130,23</b>
24	ЩТЗ-1.1	1	29,35	29,35	0,8	0,8	23,48	17,61	861,42						
25	ЩО-1.8	1	4,94	4,94	0,9	0,93	4,45	1,76	24,40						
26	ЩО-1.7	1	16,034	16,034	0,9	0,93	14,43	5,70	257,09						
	<b>Итого ГРЩ 2 (ВРУ 2)</b>			<b>50,324</b>	<b>0,84</b>	<b>0,86</b>	<b>42,36</b>	<b>25,07</b>	<b>1142,9</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>42,36</b>	<b>27,58</b>	<b>50,54</b>	<b>76,88</b>
27	ЩТЗ-1.2	1	41,6	41,6	0,7	0,8	29,12	21,84	1730,6						
28	ЩУ-ВО1а	1	20,3	20,3	1	0,8	20,30	15,23	412,09						
29	ЩУ-ВО1б	1	20,3	20,3	1	0,8	20,30	15,23	412,09						
30	ЩУ-ВО1в	1	20,3	20,3	1	0,8	20,30	15,23	412,09						
	<b>Итого ГРЩ 2 (ВРУ 3)</b>			<b>102,5</b>	<b>0,88</b>	<b>0,80</b>	<b>90,02</b>	<b>67,52</b>	<b>2966,8</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>90,02</b>	<b>74,27</b>	<b>116,70</b>	<b>177,52</b>
31	ЩТП-1.1	1	1,6	1,6	1	0,9	1,60	0,77	2,56						
32	ЩПввода-1.2	1	2	2	1	0,93	2,00	0,79	4,00						
33	ЩАО-1.2	1	5	5	0,9	0,93	4,50	1,78	25,00						
34	ЩАО-1.3	1	5	5	0,9	0,93	4,50	1,78	25,00						
35	ЩУ-ВО2в	1	22	22	1	0,8	22,00	16,50	484,00						
36	ЩПС	1	1,21	1,21	1	0,8	1,21	0,91	1,46						
	<b>Итого ГРЩ 2 (ВРУ 4)</b>			<b>36,81</b>	<b>0,97</b>	<b>0,85</b>	<b>35,81</b>	<b>22,53</b>	<b>542,02</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>35,81</b>	<b>24,78</b>	<b>43,55</b>	<b>66,24</b>
	Итого по II секции без КУ			281,344	0,78	0,8	233,85	152,88	9027,2	9	0,9	210,46	168,17	269,40	409,80
	КУ												-100		151
