

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра Электроснабжение и электротехника

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Электроснабжение многоквартирного жилого дома, предназначенного для  
служебного жилья

Обучающийся

С.Г. Сманцер

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, А.Н. Черненко

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

## Аннотация

В работе были рассмотрены вопросы электроснабжения многоквартирного жилого дома.

Основное электроснабжение дома предусмотрено от существующей трансформаторной подстанции, а в качестве резервного источника выбрана дизельная электростанция.

В результате определения расчётных нагрузок было установлено, что максимальная нагрузка составляет 54 кВт, а расчетная мощность 52 кВт.

Рассчитаны значения однофазных токов короткого замыкания в различных точках схемы. «Защита кабелей от токов перегрузки и токов короткого замыкания выполнена автоматическими выключателями с комбинированным расцепителем» [12]. В работе выбраны сечения кабелей, а также номинальные токи и токи расцепителей автоматических выключателей.

Для защиты от поражения ударом молнии на крыше здания устанавливается молниеприёмная сетка. В качестве наружного контура заземления принята оцинкованная полосовая сталь и вертикальные электроды из оцинкованной круглой стали, при этом сопротивление ЗУ не превышает 10 Ом.

Для внутреннего освещения используются светодиодные светильники, а их количество и мощность рассчитаны исходя из норм освещенности.

Бакалаврская работа состоит из пояснительной записки объемом 58 страниц текста и графической части, выполненной на 6 листах формата А1.

## Содержание

Введение .....	4
1 Характеристика внешних источников электроснабжения и выбор внутренней схемы электроснабжения многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья .....	6
2 Определение расчетной нагрузки по зданию многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья .....	10
3 Требования к надежности электроснабжения и качеству поставляемой электроэнергии для здания многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья .....	14
4 Заземление и молниезащита здания многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья .....	35
5 Выбор проводников и осветительной арматуры для многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья .....	40
6 Определение параметров систем освещения здания многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья .....	43
7 Определение характеристик резервного источника электрической энергии .....	47
Заключение .....	51
Список используемой литературы и используемых источников .....	55

## Введение

Многоквартирный жилой дом, предназначенный для служебного жилья отдельных категорий граждан, расположенный в городе Павлово, Павловского района, Нижегородской области.

Местоположение строительной площадки ограничено с севера улицей Загородной, с юга Лесной улицей, с востока Стахановской улицей, с запада Огородным переулком.

Характеристика объекта - площадь земельного участка под размещение жилого дома – 4 400 м<sup>2</sup>. Этажность жилого дома – 3 надземных этажа с чердаком и подвалом. Количество квартир – 12 шт. двухкомнатных квартир для служебного жилья с общей площадью не менее 45 кв.м.

На рисунке 1 представлена ситуационная схема планируемого размещения жилого дома.

