

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

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОФИСНОГО  
ЗДАНИЯ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки «Энергетика»  
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и  
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 549

Екатеринбург 2018

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующая кафедрой ЭТ  
\_\_\_\_\_ А.О. Прокубовская  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОФИСНОГО**  
**ЗДАНИЯ**

Исполнитель:  
студент(ка) группы ЗЭС-404С \_\_\_\_\_ Е.В. Базуева (Соколова)

Руководитель:  
старший преподаватель кафедры ЭТ \_\_\_\_\_ И.М. Морозова

Нормоконтролер:  
ст. преподаватель кафедры ЭТ \_\_\_\_\_ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 63 страницах, содержит 11 рисунков, 1 таблицу, 30 источников литературы, а также 5 приложений на 27 страницах.

Ключевые слова: ОФИСНОЕ ЗДАНИЕ, ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ОСВЕЩЕНИЕ, РУБИЛЬНИК, ТРАНСФОРМАТОР ТОКА, АППАРАТЫ, МОЛНИЕЗАЩИТА, УЧЕТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

Базуева Е.В. (Соколова) Реконструкция системы электроснабжения офисного здания: выпускная квалификационная работа/ Е.В. Базуева (Соколова); Рос. гос. проф. - пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, Каф. энергетики и транспорта. – Екатеринбург, 2018. – 63 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Реконструкция системы электроснабжения офисного здания». В данной работе рассмотрен процесс энергоснабжения офисного здания.
2. Цель выпускной квалификационной работы: разработать проект системы электроснабжения офисного здания.
3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ данных офисного здания, анализ учебно-методической и учебной литературы, и разработан проект системы электроснабжения.
4. На основании общих данных офисного здания, используя учебно-методическую и учебную литературу, разработан проект системы электроснабжения офисного здания. В данном проекте поставленные цели и задачи, выполнены. Разработанный проект выполнен с учетом действующих норм, можно использовать для строительства общественных зданий, так как выполнен с учетом всех норм.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОФИСНОГО ЗДАНИЯ.....	10
2 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ.....	14
2.1 Расчёт освещённости.....	14
2.2 Определение коэффициентов .....	17
2.3 Расчёт и выбор аппаратов защиты и линий электроснабжения	19
2.4 Расчёт нагрузки компьютерного силового щита ЩСК1 .....	23
2.5 Выбор аппарат защиты.....	24
2.6 Выбор рубильников .....	29
2.7 Расчёт трансформаторов тока.....	30
2.8 Выбор схемы электроснабжения питающей сети .....	32
2.8.1 Принципиальная схема .....	32
2.8.2 Радиальные схемы .....	32
2.8.3 Перечень технологического оборудования питающего радиальную схему .....	33
2.8.4 Перечень технологического оборудования питающегося от радиальной схемы .....	37
2.8.5 Конструкция кабелей.....	38
2.9 Учет электроэнергии .....	45
2.10 Расчёт заземляющего устройства электроустановок .....	47
2.11 Расчёт молниезащиты .....	51

3 РАЗРАБОТКА РУКОВОДСТВА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СВЕТИЛЬНИК EL-6065R .....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	76

## **ВВЕДЕНИЕ**

Как демонстрирует практическая деятельность, серьёзный капремонт административного здания далеко не всегда способен разрешить целиком образующиеся в процессе его эксплуатации потребности владельца. Со временем способен изменяться предназначение постройки, специфика его деятельности, может появиться необходимость в изменении технико-финансовых характеристик.

Правильно разработанный проект реконструкции административного здания дает возможность найти решение массу непростых задач, которые связаны с необходимостью внесения изменений в конструкцию здания, его этажность, площадь, объём отдельных помещений или сооружения в целом.

Случай если планируется реконструкция зданий, чаще всего причиной для этого становится необходимость изменения их назначения, потребность в перепланировке, повышении мощности, продажа другому владельцу, модернизации технических коммуникаций.

Если никаких глобальных изменений не требуется, и в планах только отделка фасада и помещений, устранение технических неисправностей и проблем с коммуникациями, капитальный ремонт административного предприятия станет наилучшим вариантом. При этом все технико-экономические показатели здания останутся неизменными.

Офисные здания, как правило, предусматривают наличие в них комплекса административных, общественных и бытовых помещений, которые выходят в общий холл, коридор. Любая подобная организация обладает своей спецификой работы, что непременно учитывается при проектировании.

Под реконструкцией офисного здания подразумевается оказание следующих услуг:

- изменения этажности здания, выполнение надстройки;
- усиление несущих конструкций, перекрытий;
- наращивание цоколя;
- пристраивание лестничного марша;
- переоборудование и реорганизация внутренних помещений здания;
- установка лифта.

Капитальный ремонт офисных зданий эта одна из составляющих реконструкции, которая направлена на устранение неисправностей, изношенных коммуникаций, оборудования.

Компания ООО «Уралэнерготел» создана 26.04.2007 г. Расположена по адресу ул. Старых Большевиков , 2а корпус Б в Орджоникидзевском районе г. Екатеринбурга.

Здание, в котором располагается компания, является одноэтажным, площадью 850,9 м<sup>2</sup>.

Цель создания компании: «Создать инженерную компанию, способную разработать и реализовать системы любой сложности. Компанию, в которой слово инженер будет звучать гордо».

Первые полгода после создания в компании работало 4 человека. Но, несмотря на кризис 2008 года и благодаря личным качествам всех сотрудников компания Уралэнерготел работал и получал новые заказы. Через год в компании стало 12 человек. Основным направлением было создание систем связи на энергообъектах генерации (Южная генерирующая компания, большинство электростанций Свердловской области) и электросетевых объектах (ОАО «ЕЭСК»).

Со временем появлялись новые направления:

- АИИС КУЭ (АСКУЭ) и телемеханика. Первым объектом по этой тематике была ПС 110 кВ «Белогорье» Свердловэнерго;
- Средняя численность компании за 2017 год составляет 88 человека. Разработка систем мониторинга – Воткинская ГЭС;

– Видеонаблюдение и комплексное выполнение работ по вторичным системам – ПС 220 кВ «Анна» Свердловэнерго;

– Пожарная сигнализация и системы контроля доступа – ПС 500 кВ «Исеть»;

С 2009 года заключаются договоры на сервисное обслуживание по всем направлениям деятельности. Ведётся разработка собственных изделий и продуктов.

На 2017 год средняя численность компании составляет 88 человека.

В связи с увеличением штата компании и нехватки рабочих мест для сотрудников, планируется реконструкция офисного здания и выполнение надстройки второго этажа.

После планируемой реконструкции здание в функциональном назначении предполагается использовать под офис ООО «Уралэнерготел». В здании планируется произвести перепланировку первого этажа, возведение второго этажа в контуре прежних осей и пристройку двух лестничных клеток за контуром прежних осей здания, а также утепление и отделку фасадов, восстановление и реконструкцию инженерных систем.

На первом этаже расположены: административные офисные помещения, помещение охраны, входная группа с гардеробом и переговорной, помещение монтажа и хранения оборудования, помещение хранения металлопроката, гардеробные с душевыми, санузлы, комната отдыха, электрощитовая, ИТП, помещение уборочного инвентаря, кладовая. Они включает в себя кабинеты руководителей, канцелярии, бухгалтерии, планово-экономических, финансово-юридических и других отделов.

На втором этаже расположены: зона рецепции, административные офисные помещения, комната отдыха и приема пищи, серверная, кладовая, санузлы, помещение уборочного инвентаря.



Для вертикальных связей предусмотрено две лестницы: лестничная клетка Л1 с наружным освещением, и лестница 2-го типа с отделением вестибюля от коридоров перегородкой 1 типа.

*Объектом исследования является* офисное здание.

*Предметом исследования является* система электроснабжения офисного здания.

*Цель работы* разработать проект системы электроснабжения офисного здания.

*Задачи работы:*

- спроектировать освещение;
- рассчитать электрическую нагрузку офисного здания;
- выбрать аппараты защиты и линии электроснабжения;
- спроектировать размещение электрооборудования;
- спроектировать заземление.

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОФИСНОГО ЗДАНИЯ

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является электроснабжение двух этажного офиса с общей площадью 1906 м<sup>2</sup>.

Для электроснабжения объекта в качестве рабочего источника питания предусмотрена существующая трансформаторная подстанция ТП-2 с силовым трансформатором ТГМ-320 кВА, 10/0,4 кВ. в соответствии с договором №14Э-13 от 01.02.2013г, в качестве резервного источника питания предусмотрена существующая трансформаторная подстанция ТП-3746, в соответствии с ТУ №218-227-213-214 ОАО ЕЭСК.

Согласно ГОСТ 32144-2013 [3] основными показателями качества электроэнергии являются:

- нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения на выводах электроприемников, должны быть  $\pm 5\%$  и  $\pm 10\%$  соответственно от номинального напряжения сети;

- нормально допустимые и предельно допустимые отклонения значения частоты напряжения переменного тока, должны быть  $\pm 0,2$  Гц и  $\pm 0,4$  Гц соответственно.

По надежности электроснабжения (согласно ПУЭ) электроприемники здания определяются следующим образом:

- первая категория – электрооборудование систем противопожарной защиты – вентиляторы дымоудаления и подпора, клапаны дымоудаления, системы ПС, аварийное и эвакуационное освещение;

- третья категория – комплекс остальных электроприемников.

Электроснабжение здания осуществляется кабельными линиями 0,4 кВ марки АВБбШв-4х95 проложенным в земле от существующей трансформаторной подстанции ТП-2 и АВБбШв-4х150 проложенным в земле

от трансформаторной подстанции ТП-3746 до вводно-распределительного устройства (ВРУ) здание в траншее Т-5. Кабель АВБбШв бронированный, что удовлетворяет условиям прокладки.

Питающие и групповые линии выполняются кабелем ВВГнг-LS:

- по основным помещениям в металлических лотках производства ДКС и по кабельным конструкциям;
- вертикальные участки (стояки) – кабелем ВВГнг-LS также в металлических трубах.

Питающие линии аварийного освещения и противопожарного оборудования выполняются кабелем ВВГнг-FRLS:

- по основным помещениям в металлических лотках производства ДКС и по кабельным конструкциям;
- вертикальные участки в трубах из самозатухающего пластика;
- подвод питания к двигателям вентиляторов выполняется гибким вводом.

Все сети электроустановки выполняются 3-х (~220 В) и 5-ти (~380 В) проводными:

- L - фазный проводник (любого цвета);
- N - нулевой рабочий проводник (голубого цвета);
- PE - нулевой защитный проводник (желто-зеленого цвета).

Разделение проводника PEN на PE и N выполняется на вводных панелях ВРУ.

Потребители первой категории запитаны от вводно-распределительного устройства с автоматическим вводом резерва (ВРУ-АВР).

Потребители третьей категории запитаны от вводно-распределительного устройства.

Подключение ВРУ к рабочему источнику электроснабжения, осуществляется существующей кабельной линией 0,4 кВ. марки АВБбШв-

4x95 проложенной в земле и проектируемой (согласно ТУ выполняется по отдельному проекту ОАО ЕЭСК) кабельной линией 0,4 кВ. марки АВБбШв-4x150 проложенной в земле.

Подключение ВРУ-АВР запроектировано от ВРУ кабельной линией 0,4 кВ марки ВВГнг-FRLS-5x10.

Для резервирования электроэнергии в ВРУ-АВР установлено АВР. В нормальном режиме питание подается на ввод от ТП-3746. Один из кабелей от ВРУ, находится в «холодном» резерве (резервный ввод). При исчезновении питания на рабочем вводе АВР переключается на резервный.

В качестве источников света приняты:

- светодиодные светильники;
- пожаровзрывозащищенные светильники со светодиодными лампами со степенью защиты IP65. (на основании закона от 23.11.2009 N261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности»).

Выбор типа светильников и освещенности технических помещений произведены в соответствии с назначением помещений.

Кабельные линии и электропроводка систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, аварийного освещения на путях эвакуации выполнены кабелем ВВГнг-FRLS. Указатели со встроенным аккумулятором.

Наружное освещение разворотной площадки и автостоянки выполнено светодиодными прожекторами GALAND 150 Вт установленных на фасаде здания. Также автостоянка освещается существующим светильником уличного освещения.

Кабельные линии наружного освещения выполнены кабелем ВВГнг-LS 3x1,5мм<sup>2</sup> в гофре под штукатуркой фасада здания.

Расчет освещенности и качественных параметров осветительных установок выполнен в соответствии с требованиями СП 52.13330.2011 [22], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [18] и СанПиН 2.1.2.264510 [17], СН541-82 [19].

Принятые нормы освещенности помещений: офисные помещения 200 – 300 Лк, переговорные – 300 Лк, коридоры, раздевалки, уборные – 50 Лк, этажные коридоры и лестничные площадки – 20 Лк, электрощитовая в зоне щитов – 200 Лк, ИТП-150 Лк.

Освещенность открытых автостоянок, разворотных площадок – 6 Лк, на покрытиях проездов – 4 Лк.

Напряжение сети освещения 380/220 В; напряжение ламп 220 В. Питание переносных светильников принято через понизительные трансформаторы 220/36 В. Понизительные трансформаторы типа ЯТП-0,25-220/36 В устанавливаются в помещениях электрощитовой, индивидуальный тепловой пункт (ИТП).

## 2 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ОФИСНОГО ЗДАНИЯ

Расчет электрических нагрузок на основе исходных данных, необходим для, точного выбора составляющих элементов электрической сети и обеспечить их безопасную эксплуатацию.

В основе расчетов электрических нагрузок выполняется подбор элементов электрической сети.

Разработанная схема: электрическая принципиальная однолинейная питающей электрической сети электроснабжения.

### 2.1 Расчёт освещённости

Для примера расчета освещенности возьмем кабинет.

Его габариты составляют:

- 10,4 метров;
- ширина – 14,9 метра;
- высота – 3 метра.

Определяем нормируемую освещенность:

$$E_{\text{норм}}=200\text{Лк.}$$

Выбираем тип источника света. Так как высота помещения меньше 6 метров, принимаем люминесцентные лампы низкого давления, трубчатые.

Выбираем тип светильника. ARS/R=4x18; КПД=66 %; P=18 Вт;  $h_p=0.8$  отн. ед.;  $h_c=0$  отн. ед.

Размещаем светильники в помещении:

Расчет подвеса светильников по формуле:

$$h=H-h_c-h_p, \tag{1}$$

где  $h$  – высота подвеса свеса светильников, м;

$h_c$  – высота свеса светильника, м;

$h_p$  – высота рабочей поверхности, м.

$$h = 3 - 0,8 - 0 = 2,2 \text{ м.}$$

Диапазон расстояния рассчитывается по формуле:

$$L = (L/H) \cdot h, \quad (2)$$

Для КСС типа Д  $L/H = 1,2/1,6$ , м,

$$L = (1,2 / 1,6) \cdot 2,2 = 3 - 4 \text{ м.}$$

Количество светильников по ширине помещения:

$$B/L = 14,9/3 = 5 \text{ ряда.}$$

Расчет методом удельной мощности:

Определяем удельную мощность по формуле:

$$W_{уд} = 4,0 \text{ Вт/м}^2;$$

$$P_{уст} = \frac{W_{уд} \cdot S \cdot E_{норм}}{\eta_{св} \cdot 100}, \quad (3)$$

где  $S$  – площадь помещения, м;

$\eta_{св}$  – КПД светильника, %.

$$P_{уст} = \frac{4 \cdot 150 \cdot 200}{0,66 \cdot 100} = 1818,3 \text{ Вт.}$$

Определяем количество светильников в ряду  $N_{св. в ряду}$ , шт.

$$N_{св. в ряду} = \frac{P_{уст}}{P_{л} \cdot a \cdot N_{рядов}}, \quad (4)$$

где  $N_{св. в ряду}$  – количество светильников в ряду, шт;

$P_{л}$  – мощность лампы, Вт;

$a$  – количество ламп в светильнике, шт.

$$N_{св. в ряду} = \frac{1818}{18 \cdot 4 \cdot 5} = 5 \text{ шт.}$$

Определяем разрывы между светильниками.

$$L_A = \frac{A - N_{св. в ряду} \cdot l_{св}}{N_{св. в ряду} + 1}, \quad (5)$$

где  $L_A$  – разрывы между светильниками, ;

$l_{св}$  – длина светильника, м;

$N_{\text{св.в ряду}}$  – кол-во светильников в ряду, шт;

$A$  – длина помещения, м.

$$L_A = \frac{10,4 - 5 \cdot 0,6}{5 + 1} = 1,2 \text{ м.}$$

Принимаем окончательное решение о выборе мощности лампы:

тип лампы – T26/T8/T8/TL-D; мощность – 18 Вт; продолжительность горения–14000ч; световой поток– 1150Лм; длина–590 мм; диаметр – 25,78мм; тип цоколя – G13.

Расчет методом коэффициента использования.

Рассчитываем индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)}, \quad (6)$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения, м;

$h$ – высота, м.

$$i = \frac{10,4 \cdot 14,9}{3(10,4 + 14,9)} = 2 \text{ отн. ед.}$$

Определяем коэффициенты отражения для светлых общественных помещений: для потолка  $p_{\text{п}} = 0,7$  отн. ед.; для стен  $p_{\text{с}} = 0,5$  отн. ед.; для рабочих поверхностей  $p_{\text{р}} = 0,3$  отн. ед.

Рассчитываем количество светильников  $N_{\text{св}}$ , шт:

$$N_{\text{св}} = \frac{E_{\text{норм}} \cdot S \cdot K_{\text{зап}} \cdot z}{a \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot U_{\text{оу}}}, \quad (7)$$

где  $S$  – площадь;

$K_{\text{зап}}$  – коэффициент запаса от 1,3 до 1,5;

$U_{\text{оу}}$  – коэффициенты использования светового потока, равен 56 %;

$z$  – коэффициент использования светового потока, равен 1,1 отн. ед.

$$N_{\text{св}} = \frac{200 \cdot 155 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{4 \cdot 1150 \cdot 0,56} = 20 \text{ шт.}$$

Окончательно выбираем тип лампы:



Тип лампы – T26/T8/T8/TL-D; мощность – 18 Вт; продолжительность горения–14000ч; световой поток– 1150Лм; длина–590 мм; диаметр – 25,78 мм; тип цоколя – G13.

По этому методу так-же рассчитывают освещенность для других кабинетов.

Рассчитаем удельную осветительная нагрузку для всего офиса:

$$P_{\text{уд.осв.}} = 10 \text{ Вт/м}^2.$$

Вычисляем осветительную мощность офиса:

$$\text{Размеры здания } A \times B \times H = 48 \times 30 \times 7,2 \text{ м.}$$

$$P_{\text{осв}} = P_{\text{уд.осв}} \cdot S, \tag{8}$$

где  $P_{\text{осв}}$  – нагрузка освещения;

$P_{\text{уд.осв}}$  – удельная осветительная нагрузка;

$$S = A \cdot B = 48 \cdot 30 = 1440 \text{ м}^2;$$

$$P_{\text{осв}} = P_{\text{уд.осв}} \cdot S = 10 \cdot 1440 = 14400 \text{ Вт} = 14,4 \text{ кВт.}$$

## 2.2 Определение коэффициентов

Выбираем коэффициенты спроса  $K_c$ ,  $\cos\phi$ ,  $\text{tg}\phi$  из ВСН 59-88 [2] и заполняем таблицу Д.1 приложение Д, столбцы 5, 6, 7.