	<b>Итого по II секции с КУ</b>			<b>281,344</b>	<b>0,95</b>	<b>0,32</b>	<b>233,85</b>	<b>152,88</b>	<b>9027,2</b>			<b>210,46</b>	<b>68,17</b>	<b>221,23</b>	<b>336,52</b>
	Потери в трансформаторе											5,5	28		
	<b>Всего по КТП</b>			<b>628,214</b>			<b>463,75</b>	<b>289,46</b>	<b>36503</b>			<b>433,47</b>	<b>143,40</b>	<b>456,57</b>	<b>694,51</b>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

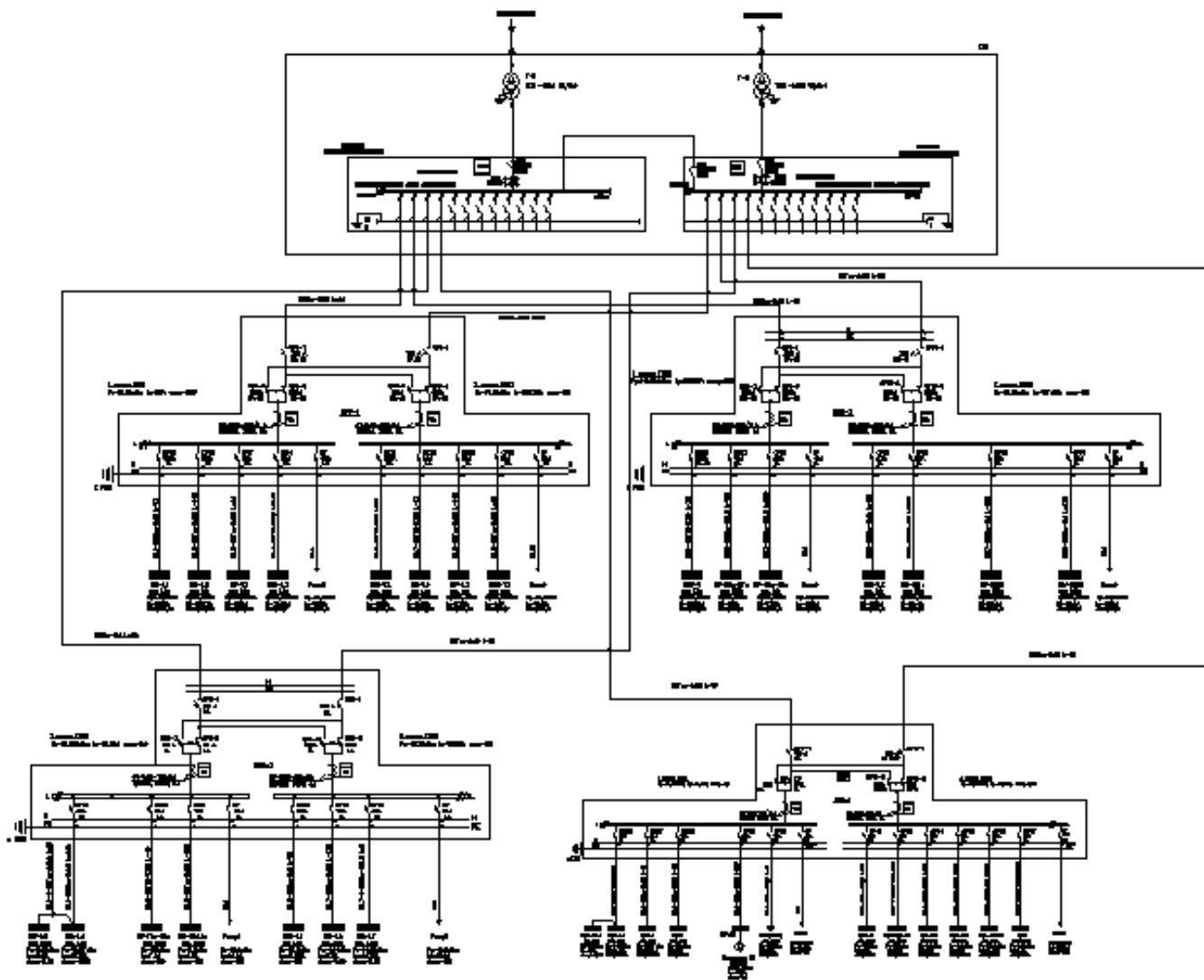
Таблица 3 – Выбор автоматических выключателей

Условное буквенное обозначение	Наименование электроприемников	Тип автоматического выключателя	Проверка по напряжению		Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке		Оценка отключающей способности			Предварительный выбор уставки токовой отсечки					Выбор установки защиты от перегрузки				
			Un.авт., В	Un.сети, В	In.авт., А	Ip, А	Ics, кА	Icu, кА	I (3)по, кА	Kp	Kз	Iпик, А	Ip.уст.то, А	Ifакт.уст.то, А	Kз.m in	Kз. max	Ip.уст.лер. min, А	Ifакт.уст.пер., А	Ip.уст.лер. max, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
QF48-61	Мост дока	HG	380	380	10	3,25	50	70	18	1,15	2	16,25	37,375	80	1,1	1,3	3,93	10	4,65
QF62-75	Ворота доковые	HG	380	380	10	2	50	70	18	1,15	2	10	23	80	1,1	1,3	2,42	10	2,86
QF14	<b>ЩТВ-1.2</b>	ML	380	380	32	24,03	50	70	18						1,1	1,3	29,08	32	34,36
QF15	ЩО-1.1	ML	380	380	100	87,8	50	70	18						1,1	1,3	106,24	125	125,55
QF16	ЩО-1.3	ML	380	380	25	16,02	50	70	18						1,1	1,3	19,38	25	22,91
QF17	ЩР-1.1	ML	380	380	25	16,5	50	70	18						1,1	1,3	19,97	25	23,60
QF4	<b>ГРЩ 1 (ВРУ 1)</b>	<b>ВА-51</b>	380	380	200	<b>166,98</b>	50		18						1,1	1,3	202,05	250	238,78