В расчётах будем пользоваться методом номинальной мощности и коэффициента спроса. Метод определения расчетных нагрузок по номинально мощности и коэффициенту спроса применяется, как правило, для группы электроприемников (ЭП), работающих в длительном режиме (ПВ=1). Данный метод наиболее прост и широко применяется при разработке технического задания на проектирование.

Для определения расчетных нагрузок по этому методу необходимо знать номинальную мощность группы приемников (производства, цеха и т.п.), коэффициент спроса данной группы электроприемников (ЭП) и значение коэффициента мощности данной группы.

Групповые графики нагрузок подразделений предприятия, как правило, не приводятся, поэтому значения  $K_{с.а.}$  и  $\cos\varphi$  принимаются как средневзвешенные значения группы электроприемников (ЭП) данного подразделения по справочной литературе.

Расчетные нагрузки электроприемников (ЭП), по данному методу определяются по следующим выражениям:

– активная расчетная мощность:

$$P_p = K_{с.а.} \cdot P_n, \quad (9)$$

где  $K_{с.а.}$  – средневзвешенное значение коэффициента спроса группы ЭП подразделения предприятия, о.е.;

$P_n$  – номинальная мощность ЭП, кВт;

$P_p$  – расчетное значение активной мощности узла нагрузки (цеха и т.п.), кВт.

– расчетная реактивная мощность:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi, \quad (10)$$

где  $Q_p$  – расчетное значение реактивной мощности узла нагрузки (цеха и т.п.), кВт;

$\operatorname{tg}\varphi$  – значение коэффициента реактивной мощности, соответствующего средневзвешенному значению  $\cos\varphi$  группы ЭП данного подразделения;

– полная расчетная мощность:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \quad (11)$$

где  $S_p$  – полная расчетная мощность группы ЭП данного подразделения, кВ·А;

– расчетное значение тока:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_n}, \quad (12)$$

где  $I_p$  – расчетный ток, А;

$U_n$  – напряжение питания узла нагрузки, кВ.

Согласно формул (2), (3), (4), (5) производим расчёты для каждого электроприёмника в щитках и данные занесём соответственно таблицу Д.1 приложение Д в столбцы 9, 10, 11, 12.

Расчет силового щитка ЩС1, для группы 1 - розетки комнаты отдыха:

$$P_p = K_{c.a} \cdot P_n = 0,8 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ кВт};$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi = 1,2 \cdot 0,2 = 0,24 \text{ кВар};$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{1,2^2 + 0,24^2} = 1,22 \text{ кВА};$$

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1,22}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 3,21 \text{ А}.$$

Остальные расчёты производятся аналогичным способом и заносим данные в таблицу Д.1 приложение Д.

### 2.3 Расчёт и выбор аппаратов защиты и линий электроснабжения

После этого нам необходимо выбрать аппараты защиты для всех электроприёмниках в щитах и вводные автоматы для них.

Расчёты будем вести на основании В.П. Шеховцов «Расчет и проектирование схем электроснабжения» [26].

Для выбора аппарата защиты нужно знать ток в линии, где он установлен, тип его и число фаз.

Токи в линии определяются сразу после трансформатора по формуле:

$$I_T = \frac{S_T}{\sqrt{3} \cdot U_{н.т}}, \quad (13)$$

где:  $I_T$  – токи в линии, А;

$S_T$  – номинальная мощность трансформатора, кВ·А;

$U_{н.т}$  – номинальное напряжение трансформатора, кВ.

Принимается  $U_{н.т} = 0,4$  кВ.

$$I_{PY} = \frac{S_{M.PY}}{\sqrt{3} \cdot U_{H.PY}}, \quad (14)$$

где:  $S_{M.PY}$  – максимальная расчетная мощность PY, кВ·А;

$U_{H.PY}$  – номинальное напряжение PY, кВ.

Принимается  $U_{H.PY} = 0,38$  кВ.

Вычисляем ток в линии к электродвигателю переменного тока:

$$I_D = \frac{P_D}{\sqrt{3} \cdot U_{H.D} \cdot \eta_D \cdot \cos \varphi_D}, \quad (15)$$

где  $I_D$  – ток в линии к электродвигателю переменного тока, А;

$P_D$  – мощность ЭД переменного тока, кВт;

$U_{H.D}$  – номинальное напряжение ЭД, кВ;

$\eta_D$  – КПД ЭД, отн. ед.

*Примечание.* Если ЭД повторно-кратковременного режима, то

$$P_D = P_{D.п.} \cdot \sqrt{ПВ}; \quad (16)$$

Вычисляем ток в линии к сварочному трансформатору:

$$I_{CB} = \frac{S_{CB} \cdot \sqrt{ПВ}}{\sqrt{3} \cdot V_H}; \quad (17)$$

где  $I_{CB}$  – ток в линии к сварочному трансформатору, А;

$S_{CB}$  – полная мощность сварочного 3-фазного трансформатора, кВ·А;

ПВ – продолжительность включения, отн. ед.

### 2.3.1. Выбор автоматов

В сетях напряжения менее 1 кВ в качестве аппаратов защиты могут применяться автоматические выключатели (автоматы), предохранители и тепловые реле.

Автоматы выбираются согласно условиям:

$$I_{H.a.} \geq I_{H.p.}; I_{H.p.} \geq I_{D.l.} \text{ – для линии без ЭД;} \quad (18)$$

$$U_{н.а.} \geq U_c; I_{н.р.} \geq 1,1I_M - \text{для линии с одним ЭД}; \quad (19)$$

$$I_{н.р.} \geq 1,25I_{д.л.} - \text{для групповой линии с несколькими ЭД}, \quad (20)$$

где  $I_{н.а.}$  – номинальный ток автомата, А;

$I_{н.р.}$  – номинальный ток расцепителя, А;

$I_{д.л.}$  – длительный ток в линии, А;

$I_M$  – максимальный ток в линии, А;

$U_{н.а.}$  – номинальное напряжение автомата, В;

$U_c$  – напряжение сети, В.

$$K_0 = \frac{I_0}{I_{н.р.}}, \quad (21)$$

$$I_0 \geq I_{д.л.} - \text{для линии без ЭД}; \quad (22)$$

$$I_0 \geq 1,2I_n - \text{для линии с одним ЭД}; \quad (23)$$

$$I_0 \geq 1,2I_{пик} - \text{для групповой линии с несколькими ЭД}, \quad (24)$$

где  $K_0$  – кратность отсечки;

$I_0$  – ток отсечки, А;

$I_n$  – пусковой ток, А.

$$I_{п} = K_{п} * I_{н.д.}, \quad (25)$$

где  $K_{п}$  – кратность пускового тока;

$I_{н.д.}$  – номинальный ток, А;

$I_{п}$  – пиковый ток, А.

Принимается:

$K_{п} = 6,5...7,5$  – для асинхронного двигателя (АД);

$K_{п} = 2...3$  – для синхронного двигателя (СД) и машины постоянного тока (МПТ).

$$I_{п} = I_{п.нб.} + I_M - I_{н.нб.}; \quad (26)$$

где  $I_{п.нб.}$  – пусковой ток наибольшего по мощности ЭД, А;

$I_{н.нб.}$  – номинальный ток наибольшего в группе ЭД, А;

$I_M$  – максимальный ток на группу, А.

Зная тип,  $I_{н.а}$  и число полюсов автомата, выписываются все каталожные данные в таблицу Д.2 приложение Д.

### 2.3.2. Выбор предохранителей

Предохранители выбираются согласно условиям:

$$I_{вс} \geq I_{д.л.} \text{ — для линии без ЭД;} \quad (27)$$

$$I_{вс} \geq I_{вс} \geq \frac{I_{п}}{2,5} \text{ — для линии с ЭД и лёгким пуском;} \quad (28)$$

$$I_{вс} \geq \frac{I_{п} + I_{д.л.}}{1,6} \text{ — для линии к распределительному устройству (РУ),} \quad (29)$$

распределительный пункт (РП) или шинопровод;

$$I_{вс} \geq I_{св} \sqrt{ПВ} \text{ — для линий к сварочному трансформатору,} \quad (30)$$

где  $I_{вс}$  — ток плавкой вставки, А.

$$I_{н.п.} \geq I_{вс}, \quad (31)$$

где  $I_{н.п.}$  — номинальный ток предохранителя, А.

Тепловые реле выбираются согласно условию:

$$I_{тр} \geq 1,25 I_{н.д.}, \quad (32)$$

где  $I_{тр}$  — ток теплового реле, номинальный, А.

Наиболее современными являются автоматы серии ВА и АЕ, предохранители серии ПР и ПН, тепловые реле серии РТЛ.

### 2.3.3. Выбор проводников

Проводники для линий ЭСН выбираются с учетом соответствия аппарату защиты согласно условиям:

$$I_{доп} \geq K_{зщ} \cdot I_{у(п)} \text{ — для линий защищённой автоматом с} \quad (33)$$

комбинированным расцепителем;

$$I_{доп} \geq K_{зщ} \cdot I_{вс} \text{ — для линии защищённой только от короткого} \quad (34)$$

замыкания предохранителем;

$$I_{\text{доп}} \geq K_{\text{зщ}} \cdot I_{\text{тр}} - \text{для линии с тепловым реле}, \quad (35)$$

где  $I_{\text{доп}}$  – допустимый ток проводника, А;

$K_{\text{зщ}}$  – коэффициент защиты.

Принимают  $K_{\text{зщ}} = 1,25$  – для взрыво-пожароопасных помещений;

$K_{\text{зщ}} = 1$  – для нормальных (неопасных) помещений;

$K_{\text{зщ}} = 0,33$  – для предохранителей без тепловых реле в линии.

По типу проводника, числу фаз и условию выбора формируется окончательно марка аппарата защиты.

Для выполнения селективности автоматы начинаем выбирать с первого уровня автоматы выбираем из (Технического каталога ИЭК) и записываем их в сводную ведомость автоматов.

Отдельно для примера рассчитаем электроприёмник в группе без электродвигателя и с ним, группу электроприёмников, а также рассчитаем плавкие вставки в вводно-распределительном устройстве ВРУ1-11-10 вводные автоматы в вводно-распределительном устройстве ВРУ1-17-70.

## 2.4 Расчёт нагрузки компьютерного силового щита ЩСК1

Для группы 1 - компьютерная сеть (3шт)

Исходные данные:

$$P_{\text{н}} = 1,5 \text{ кВт}; K_{\text{с}} = 0,5; \cos\varphi = 0,96; \text{tg}\varphi = 0,29;$$

$$P_{\text{р}} = 0,75 \text{ кВт}; Q_{\text{р}} = 0,22 \text{ кВАр}; S_{\text{р}} = 0,78 \text{ кВА}; I_{\text{р}} = 2,05 \text{ А}.$$

Так как в нашей линии нет асинхронного двигателя АСД, то условия для выбора автомата:

$$I_{\text{н.а.}} \geq I_{\text{н.р.}}; I_{\text{н.р.}} \geq I_{\text{д.л.}} - \text{для линии без ЭД}; \quad (36)$$

$$I_{\text{д.л.}} = I_{\text{р}} = 2,05 \text{ А}, \quad (37)$$

Так как по номиналу ближайший автомат на 6 А, а в розеточных сетях установочные изделия смонтированы группами на 16 А, то целесообразнее поставить аппарат защиты на 20 А.

То есть получаем  $I_{д.л.} = 20$  А, для розеточных и осветительных сетей стоит использовать автоматы с характеристикой С так как они наиболее подходят для этих типов нагрузок.

Проводники для линий ЭСН выбираются с учетом соответствия аппарату защиты согласно условиям:

$$I_{доп} \geq K_{зщ} \cdot I_{у(п)} - \text{для линий защищённой автоматом с} \quad (38)$$

комбинированным расцепителем,

где  $K_{зщ} = 1,25$  – нормальное не опасное помещение;

$$I_{у(п)} = I_{н.р.} = 20 \text{ А};$$

$$I_{доп} \geq K_{зщ} \cdot I_{у(п)} = 1,25 \cdot 20 = 25 \text{ А}.$$

Согласно ПУЭ по табл. 1.3.6 [16] выбираем сечение кабеля ВВГнг LS 5х2,5  $I_{доп} = 30$ А, условие соблюдается кабель подходит.

## 2.5 Выбор аппарат защиты

### 2.5.1 Выбираем аппарат защиты и кабель для линии силового щита ЩС1

Выбираем для группы 5 - электродвигатель вентилятора У1.

Токи в линии к электродвигателю переменного тока определяются по формуле:

$$I_{д} = \frac{P_{д}}{\sqrt{3} \cdot U_{н.д} \cdot \eta_{д} \cdot \cos \varphi_{д}}, \quad (39)$$

где  $I_{д}$  – токи в линии к электродвигателю переменного тока, А;

$P_{д}$  – мощность ЭД переменного тока, кВт;

$U_{н.д}$  – номинальное напряжение ЭД, кВ;

$\eta_{д}$  – КПД ЭД, отн. ед;

$\cos \varphi_{д}$  – коэффициент мощности.



КПД и коэффициент мощности берём из Н.Ю. Шевченко, К.Н.Бахтиаров « Проектирование системы электроснабжения цеха» табл. 4.6 [24].

$$I_d = \frac{P_d}{\sqrt{3} \cdot U_{н.д} \cdot \eta_d \cdot \cos \varphi_d} = \frac{9}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,965 \cdot 0,875} = 18,07 \text{ А.}$$

Исходя из условия выбора автомата для линии с одним ЭД принимаем:

$$U_{н.а} \geq U_c \rightarrow 0,38 \text{ кВ} \geq 0,38 \text{ кВ}; \quad (40)$$

$$I_{н.р.} \geq 1,1 \cdot I_d \rightarrow I_{н.р.} \geq 1,1 \cdot 18,07 = 19,88, \quad (41)$$

где  $I_d$  – максимальный ток в линии, А;

$U_{н.а}$  – номинальное напряжение автомата, В;

$U_c$  – напряжение сети, В;

$I_{н.р.}$  – номинальный ток расцепителя, А;

$$I_{н.р.} = 20 \text{ А.}$$

Найдем кратность отсечки:

$$K_0 = \frac{I_0}{I_{н.р.}}, \quad (42)$$

Чтобы найти  $K_0$ , нужно найти ток отсечки: для линии с одним электродвигателем:

$$I_0 \geq 1,2I_{п}, \quad (43)$$

где  $K_0$  – кратность отсечки;

$I_0$  – ток отсечки, А;

$I_{п}$  – пусковой ток, А.

А что бы найти  $I_0$ , найдем пусковой ток  $I_{п}$ :

$$I_{п} = I_d \cdot K_{п}; \quad (44)$$

где  $K_{п}$  – кратность пускового тока принимается равной от 6,5...7,5.

Мы выбираем равной 6,5

$$K_{п} = 6,5;$$

$$I_{п} = I_d \cdot K_{п} = 18,07 \cdot 6,5 = 117,46 \text{ А};$$

Находим ток отсечки:

$$I_0 \geq 1,2I_{\text{п}} \rightarrow I_0 \geq 1,2 \cdot 117,46 = 140,95 \text{ A};$$

$$K_0 = \frac{I_0}{I_{\text{н.р.}}} = \frac{140,95}{20} = 7,05.$$

Выбираем  $K_0 = 7$

Проводники для линий ЭСН выбираются с учетом соответствия аппарату защиты согласно условиям:

$$I_{\text{доп}} \geq K_{\text{зщ}} \cdot I_{\text{у(п)}} - \text{для линий защищённой автоматом} \quad (45)$$

с комбинированным расцепителем,

где  $K_{\text{зщ}}=1$  – нормальное не опасное помещение;

$$I_{\text{у(п)}} = I_{\text{н.р.}} = 20 \text{ A};$$

$$I_{\text{доп}} \geq K_{\text{зщ}} \cdot I_{\text{у(п)}} = 1 \cdot 20 = 20 \text{ A}.$$

Согласно ПУЭ [16] выбираем сечение кабеля ВВГнг 3х1,5  $I_{\text{доп}} = 23 \text{ A}$ , условие соблюдается кабель подходит.

Выберем тепловое реле и коммутационное оборудование для данного электродвигателя из условия:

$$I_{\text{тр}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{н.д}}, \quad (46)$$

где  $I_{\text{тр}}$  – ток теплового реле, номинальный, А.

$$I_{\text{тр}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{н.д}} = 1,25 \cdot 18,07 = 22,6 \text{ A}.$$

Выбираем в каталоге ИЭК необходимое оборудование:

Тепловое реле:

$$\text{РТИ 1322 } 17,0 \text{ A} \leq I_{\text{тр}} \leq 25,0 \text{ A}.$$

Магнитный пускатель КМИ 22510 25 А 380 В.

Все найденные данные заносим соответственно таблицу Д.2 приложение Д.

## 2.5.2 Выберем аппарат защиты для группы электроприёмников ЩО2

$$P_p=8,0 \text{ кВт};$$

$$I_p=15,22 \text{ А};$$

$$\cos\varphi=0,96.$$

Все расчёты сводятся к тому, что в щитке мы ставим выключатель нагрузки, а шкафу ВРУ1-11-10 автоматический выключатель. Соответственно выбранный выключатель нагрузки должен выдерживать максимальный ток щитка и исходя из условий селективности должен быть больше тока аппарата защиты стоящего на распределении в щитке.

Таким образом выбираем выключатель нагрузки ВН-32 32 А, а аппарат защиты в ВРУ выбираем из условия присоединения к нему кабеля.

Сечение и тип кабеля выберем из условия соответствия нормам падения напряжения на линии согласно ГОСТ 32144-2013 [3] ( не более  $\pm 5 \text{ мм}^2$  на выводах электроприёмника и  $\pm 10 \text{ мм}^2$  соответственно от номинального напряжения).

## 2.5.3 Расчёт линии от щита освещения ЩО2 до вводно-распределительного устройства ВРУ

Расстояние от щитка до ВРУ 10м.

Сечение кабеля из условия подключения к аппарату защиты ВН-32 на 32А ВВГнг LS 5х4  $I_{\text{доп}}=40 \text{ А}$ .

Падение напряжения будем считать по формуле:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{ном}}} (R_0 \cdot \cos\varphi + X_0 \sin\varphi), \quad (47)$$

где  $\Delta U$  – падение напряжение, %;

$U_{\text{ном}}$  – номинальное напряжение, В;

$I_p$  – расчётный ток, А;

$L$  – длина линии, км;

$R_0$  – удельное сопротивление жил кабеля, Ом/км;

$\cos\varphi$  – коэффициент мощности.

В данной формуле индуктивной составляющей кабелей можно пренебречь так как их сечение маленькое.

Для начала найдем удельное сопротивление жил кабеля:

$$R_0 = \frac{1000}{\gamma \cdot F_{\text{сеч}}}, \quad (48)$$

где  $\gamma$  – это удельная проводимость токоведущих жил у меди она равна

$57 \frac{\text{М}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}$  – табличное значение;

$F_{\text{сеч}}$  - сечение жилы рассчитываемого кабеля,  $\text{мм}^2$ .

Подставив получим формулу и решим:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{ном}}} \cdot R_0 \cdot \cos\varphi = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{ном}}} \cdot \frac{1000}{\gamma \cdot F_{\text{сеч}}} \cdot \cos\varphi = \\ &= \frac{1,73 \cdot 100 \cdot 40 \cdot 0,01 \cdot 1000}{380 \cdot 57 \cdot 4} \cdot 0,96 = 0,77 \%. \end{aligned}$$

Условия выбора кабеля соблюдаются.