QF18	ЩО-1.5	ML	380	380	25	10,6	50	70	18						1,1	1,3	12,83	25	15,16
QF19	ЩО-1.6	ML	380	380	25	16,79	50	70	18						1,1	1,3	20,32	25	24,01
QF20	ЩУ-П1а-В1а	ML	380	380	10	7,2	50	70	18						1,1	1,3	8,71	10	10,30
QF21	ЩУ-ПВ2.1а	ML	380	380	10	4,9	50	70	18						1,1	1,3	5,93	10	7,01
QF5	<b>ГРЩ 1 (ВРУ 2)</b>	ML	380	380	63	<b>39,33</b>	50	70	18						1,1	1,3	47,59	63	56,24
QF22	ЩЗУ-1	ВА-51	380	380	160	133,8	50		18						1,1	1,3	161,90	200	191,33
QF23	ЩУ-П3а-В7а	ML	380	380	10	3,5	50	70	18						1,1	1,3	4,24	10	5,01
QF24	ЩУ-П4а-В8а	ML	380	380	25	12,3	50	70	18						1,1	1,3	14,88	25	17,59
QF6	<b>ГРЩ 1 (ВРУ 3)</b>	<b>ВА-51</b>	380	380	250	<b>192,07</b>	50		18						1,1	1,3	232,40	250	274,66
QF25	ЩАО-1.1.1	ML	380	380	10	8,3	50	70	18						1,1	1,3	10,04	10	11,87
QF26	ЩАО-1.1	ML	380	380	32	25,18	50	70	18						1,1	1,3	30,47	32	36,01
QF27	ЩОС-1	ML	380	380	25	16,96	50	70	18						1,1	1,3	20,52	25	24,25
QF28	ЩПМ1	ML	380	380	10	0,8	50	70	18						1,1	1,3	0,97	10	1,14

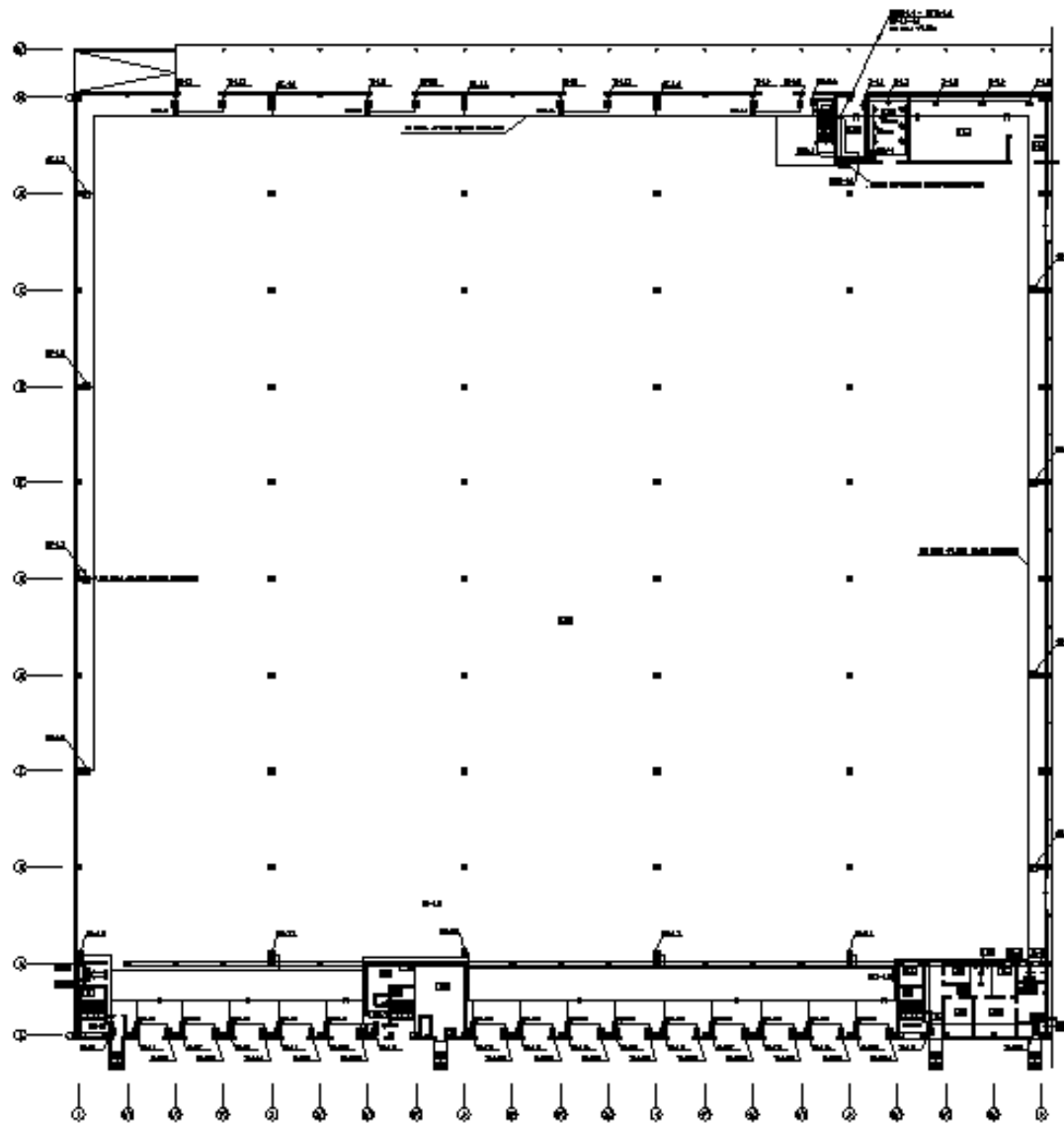
Условное буквенное обозначение	Наименование электроприемников	Тип автоматического выключателя	Проверка по напряжению		Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке		Оценка отключающей способности			Предварительный выбор уставки токовой отсечки					Выбор установки защиты от перегрузки				
			Un.а вт., В	Un.сети, В	In.а вт., А	Iр, А	Ics, кА	Icu, кА	I (3)по, кА	Кр	Кз	Iпик, А	Iр.уст.то, А	Iфакт.уст.то, А	Фиксированная уставка расцепителя				
															Кз.m in	Кз. max	Iр.уст.лер. min, А	Iфакт.уст.пер., А	Iр.уст.лер. max, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