Аппарат защиты в ВРУ1-11-10 выберем в соответствии условия:

$$I_{\text{н.р.}} \geq 1,25I_M, \quad (49)$$

где  $I_M$  - максимальный ток сборки, А;

$I_{\text{н.р.}} = 32\text{А}$  так как должны соблюдаться условия селективности.

$$I_{\text{н.р.}} \geq 1,25I_M = 1,25 \cdot 15,22 = 19,02 \text{ А.}$$

Выбираем автоматический выключатель ВА47-29-3  $I_{\text{н.р.}} = 32 \text{ А}$  и заносим в сводную ведомость автоматов.

Все остальные расчёты от силовых щитков до вводно-распределительного устройства ВРУ1-11-10 рассчитываются аналогичным способом и заносятся в таблицу Д.3 приложение Д.

## 2.6 Выбор рубильников

Рубильники предназначены для неавтоматического включения и отключения цепей переменного и постоянного тока напряжением до 660 В. Они изготавливаются преимущественно на номинальные токи 25, 100, 250, 400, 630 и 1000 А.

Наиболее распространены рубильники серий: Р, РБ, РПБ и РПЦ. Буквы обозначают: Р – рубильник, РБ – рубильник с боковой рукояткой; РПБ – рубильник с приводом боковым рычажным; РПЦ – рубильник с приводом центральным рычажным.

Рубильники выпускаются одно-, двух- и трехполюсными с передним или задним присоединением проводов (шин).

Рубильники с открытыми ножами (без дугогасительных камер) называют разъединителями. Они обычно предназначены для создания видимого разрыва цепи. Разъединители новой серии РЕ19, рассчитанные на ток 1000 А и выше [14].

Рубильники по току должны соответствовать общей суммарной мощности всей электроустановки, которая составляет  $P_p=114,07$  кВт и  $I_p=193$ А, так как если один из кабелей выйдет из строя вся нагрузка будет идти через один рубильник.

По характеристикам рубильник ПЦ-2 250А 380 В без предохранителей.

Расчёт падения напряжения на вводных кабелях будет произведён из расчёта рабочего режима.

В нашем случае до ТП-2  $L=200$  м, до ТП-3746  $L=400$  м.

Силовые кабеля существующие.

Расчет напряжения в первой линии трансформаторной подстанции ТП-2 кабель марки АВББШв 4х95  $L=200$  м:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{ном}} (R_0 \cdot \cos\varphi + X_0 \sin\varphi), \quad (50)$$

где  $\gamma$  – это удельная проводимость токоведущих жил у алюминия она равна табличному значению 32 м/Ом · мм<sup>2</sup>.

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{НОМ}}} (R_0 \cdot \cos\varphi) = \\ &= \frac{1,73 \cdot 100 \cdot 104,67 \cdot 0,2 \cdot 1000}{380 \cdot 32 \cdot 95} \cdot 0,91 = 3,2 \%. \end{aligned}$$

Расчет напряжения во второй линии трансформаторной подстанции ТП-3746 кабель марки АВББШв 4х150 L=400 м:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot I_p \cdot L}{U_{\text{НОМ}}} R_0 \cdot \cos\varphi = \\ &= \frac{1,73 \cdot 100 \cdot 88,35 \cdot 0,4 \cdot 1000}{380 \cdot 32 \cdot 150} \cdot 0,9 = 3,02 \%. \end{aligned}$$

Исходя из выше перечисленных расчетов, падение напряжения на вводных кабелях марки АВББШв 4х150 L=400 м первой линии равен 3,2 %, на второй линии равен 3,02 %.

## 2.7 Расчёт трансформаторов тока

Согласно ПУЭ 7 [13] допускается применение трансформаторов тока с завышенным коэффициентом трансформации (по условиям электродинамической и термической стойкости или защиты шин), если при максимальной нагрузке присоединения ток во вторичной обмотке трансформатора тока будет составлять не менее 40% номинального тока счетчика, а при минимальной рабочей нагрузке - не менее 5%.

Выберем трансформаторы тока с учётом аварийного режима объекта, так как в этот момент нагрузка максимальна.

Расчитаем общую нагрузку потребителей:

$$I_B = I_{B1} + I_{B2} + I_{\text{пр}}, \quad (51)$$

где  $I_{B1}$  – ток на вводе 1;

$I_{B2}$  – ток на вводе 2;

$I_{\text{пр}}$  – ток распределительного шкафа .

$$I_{\text{в}} = I_{\text{в1}} + I_{\text{в2}} + I_{\text{пр}} = 104,67 + 88,35 + 35,95 = 228,97 \text{ А.}$$

Ближайший больший номинал трансформатора тока 250А соответственно выбираем ТТИ 250/5.

Исходя из выше перечисленного, найдем минимальную нагрузку:

$$I_{\text{мин}} = \frac{I_{\text{в}} \cdot 5}{100}; \quad (52)$$

$$I_{\text{мин}} = \frac{I_{\text{в}} \cdot 5}{100} = \frac{228,97 \cdot 5}{100} = 11,45 \text{ А,}$$

где  $I_{\text{в}}$  – общая нагрузка потребителей.

Соответственно минимальная нагрузка будет составлять:

$$I_{\text{мин}} = 11,45 \text{ А.}$$

Рассчитаем минимальный ток нагрузки электроустановки:

$$I_{\text{во.н}} = \frac{I_{\text{в}}}{n}; \quad (53)$$

где  $n = 50$  – коэффициент трансформации.

$$I_{\text{во.н}} = \frac{I_{\text{в}}}{n} = \frac{228,97}{50} = 4,58 \text{ А.}$$

Найдем минимальный ток вторичной обмотки при номинальном токе:

$$I_{\text{мин.нн}} = \frac{I_{\text{нн}} \cdot n}{100}; \quad (54)$$

где  $I_{\text{нн}}$  – номинальный ток вторичной обмотки;

$n=50$  – коэффициент трансформации.

$$I_{\text{мин.нн}} = \frac{I_{\text{нн}} \cdot n}{100} = \frac{5 \cdot 50}{100} = 2,5 \text{ А.}$$

Рабочий номинальный ток вторичной обмотки 2,5 А.

Видим, что  $I_{\text{во.н}} \geq I_{\text{мин.нн}}$  – условие выполнено, трансформаторы тока ТТИ 250/5 выбраны верно.

Рассчитаем минимальный ток при 25% нагрузки электроустановки:

$$I_{25\%} = \frac{I_{\text{в}} \cdot 5}{100} = \frac{228,97 \cdot 25}{100} = 57,25 \text{ А.}$$

Находим ток при 25% нагрузке электроустановки:

$$I_{\text{во.н}} = \frac{I_{25\%}}{n} = \frac{57,25}{50} = 1,15 \text{ А.}$$

Найдем минимальный ток вторичной обмотки, при 25% нагрузке номинального тока:

$$I_{\text{мин.нн}} = \frac{I_{\text{нн}} \cdot 10}{100} = \frac{5 \cdot 10}{100} = 0,5 \text{ А.}$$

Так как  $I_{\text{во.н}} \geq I_{\text{мин.нн}}$  – условие выполняется, трансформаторы тока ТТИ 250/5 выбраны верно.

## **2.8 Выбор схемы электроснабжения питающей сети**

### **2.8.1 Принципиальная схема**

Принципиальные схемы – отображают с необходимой полнотой состав составляющих, вспомогательной аппаратуры и связей меж ними, входящих в отдельный узел автоматизации и дающих детализированное представление о принципе его работы. На базу принципных схем разрабатывают схемы наружных и внутренних соединений.

На основании исходных данных разработана электрическая принципиальная схема вводно-распределительного устройства. Представлена в приложении А на рисунке А.2.

### **2.8.2 Радиальные схемы**

Радиальные схемы, как правило, целесообразны, когда нагрузки размещены в различных направлениях от пункта питания. Для питания мощных РП при кабельных сетях целесообразно, как правило, применение радиальных схем питающей сети электроснабжения 0,4 кВ. Представлена в приложении А рисунок А.1.



Достоинства радиальной схемы:

- Простота выполнения;
- Высокая надежность;
- Привлечение элементов автоматики;
- При малых размерах помещения важна гибкость сети при перемещении электроприемников.

### **2.8.3 Перечень технологического оборудования питающего радиальную схему**

*Трансформаторная подстанция ТП2.*

Предназначена, для понижения и повышения напряжения в сети переменного тока, также для распределения электрической энергии по потребителям, защиты электрических цепей от токов короткого замыкания.

Электроснабжение первого ввода производится от ячейки №18 расположенной в ТП2 РУ-0,4 кВ;

*Трансформаторная подстанция ТП-3746.*

Предназначена, для понижения и повышения напряжения в сети переменного тока, также для распределения электрической энергии по потребителям, защиты электрических цепей от токов короткого замыкания.

Электроснабжение второго ввода производится от рубильника №3 расположенной в ТП-3746 РУ-0,4 кВ.

*Электрический счетчик Меркурий 230 ART ( $U_{ном}=3\cdot 220/380В$ ,  $I_{ном}=5(50)А$ ).*

Счетчик является трехфазным, универсальным трансформаторного или непосредственного включения (в зависимости от варианта исполнения) и предназначен для измерения активной электрической энергии, активной мощности, частоты напряжения, коэффициентов активной мощностей, углов между векторами фазных напряжений и векторами фазных токов и

напряжений, среднеквадратического значения напряжения, силы тока в трехфазных четырехпроводных цепях переменного тока и организации многотарифного учета электроэнергии.

Счетчик может использоваться в автоматизированных информационных измерительных системах коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) для передачи измеренных или вычисленных параметров на диспетчерский пункт по контролю, учету и распределению электрической энергии. Для построения систем АИИС КУЭ может использоваться интерфейс ЕІА485.

Счётчик позволяет измерять энергию суммарно, мощности – суммарно и отдельно по каждой фазе:

- потребленную энергию и мощность;
- отпущенную энергию и мощность – в двунаправленных счетчиках.

Накопление энергии по тарифам и суммарно (нарастающим итогом, за месяц, за сутки, на конец месяца, на конец суток), фиксация максимальных мощностей, расчет фактической величины мощности по приказу федеральной службы по тарифам от 21 августа 2007 г. N 166-э/1, контроль превышения лимита мощности и энергии (месячного или суточного), ведение профилей нагрузки осуществляется по всем видам энергий.

*Описание питающего кабеля.*

Технические характеристики кабеля АВБбШв 4х95 (рисунок 1).

Кабели предназначены для эксплуатации в стационарном состоянии при температуре окружающей среды от -50 до +50°С, относительной влажности воздуха до 98% при температуре до 35 °С, в том числе для прокладки в земле и на воздухе.

Кабели марки АВБбШв 4х95 не распространяют горение при одиночной прокладке.

Прокладка и монтаж кабелей без предварительного подогрева производится при температуре не ниже: -15 С

Минимальный радиус изгиба при прокладке кабелей одножильных марки АВБбШв – 10 наружных диаметров, кабелей многожильных - 7.5 наружных диаметров.

Номинальная частота: 50 Гц

Испытательное переменное напряжение частотой 50 Гц (продолжительность испытания 10 мин.):

- на напряжение 0,66 кВ - 3 кВ;
- на напряжение 1 кВ - 3.5 кВ.

Длительно допустимая температура нагрева жил кабелей при эксплуатации: +70°C.

Строительная длина кабелей для сечений основных жил:

- 2,5 - 16 мм<sup>2</sup> - 450 м;
- 25 - 70 мм<sup>2</sup> - 300 м;
- 95 мм<sup>2</sup> и выше - 200 м.

Гарантийный срок эксплуатации - 5 лет с даты ввода кабелей в эксплуатацию.

Срок службы - 30 лет.

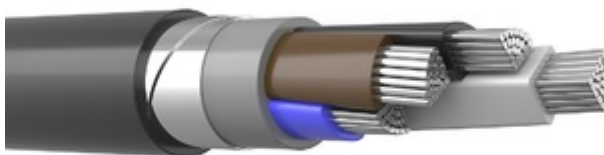


Рисунок 1 – Кабель АВБбШв 4x95

Кабель АВБбШв 4x95 (рисунок 1) предназначен для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках на номинальное напряжение 0.66 и 1 кВ частотой до 50 Гц или постоянное напряжение до 1 кВ. Для прокладки в земле (траншеях), помещениях,

туннелях, каналах, шахтах (кроме прокладки в блоках), а также на открытом воздухе, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям, но при наличии опасности механических повреждений в процессе эксплуатации.

Конструкция кабеля:

- жила - алюминиевая класса 1 или 2;
- изоляция - ПВХ пластикат. Изолированные жилы кабелей имеют отличительную расцветку. Изоляция нулевых жил выполняется голубого цвета. Изоляция жил заземления выполняется зелено-желтой расцветки;
- защитный покров типа ББШв - броня из двух стальных лент с оболочкой из ПВХ пластиката.



Рисунок 2 – Кабель АВБбШв 4х150

Кабеля АВБбШв 4х150 (рисунок 2).

Кабели предназначены для наклонных и горизонтальных трасс.

Кабели не распространяют горение при одиночной прокладке (нормы МЭК 60332-1).

Допустимый нагрев токопроводящих жил в аварийном режиме не должен превышать +80°С и продолжительность работы в аварийном режиме не должна быть более 8 часов в сутки, но не более 1000 часов за срок службы.

## **2.8.4 Перечень технологического оборудования питающегося от радиальной схемы**

### *Щит силовой (ЩС-ИТП)*

Предназначенные для распределения электроэнергии по группам потребителей (насос, водонагреватель) в индивидуальном тепловом пункте.

### *Щит освещения (ЩО)*

Щиты освещения принимает и распределяет электроэнергию переменного тока 50 Гц, 380 В и напряжения 220/380 В в сетях с изолированной и глухо заземленной нейтралью. Так-же надежно защищает отходящие линии от коротких замыканий и перегрузок, а также служит для оперативных отключений и включений.

### *Щит автоматики (ЩА)*

Предназначаются для управления систем климата, освещения, отопления, пожаротушения, дымоудаления, водоснабжения, а также управление другими автоматизированными устройствами.

### *Щит аварийного освещения (ЩАО)*

Щит управляет автоматическим отключением и включением аварийного освещения при сбоях в напряжении освещения.

### *Щит компьютерной сети (ЩСК)*

Предназначен для управления компьютерной сетью.

### *Щит силовой (ЩС)*

Распределяет питание по розеткам.

### *Щит силовой вентиляционный (ЩСВ)*

Предназначаются для управления вентиляцией.

### *Вытяжная вентиляция (ВД1)*

Предназначен удаления вредного воздуха.

### *Приточная вентиляция (ПД1)*

Обеспечивает подачей чистого и свежего воздуха в помещение.

### *Приточно-вытяжная система (ПВ)*

Управляет приточной и вытяжной вентиляцией обеспечивает подачей чистого и свежего воздуха в помещение, и удалением вредного воздуха. Эти данные функции выполняются одновременно.

### *Пожарная сигнализация (ПС)*

Устанавливается в шкафу. Специализирован на формирования комплекса промышленных средств охранно-пожарной сигнализации, управления пожарной автоматикой, а кроме того технологическим оборудованием.

### *Источник бесперебойного питания (ИБП)*

Предназначен, для передачи электропитания без перебоев и помех в сети.

## **2.8.5 Конструкция кабелей**

Конструктивно данный кабель представляет из себя проводник с медными жилами. Кабель ВВГнг-FRLS 3x1.5 (рисунок 3) может иметь 1-4 жилы. Сечение от 1,5 до 240 мм<sup>2</sup>. Жилы покрыты изоляцией ПВХ композиции пониженной пожарной опасности, изолированные жилы двух-, трех-, четырехжильных кабелей скручены; двух- и трехжильные кабели имеют жилы одинакового сечения, четырехжильные имеют все жилы одинакового сечения или одну жилу меньшего сечения. Изоляция нулевых жил (N) выполняется синего цвета. Изоляция жил заземления (PE) выполняется двухцветной (зелено-желтой расцветки). Поверх жил накладывается из ПВХ без экрана не бронированный из ПВХ пластиката пониженной горючести и с низкой токсичностью продуктов горения.

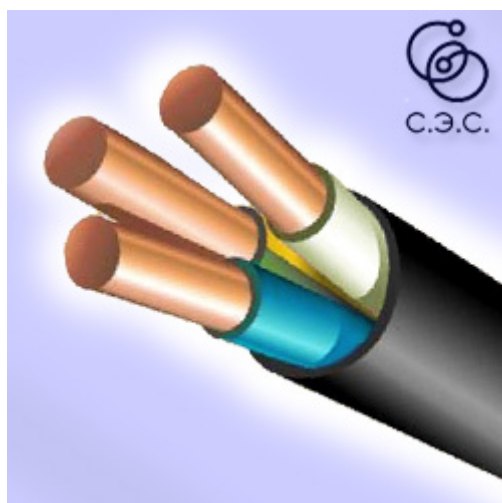


Рисунок 3 – Кабель ВВГнг-FRLS 3х1.5

#### Применение кабеля.

Кабели марки ВВГнг-FRLS 3х1.5 применяется в качестве проводника электроэнергии в проводящих и распределительных сегментах в стационарных электрических установках рассчитанных на напряжение 0,66 кВ и 1 кВ. Прокладка кабелей марки ВВГнг-FRLS 3х1.5 осуществляется в сухих и влажных производственных помещениях, на специальных кабельных эстакадах, в блоках, а также для прокладки на открытом воздухе.

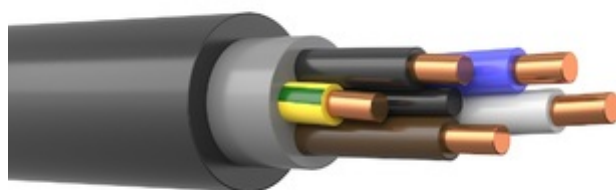


Рисунок 4 – Кабель ВВГнг-LS 5х2.5

Элементы конструкции кабеля ВВГнг-LS 5х2.5 (рисунок 4):

Медная токопроводящая жила:

- однопроволочная (класс 1) сечением 1,5–50 кв. мм — «ож»;
- многопроволочная (класс 2) сечением 50–240 кв. мм.

Изоляция из ПВХ композиции пониженной пожароопасности, маркировка жил:

- цветовая маркировка жил: белая или желтая, синяя или зеленая, красная или малиновая, или желто-зеленая;
- цифровая.

Обмотка из нетканого полотна для многожильных кабелей с секторными жилами;

Оболочка из ПВХ композиции пониженной пожара-опасности.

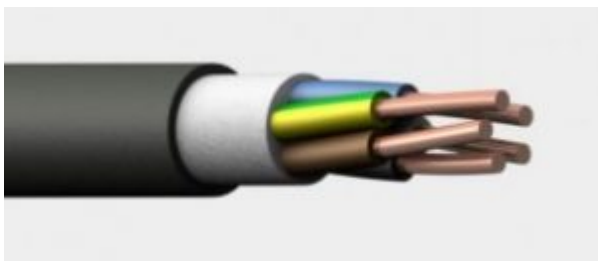


Рисунок 5 – Кабель ВВГнг-LS 5x4

Кабели марки ВВГнг-LS (рисунок 5) рассчитаны (в зависимости от конкретной марки) на различное напряжение переменного тока: от 0,66 до 1 КВ. Основой структуры этого кабеля являются медные токопроводящие жилы. Эти жилы могут быть как однопроволочными, так и многопроволочными. Согласно стандарту они имеют поперечное сечение от 1,5 до 240 кв.мм. Прокладка кабелей марки ВВГнг-LS допускается в стационарных электrorаспределительных установках, в помещениях (жилых, складских и производственных), а также на открытом воздухе. Для прокладки ВВГнг-LS можно использовать кабельные лотки или монтировать его в распределительных щитах с применением общепринятых мер и стандартов электробезопасности. Не рекомендуется применения этой марки кабеля при прокладке в земле, например в траншеях.