QF29	ЩУ-ДУ1	ML	380	380	25	20,9	50	70	18						1,1	1,3	25,29	32	29,89
QF30	Компрессор	ML	380	380	10	5,7	50	70	18	1,15	2	28,5	65,55	80	1,1	1,3	6,90	10	8,15
QF7	<b>ГРЩ 1 (ВРУ 4)</b>	ML	380	380	100	<b>71,61</b>	50	70	18						1,1	1,3	86,65	100	102,40
QF12	КУ1	ВА-51	380	380	25	114,09	50		18						1,1	1,3	138,05	160	163,15
QF3	<b>Секционный</b>	<b>ВА-51</b>	380	380	400	358,00	50		18						1,1	1,3	433,18	500	511,94
QF31	ЩО-1.2	ML	380	380	100	86,1	50	70	18						1,1	1,3	104,18	125	123,12
QF32	ЩО-1.4	ML	380	380	10	5,48	50	70	18						1,1	1,3	6,63	10	7,84
QF33	ЩР-1.2	ML	380	380	25	22,1	50	70	18						1,1	1,3	26,74	32	31,60
QF34	ЩТВ-1.1	ML	380	380	10	1,9	50	70	18						1,1	1,3	2,30	10	2,72
QF8	<b>ГРЩ 2 (ВРУ 1)</b>	<b>ВА-51</b>	380	380	160	<b>130,23</b>	50		18						1,1	1,3	157,58	160	186,23
QF35	ЩТЗ-1.1	ML	380	380	63	44,68	50	70	18						1,1	1,3	54,06	63	63,89
QF36	ЩО-1.8	ML	380	380	10	7,9	50	70	18						1,1	1,3	9,56	10	11,30
QF37	ЩО-1.7	ML	380	380	32	24,39	50	70	18						1,1	1,3	29,51	32	34,88
QF9	<b>ГРЩ 2 (ВРУ 2)</b>	ML	380	380	100	<b>76,88</b>	50	70	18						1,1	1,3	93,02	100	109,94
QF38	ЩТЗ-1.2	ML	380	380	63	55,2	50	70	18						1,1	1,3	66,79	80	78,94
QF39	ЩУ-В01а	ML	380	380	63	38,4	50	70	18						1,1	1,3	46,46	63	54,91
QF40	ЩУ-В01б	ML	380	380	63	38,4	50	70	18						1,1	1,3	46,46	63	54,91
QF41	ЩУ-В01в	ML	380	380	63	38,4	50	70	18						1,1	1,3	46,46	63	54,91
QF10	<b>ГРЩ 2 (ВРУ 3)</b>	<b>ВА-51</b>	380	380	200	<b>177,52</b>	50		18						1,1	1,3	214,80	250	253,85