Конструкция ВВГнг-LS 5x4:



– токопроводящая жила – медная, однопроволочная или многопроволочная, круглой или секторной формы, 1 или 2 класса по ГОСТ 22483;

– изоляция — из поливинилхлоридного пластика (ПВХ). Изолированные жилы многожильных кабелей имеют отличительную расцветку. Изоляция нулевых жил выполняется голубого цвета. Изоляция жил заземления выполняется двухцветной (зелено-желтой расцветки);

– скрутка — изолированные жилы двух-, трех-, четырех- и пятижильных кабелей скручены; двухжильные кабели имеют жилы одинакового сечения; трех-, четырех- и пятижильные имеют все жилы одинакового сечения или одну жилу меньшего сечения (жилу заземления или нулевую);

– оболочка — из ПВХ пластика с пониженной горючестью и газовой выделением (нг-LS).

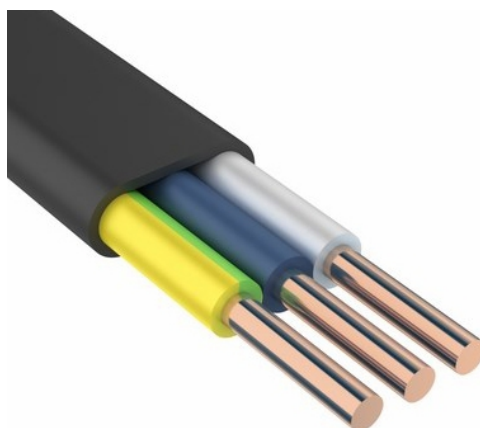


Рисунок 6 – Кабель ВВГнг-LS 3х1,5

Конструкция ВВГнг-LS 3х1,5 (рисунок 6):

– токопроводящая жила — медная, однопроволочная или многопроволочная, круглой или секторной формы, 1 или 2 класса по ГОСТ 22483;

– изоляция — из поливинилхлоридного пластика (ПВХ). Изолированные жилы многожильных кабелей имеют отличительную

расцветку. Изоляция нулевых жил выполняется голубого цвета. Изоляция жил заземления выполняется двухцветной (зелено-желтой расцветки);

– скрутка — изолированные жилы двух-, трех-, четырех- и пятижильных кабелей скручены; двухжильные кабели имеют жилы одинакового сечения; трех-, четырех- и пятижильные имеют все жилы одинакового сечения или одну жилу меньшего сечения (жилу заземления или нулевую);

– оболочка — из ПВХ пластиката с пониженной горючестью и газовыделением (нг-LS).

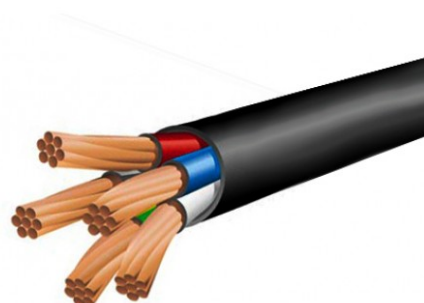


Рисунок 7 – Кабель ВВГнг-LS 5х35

Конструкция ВВГнг-LS 5х3,5 (рисунок 7):

– токопроводящая жила — медная, однопроволочная или многопроволочная, круглой или секторной формы, 1 или 2 класса по ГОСТ 22483;

– изоляция — из поливинилхлоридного пластиката (ПВХ). Изолированные жилы многожильных кабелей имеют отличительную расцветку. Изоляция нулевых жил выполняется голубого цвета. Изоляция жил заземления выполняется двухцветной (зелено-желтой расцветки);

– скрутка — изолированные жилы двух-, трех-, четырех- и пятижильных кабелей скручены; двухжильные кабели имеют жилы одинакового сечения; трех-, четырех- и пятижильные имеют все жилы

одинакового сечения или одну жилу меньшего сечения (жилу заземления или нулевую);

– оболочка — из ПВХ пластиката с пониженной горючестью и газовыделением (нг-LS).

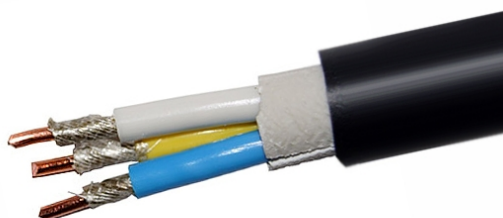


Рисунок 8 – Кабель ВВГнг-LS 3х2,5

Конструкция ВВГнг-FRLS 3х2,5 (рисунок 8):

– медная однопроволочная или многопроволочная жила, круглой или секторной формы;

– термический барьер в виде обмотки из двух слюдосодержащих лент;

– изоляция из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности.

Многожильные кабели имеют отличительную расцветку на жилах. Нулевые жилы выполняются голубого цвета;

– одна или две скрепляющие пластмассовые ленты шириной не менее 10 мм с зазором, превышающим ширину ленты;

– внутренняя оболочка из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности;

– наружная оболочка из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности.

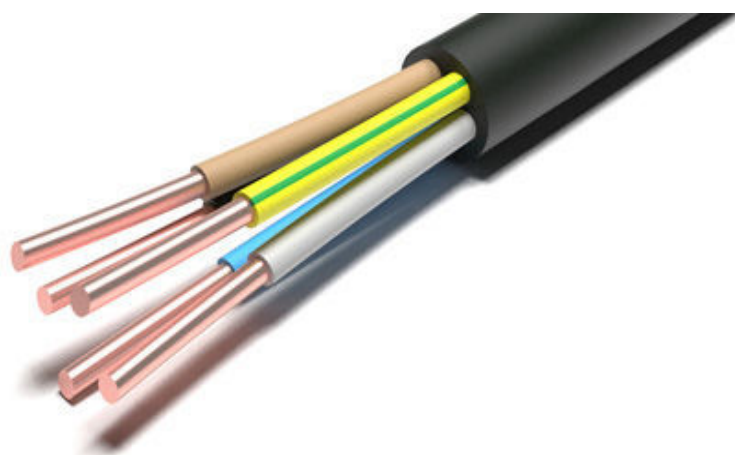


Рисунок 9 – Кабель ВВГнг-LS 5х4

Конструкция ВВГнг-FRLS 5х4 (рисунок 9):

- медная однопроволочная или многопроволочная жила, круглой или секторной формы;
- термический барьер в виде обмотки из двух слюдосодержащих лент;
- изоляция из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности.

Многожильные кабели имеют отличительную расцветку на жилах. Нулевые жилы выполняются голубого цвета;

- одна или две скрепляющие пластмассовые ленты шириной не менее 10 мм с зазором, превышающим ширину ленты;
- внутренняя оболочка из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности;
- наружная оболочка из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности.

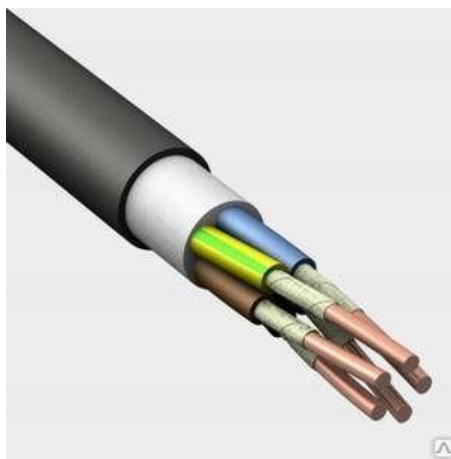


Рисунок 10 – Кабель ВВГнг-LS 5х10

Конструкция ВВГнг-FRLS 5х10 (рисунок 10):

- медная однопроволочная или многопроволочная жила, круглой или секторной формы;
  - термический барьер в виде обмотки из двух слюдосодержащих лент;
  - изоляция из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности.
- Многожильные кабели имеют отличительную расцветку на жилах. Нулевые жилы выполняются голубого цвета;
- одна или две скрепляющие пластмассовые ленты шириной не менее 10 мм с зазором, превышающим ширину ленты;
  - внутренняя оболочка из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности;
  - наружная оболочка из ПВХ пластиката пониженной пожароопасности [29].

## 2.9 Учет электроэнергии

Учет активной электроэнергии обеспечивает определение количества энергии, отпущенной потребителям из электрической сети [26].

Учет реактивной электроэнергии необходим только в том случае, если по этим данным производятся расчеты или контроль режима работы компенсирующих устройств.

Установка приборов учета должна выполняться с учетом требований правил устройства электроустановок (ПУЭ). Установка счетчиков должна осуществляться на жестких основаниях щитков, на панелях ВРУ и на других конструкциях, не допускающих сотрясений и вибраций.

Для потребителей помещений общественного назначения, встроенных в жилые дома расчетные счетчики следует устанавливать на вводах независимо от источника питания – ТП или ВРУ жилого дома.

В общественных зданиях современного типа для измерения энергии используют электронные счетчики. В этих счетчиках отсутствуют механические вращающиеся части, тем самым исключается трение. В результате удается добиться лучших метрологических характеристик: погрешности измерений, порога чувствительности, самохода счетчика и др.

В ряде электронных счетчиков вместо счетного механизма барабанного типа применяют индикатор на жидких кристаллах. Применение микропроцессоров позволило создать многофункциональные счетчики. Они измеряют активную и реактивную энергию, а так же ток, напряжение, cosφ, контролируют и запоминают графики нагрузок, отображают на индикаторе информацию о схеме включения счетчика и др.

Для ввода принимаем счетчик типа СЭТАМ-М01 номинальное напряжение – 380/220 В, 3-х тарифный; номинальный ток – 5-75 А, , класс точности – 1, ООО «ЭнергоПрибор».

Расчет потребленной электроэнергии на 1 день:

$$W_{ЭП} = P \cdot t \cdot 1, \text{ кВт/час}, \quad (55)$$

где  $P$  – расчетная нагрузка ввода;

$t$  – время работы электроприемников.

$$W_{ЭП1} = 38,905 \cdot 10 \cdot 1 = 389,052 \text{ кВт/час.}$$

Расчет потребленной электроэнергии за месяц:

$$W_{\text{ЭП2}} = W_{\text{ЭП1}} \cdot 30, \frac{\text{кВт}}{\text{час}}, \quad (56)$$

где 30 – число дней в месяце,

$$W_{\text{ЭП2}} = 389,05 \cdot 30 = 11671,5 \text{ кВт/час.}$$

Расчет потребленной электроэнергии за год:

$$W_{\text{ЭП3}} = W_{\text{ЭП2}} \cdot 365, \text{ кВт}; \quad (57)$$

где 365 – число дней в году,

$$W_{\text{ЭП}} = 11671,5 \cdot 365 = 4260097,5 \text{ кВт/час.}$$

## 2.10 Расчёт заземляющего устройства электроустановок

Расчитать заземляющее устройство (ЗУ) в электроустановках (ЭУ) это значит:

- определить расчётный ток замыкания на землю  $I_3$  и сопротивление ЗУ  $R_3$ ;
- определить расчетное сопротивление грунта ( $\rho_p$ );
- выбрать электроды и рассчитать их сопротивление;
- уточнить число вертикальных электродов и разместить их на плане.

Исходные данные:

Грунт – супесь с температурой  $+10^0\text{C}$   $\rho_p = 300 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  В.П.Шеховцов

Расчет и проектирование схем электроснабжения [26].

Размеры здания, так как здание не правильной формы рассчитывать будем исходя из габаритных максимальных расчётов  $33 \cdot 36 \cdot 13 \text{ м}$ .

$t=0,5 \text{ м}$

Вертикальный электрод - круглая сталь ( $\phi 16$ ),  $L_B = 5 \text{ м}$ ;

Горизонтальный электрод - полоса  $40 \times 5$ .

Вид защитного устройства - рядный.

При использовании естественных заземлителей:

$$R_{И} = \frac{R_E R_3}{R_E + R_3}, \quad (58)$$

где  $R_{И}$  и  $R_E$  - сопротивление искусственных и естественных заземлителей, Ом.

Сопротивление железобетонных фундаментов здания, связанных между собой металлическими конструкциями, определяется по формуле:

$$R_E = \frac{\rho}{\sqrt{S}}, \quad (58)$$

где  $\rho=300\text{Ом}\cdot\text{м}$  (суг);

$S$  - площадь ограниченная периметром здания,  $\text{м}^2$ .

Выбор и расчет сопротивления грунта.

Определяется расчётное сопротивление одного вертикального электрода:

$$r_B = 0,3\rho K_{\text{сез.в}}, \quad (58)$$

где  $K_{\text{сез.в}} = F(\text{верт.}, \text{II}) = 1,7$ .

$$r_B = 0,3\rho K_{\text{сез.в}} = 0,3 \cdot 300 \cdot 1,7 = 1530 \text{ м.}$$

По таблице 1.13.2 В.П. Шеховцов Расчет и проектирование схем электроснабжения [26] примем расположение офисного здания в климатической зоне II и получим  $K_{\text{сез.в}} = F(\text{верт.}; \text{II}) = 1,7$ ;  $K_{\text{сез.г}} = F(\text{гор.}; \text{II}) = 4$ .

Согласно ПУЭ [16] в любое время года  $R_3 \leq \frac{250}{I_3}$

Требование по  $R_3 \leq 40\text{Ом}$  на НН, но допустимое при данном грунте определяется по формуле:

$$R_{3у} \leq R_3 \frac{\rho}{100}; \quad (59)$$

$$R_{3у} \leq R_3 \frac{\rho}{100} = 4 \frac{300}{100} = 120\text{Ом.}$$

Определяем количество вертикальных электродов:

– без учёта экранирования (расчётное):



$$N_{BP}' = \frac{r_B}{R_{3Y}}; \quad (60)$$

$$N_{BP}' = \frac{r_B}{R_{3Y}} = \frac{153}{12} = 12,75 \approx 13;$$

– с учётом экранирования:

$$N_{BP} = \frac{N_{BP}'}{\eta_B} \quad (61)$$

$$N_{BP} = \frac{N_{BP}'}{\eta_B} = \frac{13}{0,55} = 23,63 \approx 24.$$

По таблице 1.13.5 уточняются коэффициенты использования:

$\eta_B = F(\text{тип ЗУ; вид заземления; } a/L; N_B) = F(\text{контурный; вертикальное; } 1; 10) = 0,55;$

$\eta_r = F(\text{тип ЗУ; вид заземления; } a/L; N_r) = F(\text{контурный; вертикальное; } 1; 10) = 0,34.$

Размещается защитное устройство на рисунке Г.1 – план заземления и молниезащиты (приложение Г) так как выбрано  $a/L=1$ , то  $a=5$  м,  $a/L=5$  м.

Так как контурное защитное устройство закладывается на минимальное расстояние от объекта 1 м, то длина по периметру закладки равна:

$$L_{\Pi} = (A+2) \cdot 2 + (B+2) \cdot 2; \quad (62)$$

$$L_{\Pi} = (A+2) \cdot 2 + (B+2) \cdot 2 = (33+2) \cdot 2 + (36+2) \cdot 2 = 146 \text{ м.}$$

Тогда расстояние между электродами уточняется с учётом формы объекта. Уточнённое количество вертикальных электродов берём  $N_B=32$ . [26].

$$a_B = \frac{A'}{n_B - 1}; \quad (63)$$

$$a_B = \frac{A'}{n_B - 1} = \frac{34}{8 - 1} = 4,86 \text{ м,}$$

$$a_A = \frac{B'}{n_A - 1}; \quad (64)$$

$$a_A = \frac{B}{n_A - 1} = \frac{36}{8 - 1} = 5,14 \text{ м},$$

где  $a_B$  – расстояние между электродами по ширине объекта, м;

$a_A$  – расстояние между электродами по длине объекта, м;

$n_B$  – количество электродов по ширине объекта;

$n_A$  – количество электродов по длине объекта.

Определяются уточненные значения сопротивлений вертикальных и горизонтальных электродов:

$$R_B = \frac{r_B}{N_B \eta_B}, \quad (65)$$

$$R_B = \frac{r_B}{N_B \eta_B} = \frac{153}{32 \cdot 0,55} = 8,70 \text{ м}.$$

где  $\eta_B = 0,55$  – коэффициент использования;

$r_B = 153$  Ом – сопротивление одного вертикального электрода;

$N_B = 32$  – количество вертикальных электродов.

$$R_\Gamma = \frac{0,4}{L_\Pi \eta_\Gamma} \rho K_{\text{сез.г}} \lg \frac{2 \cdot L_\Pi^2}{bt}, \quad (66)$$

$$R_\Gamma = \frac{0,4}{L_\Pi \eta_\Gamma} \rho K_{\text{сез.г}} \lg \frac{2 \cdot L_\Pi^2}{bt} = \frac{0,4}{146 \cdot 0,34} 300 \cdot 4 \lg \frac{2 \cdot 146^2}{40 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5} = 61,20 \text{ м}$$

Определяется фактическое сопротивление ЗУ:

$$R_{\text{ЗУ.Ф}} = \frac{R_B R_\Gamma}{R_B + R_\Gamma}, \quad (67)$$

$$R_{\text{ЗУ.Ф}} = \frac{R_B R_\Gamma}{R_B + R_\Gamma} = \frac{8,7 \cdot 61,2}{8,7 + 61,2} = 7,620 \text{ м}$$

$R_{\text{ЗУ.Ф}} (7,62 \text{ Ом}) \leq R_{\text{ЗУ}} (12 \text{ Ом})$  следовательно защитное устройство эффективно.

Согласно ПУЭ п.7.1.87 на вводе должна быть выполнена система уравнивания потенциалов, соединяющая между собой следующие проводящие части: проводник РЕ, проводник заземления (внутренний и

наружный контуры), металлические трубы коммутации (горячая вода, холодная вода, канализация, тепло).

Все это следует выполнить кабелем ПВ – при помощи главной заземляющей шины.

В качестве главной заземляющей шины использовать РЕ ВРУ.

Главная заземляющая шина на обоих концах должна быть обозначена поперечными полосами желто-зеленого цвета одинаковой ширины.

В с/у предусмотрена дополнительная система управления потенциалов.

Все контактные соединения в системе уравнивания потенциалов должны соответствовать требованиям ГОСТ10434 к контактным соединениям класса 2.

## **2.11 Расчёт молниезащиты**

Исходные данные:

$A=33\text{м}$  - длина здания;

$B= 36\text{м}$  - ширина здания;

$h_x=13\text{м}$  - высота здания;

тип молниезащиты - двойная тросовая;

$h_c>7,2\text{м}$  .