QF42	ЩТП-1.1	ML	380	380	10	2,7	50	70	18						1,1	1,3	3,27	10	3,86
QF43	ЩПввода-1.2	ML	380	380	10	3,3	50	70	18						1,1	1,3	3,99	10	4,72
QF44	ЩАО-1.2	ML	380	380	10	8,3	50	70	18						1,1	1,3	10,04	10	11,87
QF45	ЩАО-1.3	ML	380	380	10	8,3	50	70	18						1,1	1,3	10,04	10	11,87
QF46	ЩУ-В02в	ML	380	380	63	41,83	50	70	18						1,1	1,3	50,61	63	59,82
QF47	ЩПС	ML	380	380	10	2,3	50	70	18						1,1	1,3	2,78	10	3,29

Условное буквенное обозначение	Наименование электроприемников	Тип автоматического выключателя	Проверка по напряжению		Проверка по длительно допустимой токовой нагрузке		Оценка отключающей способности			Предварительный выбор уставки токовой отсечки					Выбор установки защиты от перегрузки				
			U <sub>n.а</sub> вт., В	U <sub>n.се</sub> ти, В	I <sub>n.а</sub> вт., А	I <sub>p</sub> , А	I <sub>сs</sub> , кА	I <sub>сu</sub> , кА	I (3)по, кА	K <sub>p</sub>	K <sub>з</sub>	I <sub>пик</sub> , А	I <sub>p.уст.</sub> то, А	I <sub>факт.</sub> уст.то, А	Фиксированная уставка расцепителя				
															K <sub>з.m</sub> in	K <sub>з. max</sub>	I <sub>p.уст.</sub> лер. min, А	I <sub>факт.</sub> уст.пер., А	I <sub>p.уст.</sub> лер. max, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
QF11	<b>ГРЩ 2 (ВРУ 4)</b>	<b>ВА-51</b>	380	380	100	<b>66,24</b>	50		18						1,1	1,3	80,15	100	94,72
QF13	КУ2	ВА-51	380	380	200	152	50		18						1,1	1,3	184	200	229
QF1, QF2	<b>Вводной</b>	<b>ВА-51</b>	380	380	1000	<b>694,51</b>	50		18						1,1	1,3	840,35	1000	993,14

ПРИЛОЖЕНИЕ В



ПРИЛОЖЕНИЕ Г



# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