Согласно «Инструкции по устройству молниезащиты» здание должно быть защищено от прямых ударов молнии. В качестве молниеприемника использовать молниеприемную сетку из стальной проволоки диаметром 8 мм. Шаг ячеек сетки не более 10x10 м. Сетка укладывается на кровлю по изоляторам (шаг изоляторов 1 м). Узлы сетки должны быть соединены сваркой. Выступающие над кровлей здания металлические элементы должны быть присоединены к молниеприемной сетке, а выступающие неметаллические элементы – оборудованы дополнительным

молниеприемником (из стальной проволоки диаметром 8 мм) и также присоединены к молниеприемной сетке. Присоединения выполнить в двух точках. Сетку соединить сваркой с металлическим ограждением по периметру кровли. В качестве токоотводов использовать стальную проволоку диаметром 8 мм, проложенную под фасадным негорючим утеплителем здания не более 20 м друг от друга. Крепить к стене на фасадный держатель. Токоотводы соединяются горизонтальными поясами вблизи поверхности земли. Заземлитель молниезащиты соединить с главной шиной уравнивания потенциалов в двух точках. Контур заземления выполнить из вертикальных и горизонтальных заземлителей. Заземлитель молниезащиты следует совместить с заземлителями электроустановок и средств связи. В качестве горизонтального заземлителя используется стальная полоса 40x5, прокладываемая на глубине 0,5 метра от спланированной отметки земли на расстоянии не менее 1 метра от стен здания.

В качестве вертикальных заземлителей используется ст. 50x50x5 мм, L=3 м с шагом 20 м. Материал вертикального заземлителя-сталь горячего оцинкования. Материал горизонтального заземлителя-сталь горячего оцинкования. Горизонтальный заземлитель уложить на дно траншеи на ребро, вертикальные заземлители опустить в скважины, выставив верхний конец в траншее на отметке 0,5 м от поверхности земли. Полосу приварить к вертикальным заземлителям с двух сторон. Траншею засыпать однородным грунтом, не содержащим щебня и строительного мусора, утрамбовать. Работы по устройству заземления выполнить в соответствии с требованиями ПУЭ и «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153-34.21.122-03 [20].

### **3 РАЗРАБОТКА РУКОВОДСТВА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СВЕТИЛЬНИКА EL-6065R**

Руководство по эксплуатации служит для описания управления и технического обслуживания аварийного светильника, что даёт важные указания по безопасной работе с ним. Оно является составной частью комплекта поставки аварийного светильника и должно всегда находиться у обслуживающего персонала.

В состав руководства по эксплуатации аварийного светильника входит:

- описание и работа аварийного светильника;
- использование аварийного светильника по назначению;
- техническое обслуживание аварийного светильника;
- хранение аварийного светильника;
- утилизация аварийного светильника.

Уровень подготовки который необходим для специально подготовленного обслуживающего персонала.

Все работы по эксплуатации и обслуживания аварийных светильников и его компонентов необходимо проводить только квалифицированным и специально обученному персоналу работающему в организациях имеющих лицензию на данный вид работ.

Данное руководство распространяется только на аварийные светильники фирмы «SELECTA» EL-6065R.

#### **1. Описание и работа аварийного светильника EL-6065R.**

1.1 Светильник аварийного освещения двухрежимный (далее – светильник) предназначен для обеспечения эвакуационного и резервного освещения в случае прекращения подачи электроэнергии. Так же, благодаря специальной подставке, светильник с успехом может быть использован в качестве автономного переносного источника света.

## 1.2. Технические характеристики.

Таблица 1 – Технические характеристики аварийного светильника EL-6065R

Номинальная мощность ламп, Вт	2x8
Срок службы, г	5
Тип цоколя	G5
Напряжение питающей сети, В	220-230В
Частота питающей сети, Гц	50
Модель аккумулятора	JW640 (6В/4Ач)
Степень защиты	IP20
Диапазон рабочих температур	-18 <sup>0</sup> С до +50 <sup>0</sup> С

## 1.3 Состав и назначение основных элементов указан на рисунке 11

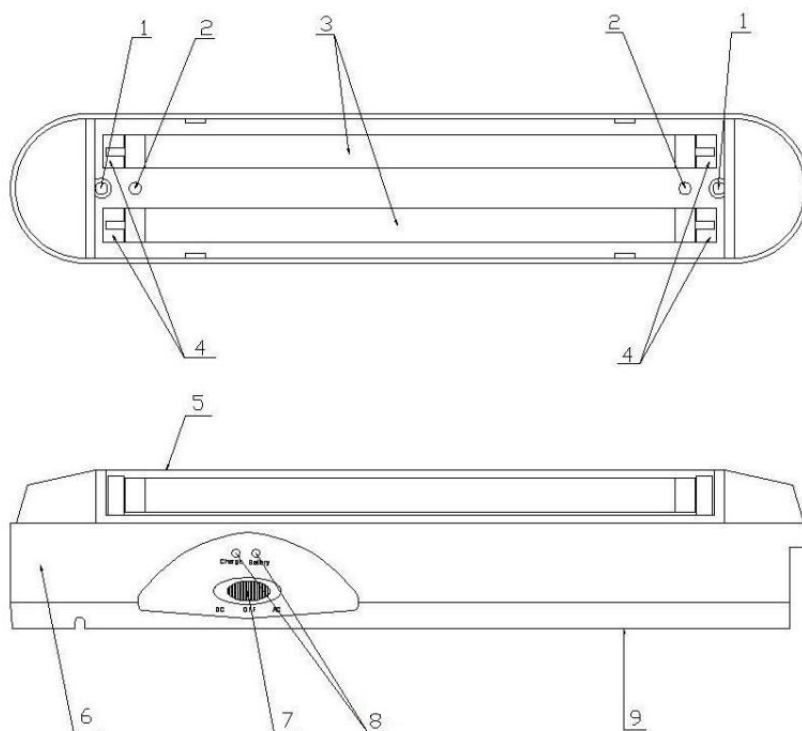


Рисунок 11 – Основные конструктивные элементы светильника:

1, 2 – разметочные отверстия для монтажа светильника; 3 – люминесцентные лампы; 4 – патрон лампы; 5 – рассеиватель; 6 – корпус светильника; 7 – переключатель режимов работ; 8 – светодиодные индикаторы режимов работ; 9 – задняя крышка.

1.4 Работа аварийного светильника может осуществляться в двух режимах:

– *АС* – при наличии нормального напряжения питающей сети лампы светятся и одновременно подзаряжается аккумулятор;

– *ДС* – при наличии нормального напряжения сети лампы не светятся, а только подзаряжается аккумулятор.

В режимах *АС* и *ДС* при перебоях в питающей сети исправный светильник автоматически переходит в аварийный режим. При этом лампа светильника продолжает светиться (режим 1), либо загорается (режим 2), за счет энергии заряженного аккумулятора.

## 2. Использование по назначению.

2.1 Запрещается монтаж и эксплуатация светильника со снятой задней крышкой. Даже при отсутствии напряжения в питающей электросети на контакты ламп, при заряженном аккумуляторе, подается напряжение более 200 В.

## 2.2 Подготовка изделия к использованию.

Аккуратно вытащить из упаковки, проверить на внешнюю целостность корпус светильника. Если светильник был на складе при отрицательной температуре – выдержать в тёплом помещении не менее трёх часов.

2.3 Использование изделия. На смонтированный светильник подать напряжение. Переключатель режимов выставить в положение *АС*. Начать пользоваться светильником.

## 3. Техническое обслуживание изделия.

3.1 Общие указания. Для того чтобы быть уверенными в исправном состоянии светильника необходимо периодически проводить его проверку.

- правильность работы подзарядки аккумулятора (при подключении к электросети) обозначается свечением красного светодиода «CHARGE» на панели управления режимами работы светильника;

- ежемесячно следует отключать светильник от питающей электросети и проверять в течение 15 минут правильность его работы в режиме аварийного освещения;

- не реже одного раза в год необходимо давать светильнику поработать на полный период аварийной работы, предварительно зарядив его в течение 24 часов.

3.2 Меры безопасности. Работы по техническому обслуживанию следует проводить при отключённом питании конвектора, соблюдая меры безопасности. Для защиты электропроводки и светильники от перегрузок и короткого замыкания на электрощите питания необходимо установить автоматические выключатели.

3.3 Порядок технического обслуживания изделия:

- выключить питание аварийного светильника;
- снять рассеиватель;
- отключить клеммы с аккумулятора и вводных клемм;
- протереть рассеиватель и светильник внутри сухой ветошью;
- остальные действия произвести в обратной последовательности;
- подать напряжение на светильник;
- проверить работоспособность светильника.

3.4 Проверка работоспособности изделия. Работоспособность светильника проверяют в следующем порядке:

- на смонтированный светильник подать напряжение;
- переключатель режимов выставить в положение *АС*;
- проверить светильник – лампы должны светиться, аккумулятор заряжаться;
- переключатель режимов выставить в положение *DC*;
- лампы должны погаснуть, аккумулятор должен заряжаться;
- снять напряжение со светильника – лампы должны светиться;



– проверка работоспособности светильника в режимах *АС* и *DC* не менее 72 часов;

– проверка работоспособности светильника в режиме без напряжения согласно паспортным данным на аккумулятор.

#### 4. Текущий ремонт.

Общие указания. Текущий ремонт могут производить специально обученные специалисты организаций имеющие лицензии и разрешения.

#### 5. Хранение

5.1 Перечень составных частей изделия с ограниченным сроком действия. Люминесцентные лампы подлежат замене на аналогичные по мере выхода их из строя. Аккумулятор рассчитан на срок непрерывной работы в течение четырёх лет. Он должен быть заменен, если светильник не проходит проверку на длительность работы. Аккумулятор может эксплуатироваться и более четырёх лет, если он обеспечивает нормативную длительность освещения в аварийном режиме.

#### 5.2 Утилизация.

При замене люминесцентных ламп следует соблюдать осторожность, так как в них содержится небольшое количество ртути. В случае если лампа разбилась, необходимо проветрить помещение, собрать осколки стеклянной трубки, а место, где была разбита лампа, обработать 0,2% раствором перманганата калия (марганцовки).

**ЗАПРЕЩАТЬСЯ** утилизировать вместе с бытовыми отходами отработавшие свой срок люминесцентные лампы и аккумуляторы.

Их необходимо передать для дальнейшей утилизации в специализированные организации, информацию о которых можно узнать в местных органах управления или на сайте <http://www.greenpeace.org/russia/ru/>. Светильники утилизируются обычным способом.

6. Гарантийные обязательства производителя. Гарантийный срок эксплуатации составляет 12 месяцев со дня продажи при соблюдении потребителем условий эксплуатации. В случае выхода светильника из строя во время гарантийного срока, при соблюдении правил эксплуатации, потребитель предъявляет претензии в соответствии с законодательством Российской Федерации [30].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработана система энергоснабжения офисного здания. В ходе работы произведен расчет электрических нагрузок, выбраны электроустановочные изделия (светильники, розетки). Произведен выбор проводов и кабелей для внешнего и внутреннего электроснабжения дома, выбраны аппараты защиты для сетей внешнего и внутреннего электроснабжения. Произведен расчет токов короткого замыкания в линиях электроснабжения, на основании которого выполнена проверка правильности выбора защитной аппаратуры. Произведен выбор средства учета электроэнергии, а также выбор автономных источников теплоснабжения (как рабочего, так и резервного). Определена категория надежности электроснабжения офисного здания.

В выпускной квалификационной работе также отражены вопросы, касающиеся безопасности человека. В вопросах электробезопасности обоснован выбор защитной аппаратуры линий электроснабжения с применением устройств защитного отключения. Произведен расчет и выбор заземляющих устройств офисного здания, а также расчет и выбор молниезащиты офисного здания. В вопросах пожарной безопасности обоснован выбор марок кабелей, применяемых для системы внутреннего электроснабжения жилого дома.

Таким образом, задачи, поставленные в данной выпускной квалификационной работе, выполнены. Спроектированная система энергоснабжения офисного здания удовлетворяет всем требованиям действующей нормативно-технической документации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Брук А.М Практическая электротехника - Екатеринбург: Средне - Уральское книжное издательство, 2012. - 384с;
2. ВСН 59-88 Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования, Госкомархитектуры. – Москва: Стройиздат.,1990 – 88с;
3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 01.06.2014. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во Стандартиформ, 2014;
4. ГОСТ ИЕС 61140-2012. Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования. – Введ.01.07.2014. Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во Стандартиформ, 2014;
5. ГОСТ Р 50345-2010. Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. – Введ. 01.01.2012. – Москва: Национальный стандарт Российской Федерации; Москва: Изд-во Стандартиформ, 2011;
6. ГОСТ Р 50571.11-96. Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 701. Ванные и душевые помещения. Введ. 01.01.1997. – Москва: Госстандарт РФ; Москва: Изд-во Стандартиформ, 2012;
7. ГОСТ Р 50571.2-94. Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики. – Введ. 10.11.1994. – Москва: Госстандарт РФ; Москва: Изд-во Стандартиформ, 2012;

8. ГОСТ Р 50571.3-2009. Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током. – Введ. 01.01.2011. – Москва: Национальный стандарт Российской Федерации; Москва: Изд-во Стандартиформ, 2011;

9. ГОСТ Р МЭК 60755-2012. Общие требования к защитным устройствам, управляемым дифференциальным (остаточным) током. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Национальный стандарт Российской Федерации; Москва: Изд-во Стандартиформ, 2013;

10. Кабышев А.В. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: учебное пособие/ Кабышев А.В. , Обухов С.Г. - Томск: Изд-во ТПУ, 2006 – 248 с.;

11. Каталог продукции международной группы компаний «Световые технологии», 2008;

12. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Кнорринг Г.М., Фадин И.М., Сидоров В.Н. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-петербург: Энергоатомиздат. Санкт-петербургское отд-ние, 1992. – 448с.: ил.;

13. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: Учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования./ Конюхова Е.А. - Москва: Издательство «Мастерство», 2002.-320 с: ил.;

14. Набатов К.А. Электрические аппараты распределительных устройств низкого напряжения : учебное пособие / Набатов К.А., Афонин В.В. – Тамбов : Изд-во Тамбовский государственный техникум ун-та, 2007. – 96 с. – 100 экз. – ISBN 978-58265-0651-6;

15. Нудлер Г.И. Электротехника и электрооборудование зданий./ Нудлер Г.И., Тульчин И.К. Учебник для техникумов. – Москва: Высшая школа 1978. – 25., ил.;

16. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – Новосибирск, Сиб.унив.изд-во, 2010. – 464 с., ил.;

17. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях, 2010;
18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003;
19. СН541-82 Инструкция по проектированию наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов, 1982;
20. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций, Москва, ЦПТИ ОРГРЭС, 2004. - 2004;
21. СП 31-110-2003. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. – Введ. 01.01.2004. – М.: Госстрой России, 2004;
22. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95, 2011;
23. Шевченко Н. Ю. Проектирование системы электро-снабжения цеха: учеб. Пособие по выполнению курсового проекта / Шевченко Н.Ю., Бахтиаров К. Н. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2015. – 104 с.;
24. Шевченко Н. Ю. Электроснабжение: учеб. пособие по выполнению курсовой работы / Шевченко Н.Ю., Бахтиаров К.Н. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2015. – 92 с.;
25. Шевченко Н. Ю. Электроснабжение: Учебное пособие по проведению практических занятий. Часть II / Шевченко Н. Ю. – ВолгГТУ, Волгоград, 2006. – 77 с.;
26. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. - Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. - 214 с., ил. Профессиональное образование.;

27. Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электро - снабжению 1 В. П. Шеховцов. - 2-е изд. - Москва: ФОРУМ , 2011.- .136 с.- (Профессиональное образование).;

28. Группа компаний IEK//каталог продукции 2016 года [электронный ресурс]. – URL: <http://www.iek.ru/products/catalog> (дата обращения: 29.12.17);

29. Группа компании Энергия // каталог кабельной продукции [электронный ресурс]. – URL: <http://surgutkabel.ru> (дата обращения: 11.01.18).

30. Группа компании Selecta // инструкция по эксплуатации светильник аварийного освещения [электронный ресурс]. – <https://1amper.ru/d/36262/d/instrukciif-emergency.pdf> (дата обращения: 16.01.18).

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схемы электрические

ПРИЛОЖЕНИЕ А.1

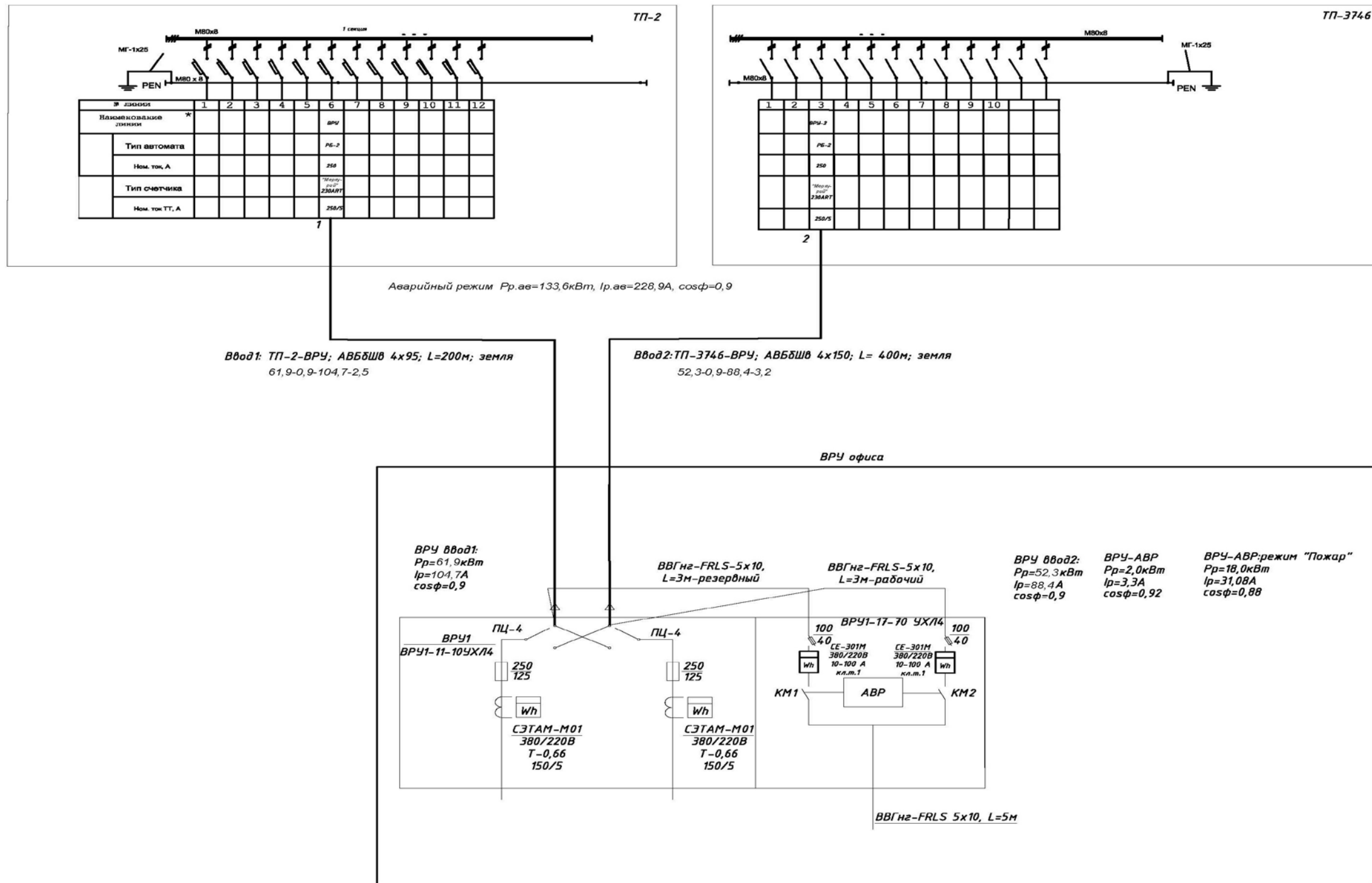


Рисунок А.1 – Схема электрическая однолинейная питающей электрические сети электроснабжения 0,4 кВ.





ПРИЛОЖЕНИЕ А.3

Питающая линия (тип, сечение, длина, ΔU,%, вид прокладки)
Защитный (коммутационный) аппарат на вводе (тип, параметры)
Защитный (коммутационный) аппарат отходящей линии (тип, номинал)
Тип кабеля, сечение кабеля
Параметры отходящей линии

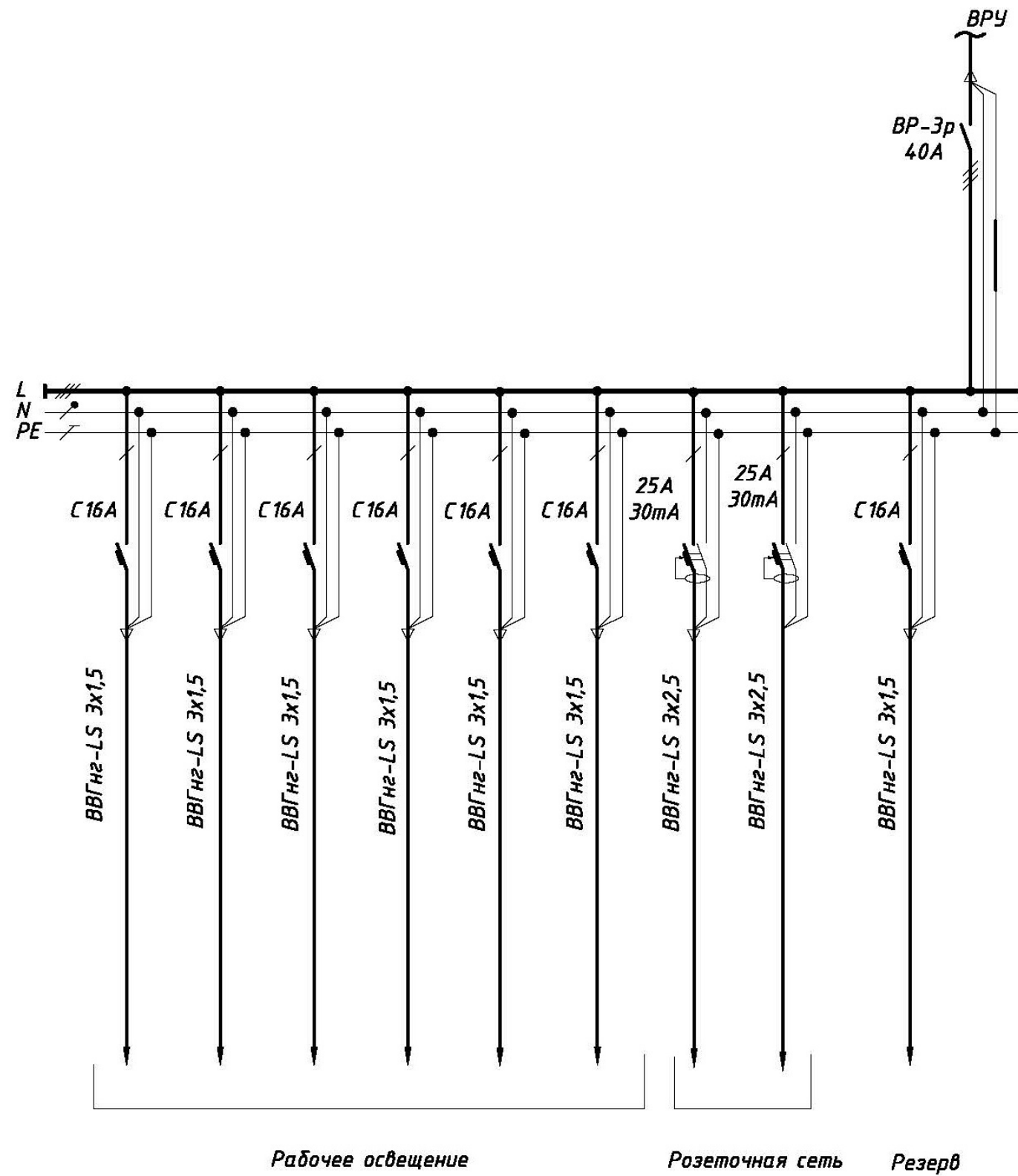


Рисунок А.3 – Принципиальная схема ЩО1, ЩО2

ПРИЛОЖЕНИЕ А.4

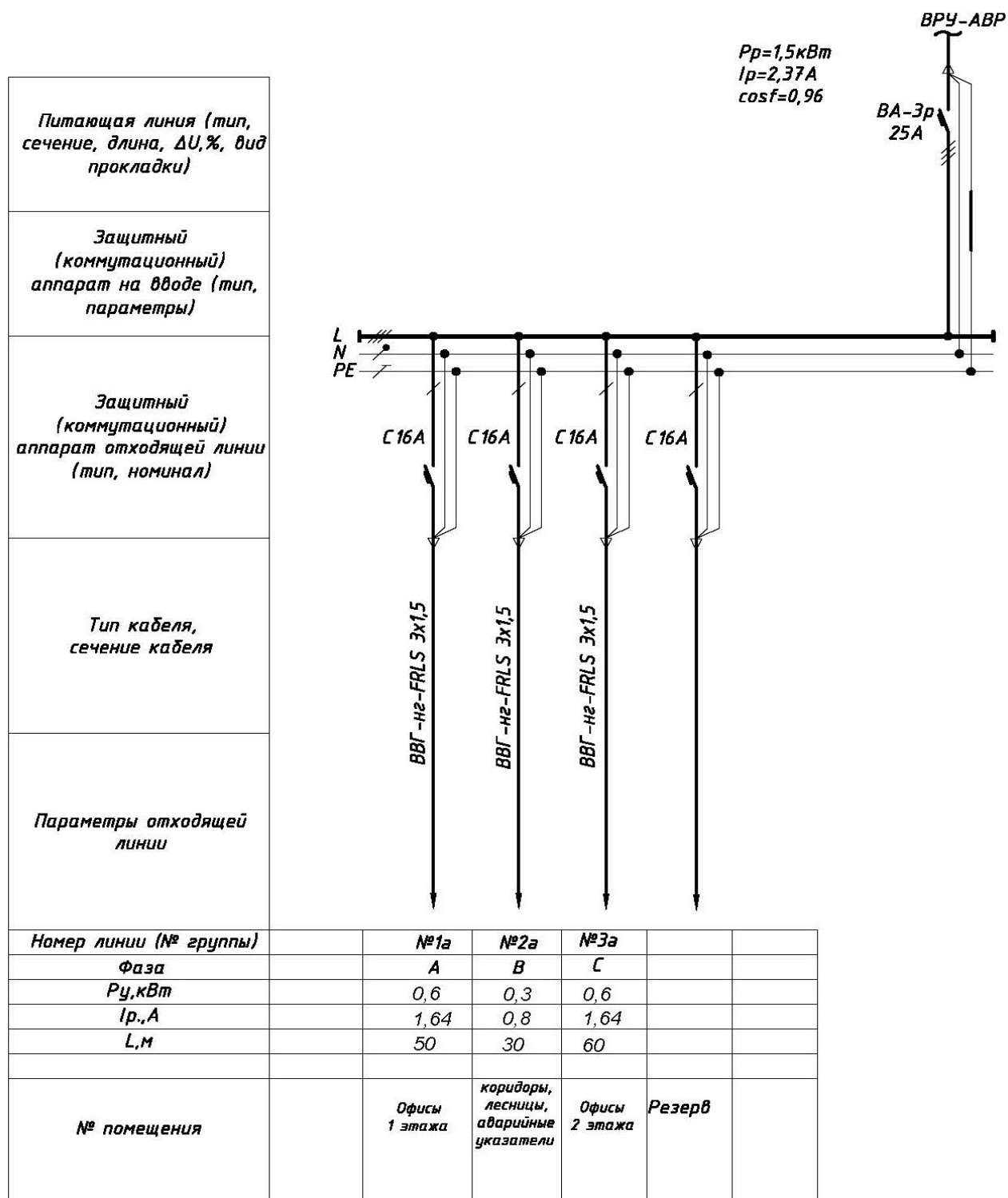


Рисунок А.4 – Принципиальная схема ЩАО

ПРИЛОЖЕНИЕ А.5

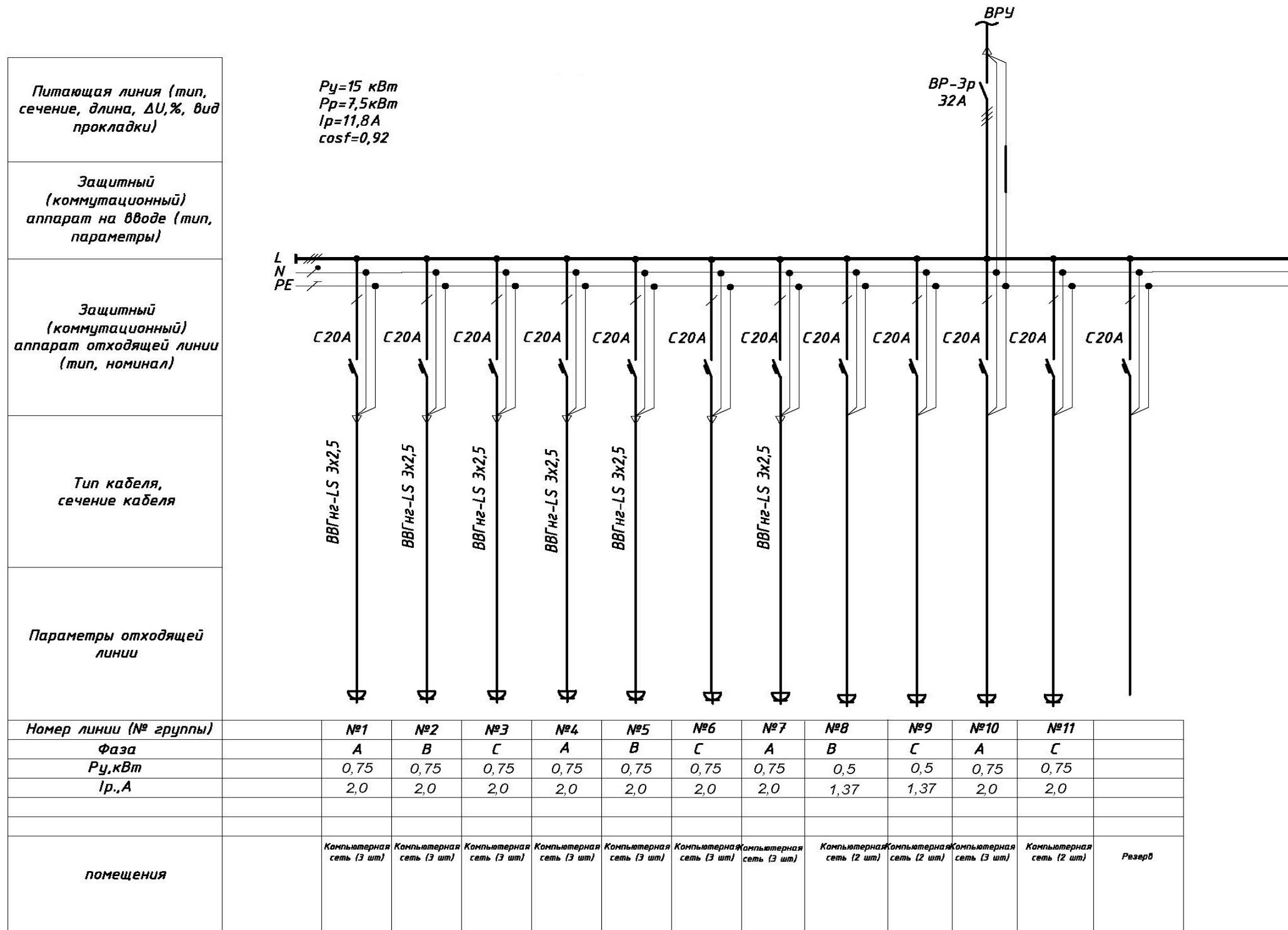


Рисунок А.5 – Принципиальная схема ЩСК1, ЩСК2

ПРИЛОЖЕНИЕ А.6

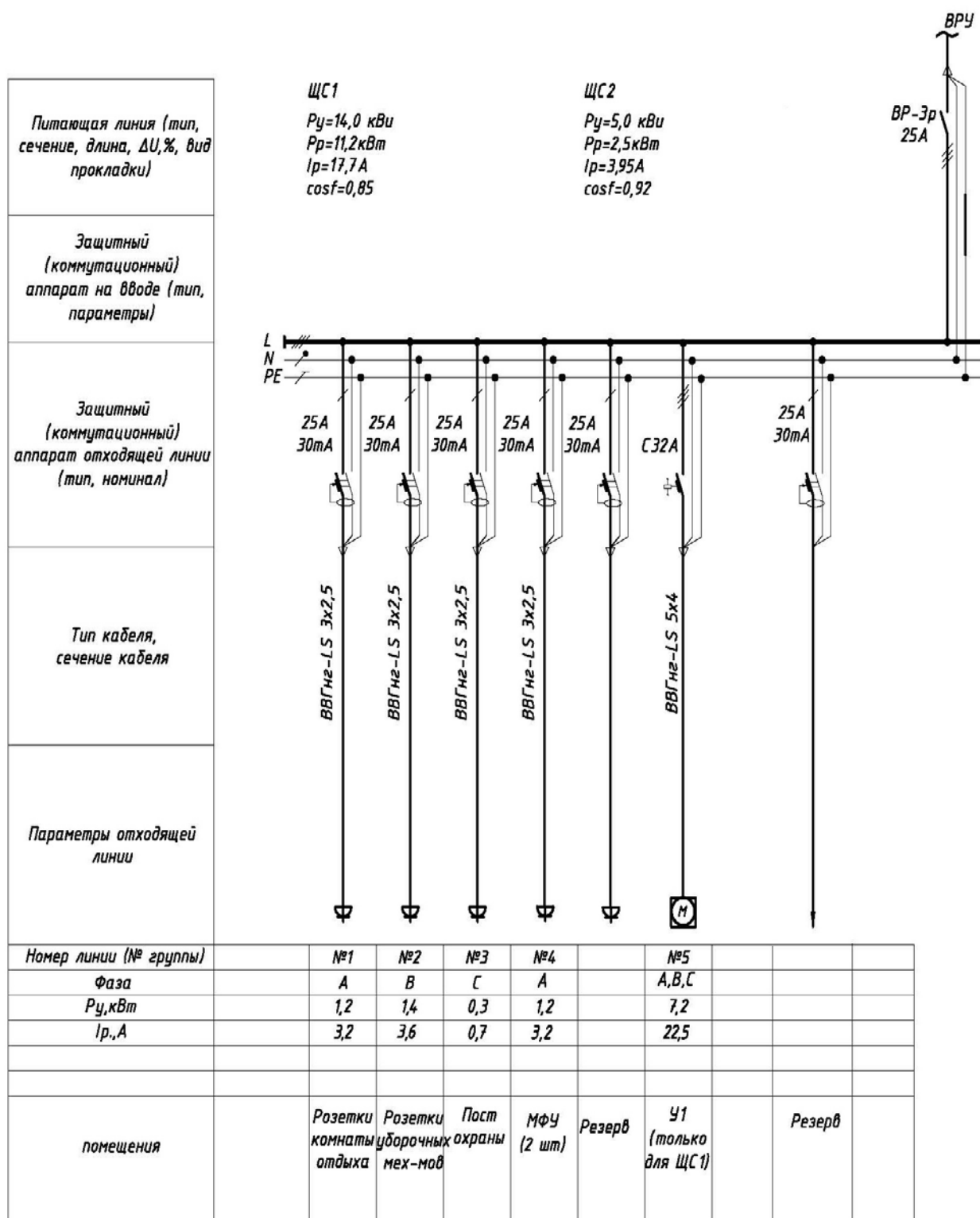


Рисунок А.6 – Принципиальная схема ЩС1, ЩС2

ПРИЛОЖЕНИЕ А.7

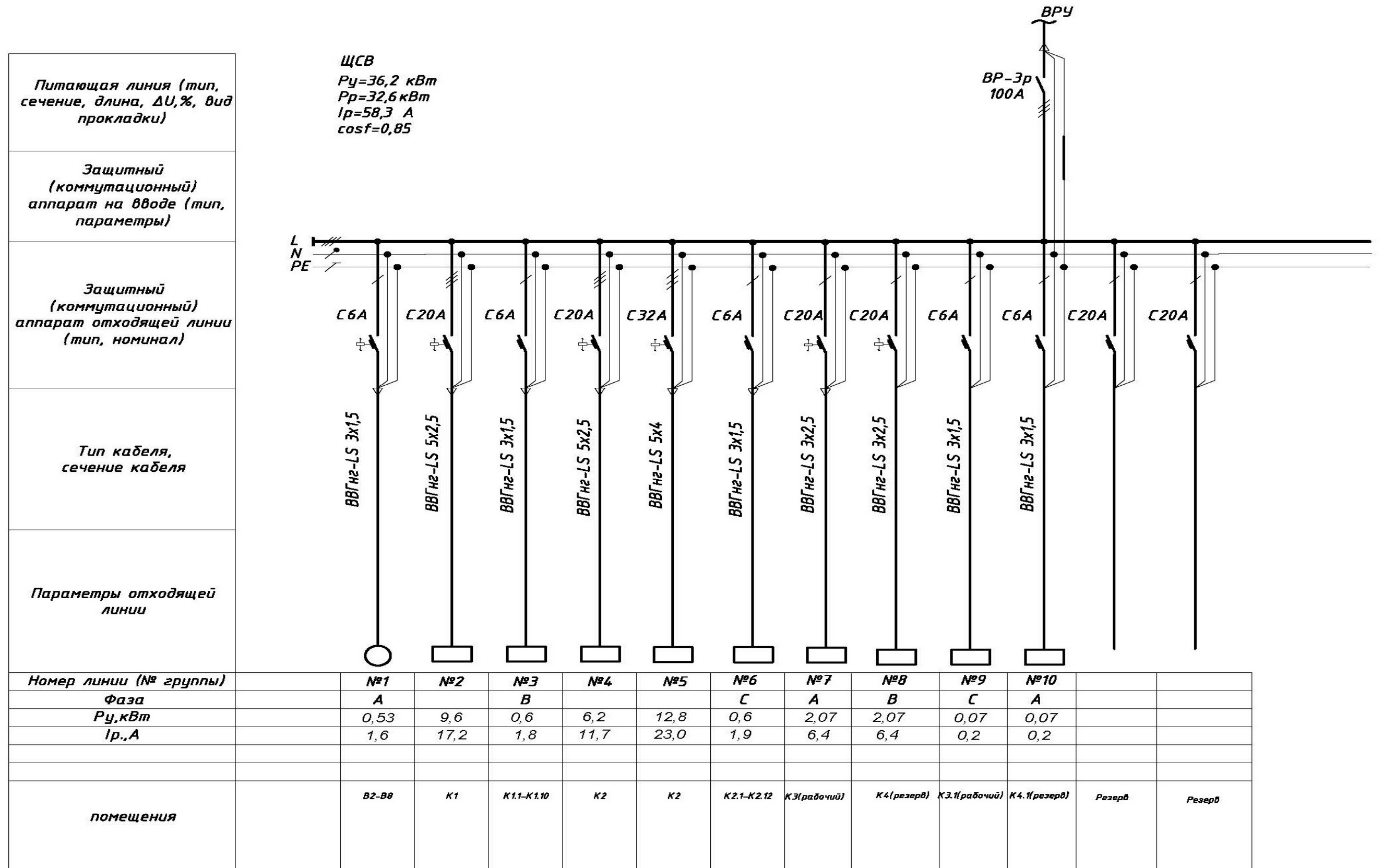


Рисунок А.7 – Принципиальная схема ЩСВ

ПРИЛОЖЕНИЕ А.8

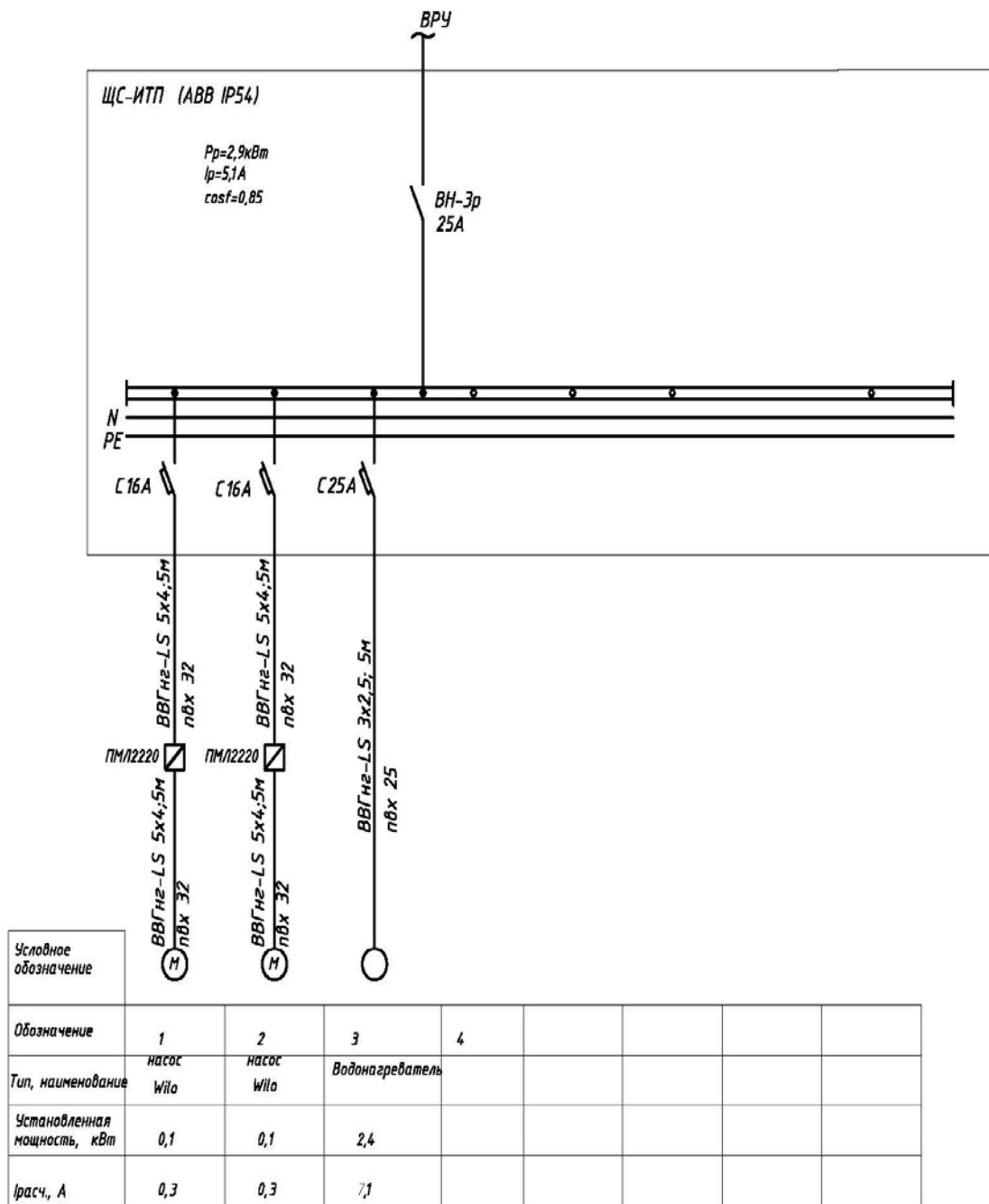
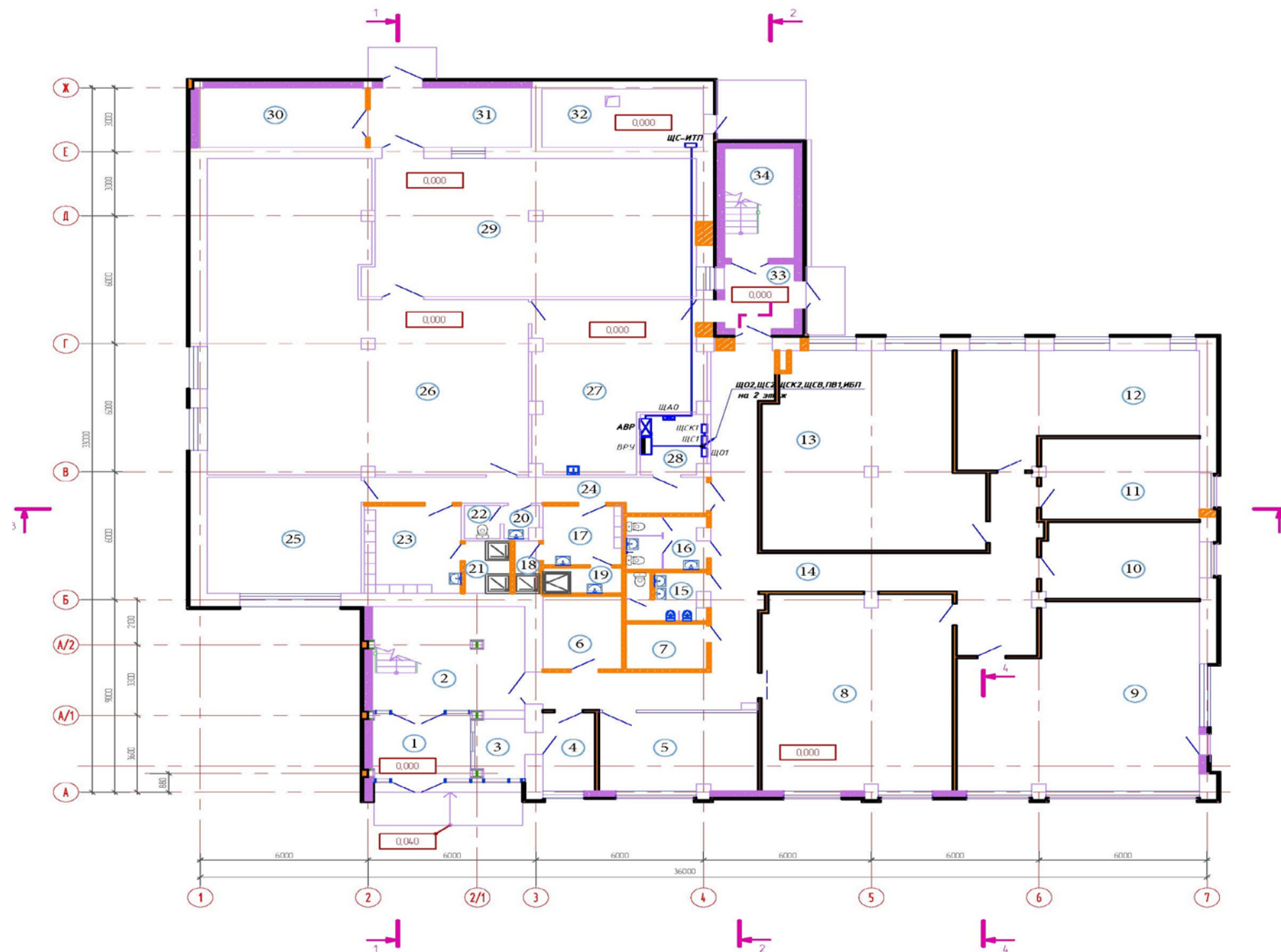


Рисунок А.8 – Принципиальная схема ЩС-ИТП

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

План этажей

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б.1



### ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Номер помещения	Наименование	Площадь, м2	Кат. помещ.
1	Тамбур	9,3	
2	Холл	26,2	
3	Охрана, пост 1	5,4	
4	Охрана, пост 2	7,0	
5	Переговорная	20,7	
6	Гардероб	9,8	
7	Кладовая	6,2	В3
8	Переговорная	60,9	
9	Офисное помещение	70,5	
10	Офисное помещение	20,1	
11	Офисное помещение	21,5	
12	Офисное помещение	39,5	
13	Комната переговоров	66,2	
14	Коридор	73,9	
15	Санузел мужской	6,2	
16	Санузел женский	6,9	
17	Женская раздевалка	8,0	
18	Душевая	2,2	
19	Помещение уборочного инвентаря	3,4	В4
20	Тамбур	1,8	
21	Душевая	4,1	
122	Санузел	2,0	
23	Мужская раздевалка	14,2	
24	Коридор	16,2	
25	Офисное помещение	29,9	
26	Помещение монтажа оборудования	130,5	В3
27	Комната отдыха	40,9	
28	Электрощитовая	6,6	Д
29	Помещение для хранения оборудования	73,6	В3
30	Помещение для хранения металлопроката	17,0	В3
31	Тамбур	16,3	
32	ИТП	14,4	Д
33	Тамбур	6,5	
34	Лестничная клетка	13,3	
		850,9	

Рисунок Б.1- План 1 этажа







# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## План заземления и молниезащиты.

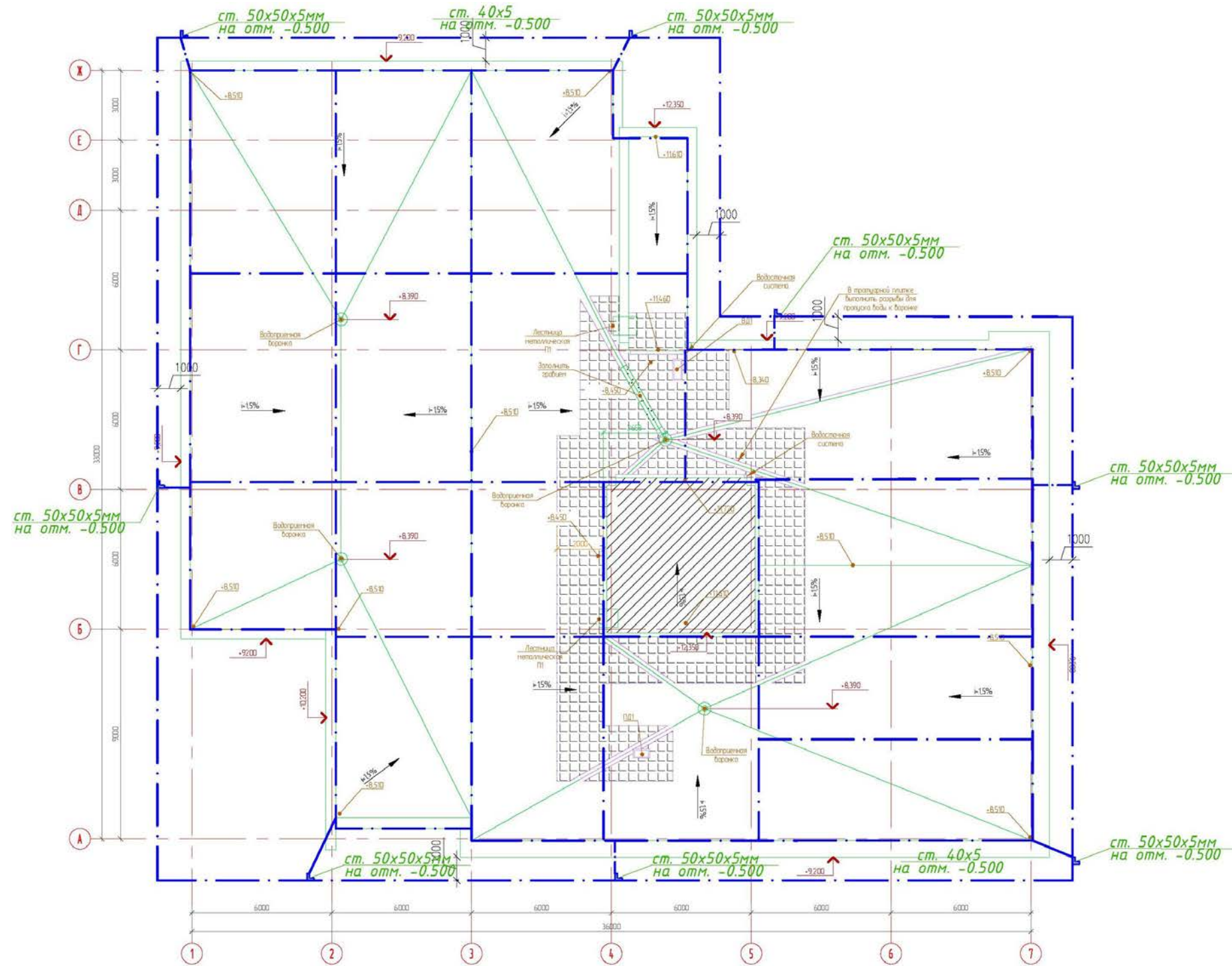


Рисунок Г.1 - План заземления и молниезащиты

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица Д.1 – Сводная ведомость нагрузок по офису

Наименование РУ и электроприёмников	Расчётная удельная нагрузка одной розетки, кВт	Установленная мощность $P_{н\Sigma}$ , кВт	количество, п	$P_{н\Sigma}$ , кВт	Коэффициенты				Расчётная мощность			Расчётный ток, I <sub>p</sub> , А
					K <sub>c</sub>	cosφ	tgφ	Км Кoeffициент несовпадение максимума нагрузок	Активная P <sub>p</sub> , кВт	Реактивная Q <sub>p</sub> , кВар	Полная S <sub>p</sub> , кВА	
1		2	3	4	5	6	7		9	10	11	
<b>ВУ ВВОД 1</b>												
<b>ПВ1</b>		<b>43,10</b>			<b>0,70</b>	<b>0,85</b>	<b>0,62</b>		<b>30,17</b>	<b>18,71</b>	<b>35,50</b>	<b>53,94</b>
<b>ЩО1</b>												
Группа1: рабочее освещение		1,50			0,80	0,95	0,33		1,20	0,40	1,26	3,32
Группа2: рабочее освещение		1,50			0,80	0,95	0,33		1,20	0,40	1,26	3,32
Группа3: рабочее освещение		1,50			0,80	0,95	0,33		1,20	0,40	1,26	3,32
Группа4: рабочее освещение		1,50			0,80	0,95	0,33		1,20	0,40	1,26	3,32
Группа5: рабочее освещение		2,00			0,80	0,95	0,33		1,60	0,53	1,68	4,42
Группа6: рабочее освещение		2,00			0,80	0,95	0,33		1,60	0,53	1,68	4,42

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	
Группа7: розеточная сеть	1,00			0,80	0,98	0,20	0,80	0,16	0,82	2,14
Группа8: К4 (резерв)	2,33			0,89	0,85	0,62	2,07	1,29	2,44	6,40
Группа9: К3.1 (рабочий)	0,08			0,89	0,85	0,62	0,07	0,04	0,08	0,22
Группа10: К4.1 (резерв)	0,08			0,89	0,85	0,62	0,07	0,04	0,08	0,22
<b>Всего по ЩСВ</b>	<b>36,65</b>			<b>0,89</b>	<b>0,85</b>	<b>0,62</b>	<b>32,62</b>	<b>20,22</b>	<b>38,38</b>	<b>58,31</b>
<b>ЩО2</b>										
Группа1: рабочее освещение	1,50			0,80	0,95	0,33	1,20	0,40	1,26	3,32
Группа2: рабочее освещение	1,50			0,80	0,95	0,33	1,20	0,40	1,26	3,32
Группа3: рабочее освещение	1,50			0,80	0,95	0,33	1,20	0,40	1,26	3,32
Группа4: рабочее освещение	1,50			0,80	0,95	0,33	1,20	0,40	1,26	3,32
Группа5: рабочее освещение	2,00			0,80	0,95	0,33	1,60	0,53	1,68	4,42
Группа6: рабочее освещение	2,00			0,80	0,95	0,33	1,60	0,53	1,68	4,42
Группа7: розеточная сеть	1,00			0,80	0,98	0,20	0,80	0,16	0,82	2,14
Группа8: розеточная сеть	1,00			0,80	0,98	0,20	0,80	0,16	0,82	2,14
<b>Всего по ЩО2</b>	<b>12,00</b>			<b>0,80</b>	<b>0,96</b>	<b>0,30</b>	<b>9,60</b>	<b>2,86</b>	<b>10,02</b>	<b>15,22</b>
<b>ЩСК2</b>										
Группа1: компьютерная сеть - 3шт	1,50			0,50	0,96	0,29	0,75	0,22	0,78	2,05
Группа2: компьютерная сеть - 3шт	1,50			0,50	0,96	0,29	0,75	0,22	0,78	2,05

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	
Группа3: компьютерная сеть - 3шт	1,50			0,50	0,96	0,29	0,75	0,22	0,78	2,05
Группа4: компьютерная сеть - 3шт	1,50			0,50	0,96	0,29	0,75	0,22	0,78	2,05
Группа5: компьютерная сеть - 3шт	1,50			0,50	0,96	0,29	0,75	0,22	0,78	2,05
Группа6: компьютерная сеть - 3шт	1,50			0,50	0,96	0,29	0,75	0,22	0,78	2,05
Группа7: компьютерная сеть - 3шт	1,50			0,50	0,96	0,29	0,75	0,22	0,78	2,05
Группа8: компьютерная сеть - 2шт	1,00			0,50	0,96	0,29	0,50	0,15	0,52	1,37
Группа9: компьютерная сеть - 2шт	1,00			0,50	0,96	0,29	0,50	0,15	0,52	1,37
Группа10: компьютерная сеть - 3шт	1,50			0,50	0,96	0,29	0,75	0,22	0,78	2,05
Группа11: компьютерная сеть - 2шт	1,00			0,50	0,96	0,29	0,50	0,15	0,52	1,37
<b>Всего по ЩСК2</b>	<b>15,00</b>			<b>0,50</b>	<b>0,96</b>	<b>0,29</b>	<b>7,50</b>	<b>2,18</b>	<b>7,81</b>	<b>11,86</b>
<b>ЩС2</b>										
Группа1: розетки комнаты отдыха	1,50			0,80	0,98	0,20	1,20	0,24	1,22	3,21
Группа2: розетки уборочных механизмов	1,70			0,80	0,98	0,20	1,36	0,27	1,39	3,64
Группа3: пост охраны	0,30			0,80	0,98	0,20	0,24	0,05	0,24	0,64
Группа4: МФУ - 2шт	1,50			0,80	0,98	0,20	1,20	0,24	1,22	3,21
<b>Всего по ЩС2</b>	<b>5,00</b>			<b>0,50</b>	<b>0,96</b>	<b>0,29</b>	<b>2,50</b>	<b>0,73</b>	<b>2,60</b>	<b>3,95</b>
<b>Итого на ВВОДЕ2</b>	<b>68,65</b>				<b>0,90</b>	<b>0,49</b>	<b>52,22</b>	<b>25,59</b>	<b>58,15</b>	<b>88,35</b>

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	
<b>Итого на ВВОДЕ1 и ВВОДЕ2 рабочий режим</b>							<b>114,07</b>	<b>54,49</b>	<b>127,04</b>	<b>193,02</b>
<b>ВУ АВР</b>										
Группа6: компьютерная сеть - 3шт	1,50			0,50	0,96	0,29	0,75	0,22	0,78	2,05
Группа7: компьютерная сеть - 3шт	1,50			0,50	0,96	0,29	0,75	0,22	0,78	2,05
Группа8: компьютерная сеть - 2шт	1,00			0,50	0,96	0,29	0,50	0,15	0,52	1,37
Группа9: компьютерная сеть - 2шт	1,00			0,50	0,96	0,29	0,50	0,15	0,52	1,37
Группа10: компьютерная сеть - 3шт	1,50			0,50	0,96	0,29	0,75	0,22	0,78	2,05
Группа11: компьютерная сеть - 2шт	1,00			0,50	0,96	0,29	0,50	0,15	0,52	1,37
<b>Всего по ЩСК2</b>	<b>15,00</b>			<b>0,50</b>	<b>0,96</b>	<b>0,29</b>	<b>7,50</b>	<b>2,18</b>	<b>7,81</b>	<b>11,86</b>
<b>ЩС2</b>										
Группа1: розетки комнаты отдыха	1,50			0,80	0,98	0,20	1,20	0,24	1,22	3,21
Группа2: розетки уборочных механизмов	1,70			0,80	0,98	0,20	1,36	0,27	1,39	3,64
Группа3: пост охраны	0,30			0,80	0,98	0,20	0,24	0,05	0,24	0,64
Группа4: МФУ - 2шт	1,50			0,80	0,98	0,20	1,20	0,24	1,22	3,21
<b>Всего по ЩС2</b>	<b>5,00</b>			<b>0,50</b>	<b>0,96</b>	<b>0,29</b>	<b>2,50</b>	<b>0,73</b>	<b>2,60</b>	<b>3,95</b>
<b>Итого на ВВОДЕ2</b>	<b>68,65</b>				<b>0,90</b>	<b>0,49</b>	<b>52,22</b>	<b>25,59</b>	<b>58,15</b>	<b>88,35</b>

## Окончание таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	
<b>Итого на ВВОДЕ1 и ВВОДЕ2 рабочий режим</b>							<b>114,07</b>	<b>54,49</b>	<b>127,04</b>	<b>193,02</b>
<b>ВУ АВР</b>										
<b>ПР8503</b>										
<b>ЩАО</b>										
Группа1: освещение: офисы 1этажа	0,60			1,00	0,96	0,29	0,60	0,17	0,62	1,64
Группа2: освещение: коридоры, лестницы, аварийные указатели	0,30			1,00	0,96	0,29	0,30	0,09	0,31	0,82
Группа3: освещение: офисы 2 этаж	0,60			1,00	0,96	0,29	0,60	0,17	0,62	1,64
<b>Всего по ЩАО</b>	<b>1,50</b>			<b>1,00</b>	<b>0,96</b>	<b>0,29</b>	<b>1,50</b>	<b>0,44</b>	<b>1,56</b>	<b>2,37</b>
<b>ПС</b>	<b>0,50</b>			<b>1,00</b>	<b>0,85</b>	<b>0,62</b>	<b>0,50</b>	<b>0,31</b>	<b>0,59</b>	<b>0,89</b>
<b>ИБП</b>	<b>8,00</b>			<b>1,00</b>	<b>0,90</b>	<b>0,48</b>	<b>8,00</b>	<b>3,84</b>	<b>8,87</b>	<b>13,48</b>
<b>ВД1</b>					<b>0,85</b>		<b>5,00</b>	<b>3,05</b>	<b>5,86</b>	<b>8,90</b>
<b>ПД1</b>					<b>0,85</b>		<b>3,00</b>	<b>1,91</b>	<b>3,55</b>	<b>5,40</b>
<b>Огнезадерживающие клапана</b>					<b>0,85</b>		<b>0,02</b>	<b>0,53</b>	<b>0,53</b>	<b>0,80</b>
<b>Всего по ПР8503</b>					<b>0,87</b>		<b>19,52</b>	<b>10,50</b>	<b>22,52</b>	<b>35,95</b>
<b>Аварийный режим</b>							<b>133,58</b>	<b>65,00</b>	<b>149,56</b>	<b>228,97</b>



Таблица Д.2 – Выбор автоматических выключателей

Наименование РУ и электроприёмников	Тип аппарата	Напряжение, В	Номинальный ток аппарата, А	Номинальный расчётный ток аппарата, А	Ток уставки, А	Ток уставки к.з., А	Ток отключающий, кА
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ВУ ВВОД 1</b>							
<b>ПВ1</b>	<b>ВА47-100-3</b>	<b>380</b>	<b>100</b>	<b>63</b>	1,45	6	6
<b>ЩО1</b>							
Группа1: рабочее освещение	ВА47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа2: рабочее освещение	ВА47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа3: рабочее освещение	ВА47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа4: рабочее освещение	ВА47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа5: рабочее освещение	ВА47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа6: рабочее освещение	ВА47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа7: розеточная сеть	ВА47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа8: розеточная сеть	ВА47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
<b>Всего по ЩО1</b>	<b>ВА47-29-3</b>	<b>380</b>	63	<b>16</b>	1,45	6	4,5
<b>ЩС1</b>							
Группа1: розетки комнаты отдыха	ВА47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа2: розетки уборочных механизмов	ВА47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа3: пост охраны	ВА47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа4: МФУ - 2шт	ВА47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа5: У1 - двигатель вентилятора	ВА47-29-3	380	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
<b>Всего по ЩС1</b>	<b>ВА47-29-3</b>	<b>380</b>	<b>63</b>	<b>20</b>	1,45	6	4,5
<b>ЩСК1</b>							
Группа1: компьютерная сеть - 3шт	ВА47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа2: компьютерная сеть - 3шт	ВА47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа3: компьютерная сеть - 3шт	ВА47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа4: компьютерная сеть - 3шт	ВА47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Группа5: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа6: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа7: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа8: компьютерная сеть - 2шт	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа9: компьютерная сеть - 2шт	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа10: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа11: компьютерная сеть - 2шт	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
<b>Всего по ЩСК1</b>	<b>BA47-29-3</b>	<b>380</b>	63	<b>16</b>	1,45	6	4,5
<b>ЩС-ИТП</b>							
Группа1: насос Wilo	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа2: насос Wilo	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа3: водонагреватель	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
<b>Всего по ЩС-ИТП</b>	<b>BA47-29-3</b>	<b>380</b>	63	<b>10</b>	1,45	6	4,5
<b>Наружное освещение</b>	<b>BA47-29-1</b>	<b>220</b>	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
<b>Итого на ВВОДЕ1</b>	<b>BA88-33</b>	<b>380</b>	<b>160</b>	<b>125</b>	10	17, 5	35
<b>ВУ ВВОД2</b>							
<b>ЩСВ</b>							
Группа 1: В2-В8	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа 2: К1	<b>BA47-29-3</b>	380	63	<b>25</b>	1,45	6	4,5
Группа 3: К1.1 - К1.10	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа 4: К2	<b>BA47-29-3</b>	380	63	<b>16</b>	1,45	6	4,5
Группа 5: К2	<b>BA47-29-3</b>	380	63	<b>32</b>	1,45	6	4,5
Группа 6: К2.1 - К2.12	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа 7: К3 (рабочий)	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа 8: К4 (резерв)	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа 9: К3.1 (рабочий)	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа10: К4.1 (резерв)	BA47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
<b>Всего по ЩСВ</b>	<b>BA47-100-3</b>	<b>380</b>	<b>100</b>	<b>80</b>	1,45	6	6
<b>ЩО2</b>							

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Группа 1: рабочее освещение	BA47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа 2: рабочее освещение	BA47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа 3: рабочее освещение	BA47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа 4: рабочее освещение	BA47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа 5: рабочее освещение	BA47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа 6: рабочее освещение	BA47-29-1	220	63	<b>6</b>	1,45	6	4,5
Группа 7: розеточная сеть	BA47-29-1	220	63	<b>16</b>	1,45	6	4,5
Группа 8: розеточная сеть	BA47-29-1	220	63	<b>16</b>	1,45	6	4,5
<b>Всего по ЩО2</b>	<b>BA47-29-3</b>	<b>380</b>	63	<b>32</b>	1,45	6	4,5
<b>ЩСК2</b>							
Группа 1: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
Группа 2: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
Группа 3: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
Группа 4: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
Группа 5: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
Группа 6: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
Группа 7: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
Группа 8: компьютерная сеть - 2шт	BA47-29-1	220	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
Группа 9: компьютерная сеть - 2шт	BA47-29-1	220	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
Группа 10: компьютерная сеть - 3шт	BA47-29-1	220	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
Группа 11: компьютерная сеть - 2шт	BA47-29-1	220	63	<b>20</b>	1,45	6	4,5
<b>Всего по ЩСК2</b>	<b>BA47-29-3</b>	<b>380</b>	63	<b>32</b>	1,45	6	4,5
<b>ЩС2</b>							
Группа 1: розетки комнаты отдыха	BA47-29-1	220	63	<b>25</b>	1,45	6	4,5
Группа 2: розетки уборочных механизмов	BA47-29-1	220	63	<b>25</b>	1,45	6	4,5
Группа 3: пост охраны	BA47-29-1	220	63	<b>25</b>	1,45	6	4,5
Группа 4: МФУ - 2шт	BA47-29-1	220	63	<b>25</b>	1,45	6	4,5
<b>Всего по ЩС2</b>	<b>BA47-29-3</b>	<b>380</b>	63	<b>32</b>	1,45	6	4,5
<b>Итого на ВВОДЕ2</b>	<b>BA88-32</b>	<b>380</b>	<b>125</b>	<b>100</b>	10	12,5	25

Окончание таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Итого на ВВОДЕ1 и ВВОДЕ2 рабочий режим</b>							
<b>ВУ АВР</b>							
<b>ПР8503</b>							
<b>ЩАО</b>							
Группа1: освещение: офисы 1этажа	ВА47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа2: освещение: коридоры, лестничные проемы, аварийные указатели	ВА47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
Группа3: освещение: офисы 2 этаж	ВА47-29-1	220	63	6	1,45	6	4,5
<b>Всего по ЩАО</b>	<b>ВА47-29-3</b>	<b>380</b>	<b>63</b>	<b>16</b>	<b>1,45</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>
<b>ПС</b>	<b>ВА47-29-3</b>	<b>380</b>	<b>63</b>	<b>10</b>	<b>1,45</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>
<b>ИБП</b>	<b>ВА47-29-3</b>	<b>380</b>	<b>63</b>	<b>16</b>	<b>1,45</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>
<b>ВД1</b>	<b>ВА47-29-3</b>	<b>380</b>	<b>63</b>	<b>10</b>	<b>1,45</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>
<b>ПД1</b>	<b>ВА47-29-3</b>	<b>380</b>	<b>63</b>	<b>10</b>	<b>1,45</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>
<b>Огнезадерживающие клапана</b>	<b>ВА47-29-1</b>	<b>220</b>	<b>63</b>	<b>6</b>	<b>1,45</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>
<b>Всего по ПР8503</b>	<b>ВА47-29-3</b>	<b>380</b>	<b>63</b>	<b>40</b>	<b>1,45</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>
<b>Всего по ЭУ щитовой ТП №2</b>	<b>ВА88-35</b>	<b>380</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>35</b>
<b>Всего по ЭУ щитовой ТП №3746</b>	<b>ВА88-35</b>	<b>380</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>35</b>

Таблица Д.3 – Выбор типа, марки кабеля

Наименование РУ и электроприёмников	длина кабеля, м	$\Delta U, \%$	Тип, марка кабеля	Сечение кабеля
1	2	3	4	5
<b>ВУ ВВОД 1</b>				
<b>ПВ1</b>	<b>25</b>	<b>0,37</b>	<b>ВВГнг 4x25</b>	<b>25</b>
<b>ЩО1</b>				
Группа1: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	
Группа2: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	
Группа3: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	
Группа4: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	
Группа5: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	
Группа6: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	
Группа7: розеточная сеть			ВВГнг 3x2,5	
Группа8: розеточная сеть			ВВГнг 3x2,5	
<b>Всего по ЩО1</b>	<b>5</b>	<b>0,15</b>	<b>ВВГнг 5x4</b>	<b>4</b>
<b>ЩС1</b>				
Группа1: розетки комнаты отдыха			ВВГнг 3x2,5	
Группа2: розетки уборочных механизмов			ВВГнг 3x2,5	
Группа3: пост охраны			ВВГнг 3x2,5	
Группа4: МФУ - 2шт			ВВГнг 3x2,5	
Группа5: У1 - двигатель вентилятора			ВВГнг 4x2,5	
<b>Всего по ЩС1</b>	<b>5</b>	<b>0,17</b>	<b>ВВГнг 5x4</b>	<b>4</b>
<b>ЩСК1</b>				
Группа1: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг 3x2,5	
Группа2: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг 3x2,5	
Группа3: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг 3x2,5	
Группа4: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг 3x2,5	

Продолжение таблицы Д.3

1	2	3	4	5
Группа5: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг 3x2,5	
Группа6: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг 3x2,5	
Группа7: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг 3x2,5	
Группа8: компьютерная сеть - 2шт			ВВГнг 3x2,5	
Группа9: компьютерная сеть - 2шт			ВВГнг 3x2,5	
Группа10: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг 3x2,5	
Группа11: компьютерная сеть - 2шт			ВВГнг 3x2,5	
<b>Всего по ЩСК1</b>	<b>5</b>	<b>0,11</b>	<b>ВВГнг 5x4</b>	<b>4</b>
<b>ЩС-ИТП</b>				
Группа1: насос Wilo			ВВГнг 3x1,5	
Группа2: насос Wilo			ВВГнг 3x1,5	
Группа3: водонагреватель			ВВГнг3x2,5	
<b>Всего по ЩС-ИТП</b>	<b>25</b>	<b>0,22</b>	<b>ВВГнг 5x4</b>	<b>4</b>
<b>Наружное освещение</b>	<b>35</b>	<b>0,15</b>	<b>ВВГнг 3x2,5</b>	<b>2,5</b>
<b>Итого на ВВОДЕ1</b>	<b>4</b>	<b>0,09</b>	<b>ВВГнг 5x35</b>	<b>35</b>
<b>ВУ ВВОД2</b>				
<b>ЩСВ</b>				
Группа1: В2-В8			ВВГнг 3x1,5	
Группа2: К1			ВВГнг 5x4	
Группа3: К1.1 - К1.10			ВВГнг 3x1,5	
Группа4: К2			ВВГнг 5x4	
Группа5: К2			ВВГнг 5x6	
Группа6: К2.1 - К2.12			ВВГнг 3x1,5	
Группа7: К3 (рабочий)			ВВГнг 3x1,5	
Группа8: К4 (резерв)			ВВГнг 3x1,5	
Группа9: К3.1 (рабочий)			ВВГнг 3x1,5	
Группа10: К4.1 (резерв)			ВВГнг 3x1,5	
<b>Всего по ЩСВ</b>	<b>15</b>	<b>0,24</b>	<b>ВВГнг 5x25</b>	<b>25</b>
<b>ЩО2</b>				
Группа1: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	

Продолжение таблицы Д.3

1	2	3	4	5
Группа2: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	
Группа3: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	
Группа4: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	
Группа5: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	
Группа6: рабочее освещение			ВВГнг 3x1,5	
Группа7: розеточная сеть			ВВГнг3x2,5	
Группа8: розеточная сеть			ВВГнг3x2,5	
<b>Всего по ЩО2</b>	<b>10</b>	<b>0,29</b>	<b>ВВГнг5x4</b>	<b>4</b>
<b>ЩСК2</b>				
Группа1: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг3x2,5	
Группа2: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг3x2,5	
Группа3: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг3x2,5	
Группа4: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг3x2,5	
Группа5: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг3x2,5	
Группа6: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг3x2,5	
Группа7: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг3x2,5	
Группа8: компьютерная сеть - 2шт			ВВГнг3x2,5	
Группа9: компьютерная сеть - 2шт			ВВГнг3x2,5	
Группа10: компьютерная сеть - 3шт			ВВГнг3x2,5	
Группа11: компьютерная сеть - 2шт			ВВГнг3x2,5	
<b>Всего по ЩСК2</b>	<b>10</b>	<b>0,23</b>	<b>ВВГнг5x4</b>	<b>4</b>
<b>ЩС2</b>				
Группа1: розетки комнаты отдыха			ВВГнг3x2,5	
Группа2: розетки уборочных механизмов			ВВГнг3x2,5	
Группа3: пост охраны			ВВГнг3x2,5	
Группа4: МФУ - 2шт			ВВГнг3x2,5	
<b>Всего по ЩС2</b>	<b>10</b>	<b>0,08</b>	<b>ВВГнг5x4</b>	<b>4</b>
<b>Итого на ВВОДЕ2</b>	<b>4</b>	<b>0,07</b>	<b>ВВГнг5x35</b>	<b>35</b>

Окончание таблицы Д.3

1	2	3	4	5
<b>Итого на ВВОДЕ1 и ВВОДЕ2 рабочий режим</b>				
<b>ВУ АВР</b>				
<b>ВУ АВР</b>				
<b>ПР8503</b>				
<b>ЩАО</b>				
Группа1: освещение: офисы 1этажа			ВВГнг3х1,5	
Группа2: освещение: коридоры, лестницы, аварийные указатели			ВВГнг3х1,5	
Группа3: освещение: офисы 2 этаж			ВВГнг3х1,5	
<b>Всего по ЩАО</b>	<b>5</b>	<b>0,02</b>	<b>ВВГнг FRLS 5х4</b>	<b>4</b>
<b>ПС</b>	<b>15</b>	<b>0,04</b>	<b>ВВГнг FRLS 3х2,5</b>	<b>2,5</b>
<b>ИБП</b>	<b>10</b>	<b>0,24</b>	<b>ВВГнг FRLS 5х4</b>	<b>4</b>
<b>ВД1</b>	<b>20</b>	<b>0,30</b>	<b>ВВГнг FRLS 5х4</b>	<b>4</b>
<b>ПД1</b>	<b>20</b>	<b>0,18</b>	<b>ВВГнг FRLS 5х4</b>	<b>4</b>
<b>Огнезадерживающие клапана</b>	<b>25</b>	<b>0,16</b>	<b>ВВГнг FRLS 3х1,5</b>	<b>1,5</b>
<b>Всего по ПР8503</b>	<b>4</b>	<b>0,10</b>	<b>ВВГнг FRLS 5х10</b>	<b>10</b>
<b>Всего по ЭУ щитовой ТП №2</b>	<b>200</b>	<b>2,85</b>	<b>АВБбШв 4х95</b>	<b>95</b>
<b>Всего по ЭУ щитовой ТП №3746</b>	<b>400</b>	<b>1,69</b>	<b>АВБбШв 4х150</b>	<b>150</b>