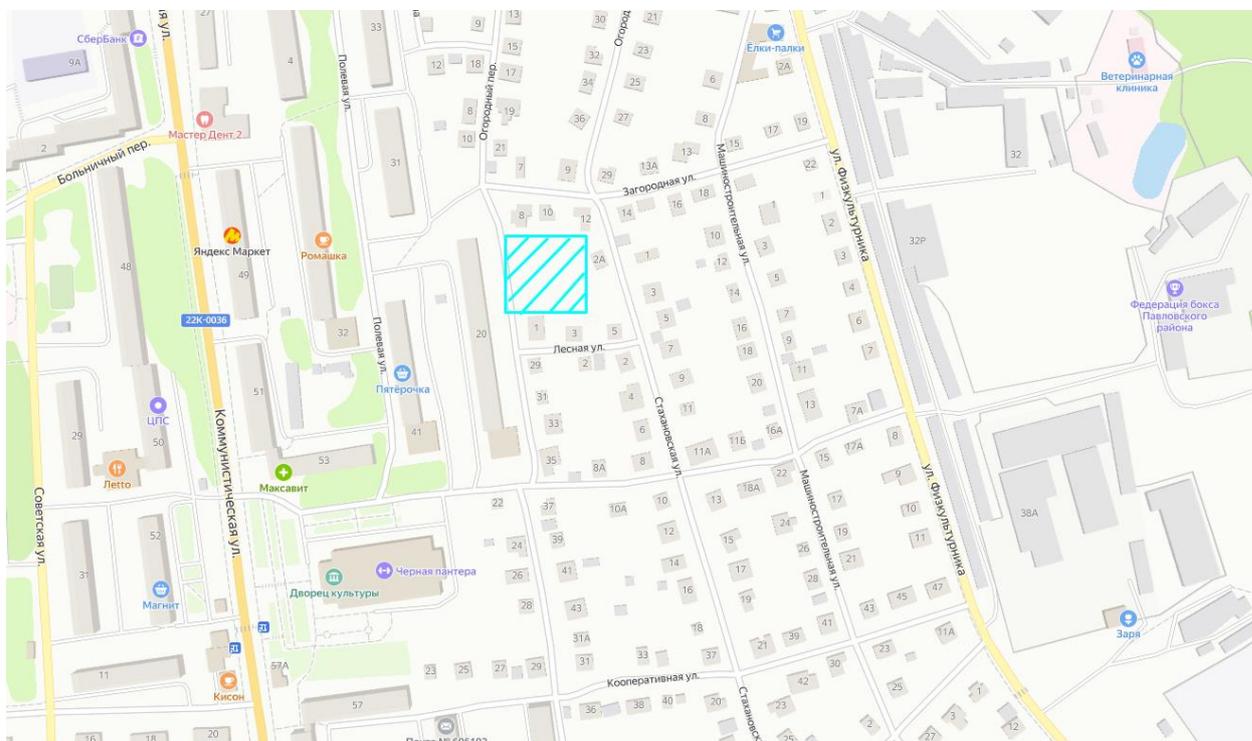


Рисунок 1 - Ситуационная схема

В таблице 1 приведены сведения о потребности объекта капитального строительства в топливе, газе, воде и электрической энергии.

Таблица 1 - Сведения о потребности объекта капитального строительства в топливе, газе, воде и электрической энергии

Наименование системы	Показатели		
Отопление	21,316 кВт		
Вентиляция	-		
ГВС	-		
Водоснабжение, в т.ч.	-		
Хозяйственно-питьевые нужды:	5,76 м <sup>3</sup> /сут	1,752 м <sup>3</sup> /ч	0,903 л/сек
-холодная вода	5,76 м <sup>3</sup> /сут	1,752 м <sup>3</sup> /ч	0,903 л/сек
-горячее водоснабжение	5,76 м <sup>3</sup> /сут	1,752 м <sup>3</sup> /ч	0,903 л/сек
Пожаротушение	-		
- внутреннее пожаротушение	-	1,752 м <sup>3</sup> /ч	0,903 л/сек
- наружное пожаротушение	-	-	15,00 л/сек
Расход на полив зеленых насаждений и усовершенствования покрытий	0,064 м <sup>3</sup> /сут		
Канализация	5,76 м <sup>3</sup> /сут	1,752 м <sup>3</sup> /ч	2,50 л/сек
Заявленная электрическая мощность	54,54 кВт		

Целью бакалаврской работы является проектирование надежной и экономичной системы электроснабжения многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья.

## **1 Характеристика внешних источников электроснабжения и выбор внутренней схемы электроснабжения многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья**

Электроснабжение многоквартирного жилого дома предусматривается по III категории надежности, от существующего РУ-0,4 кВ КТП-10/0,4 кВ №2С4. По II категории от установленной дизельной электростанции ДЭС, расположенной на территории жилого дома.

Точка присоединения: вновь построенная ЛЭП-0,4кВ от РУ-0,4кВ КТП-10/0,4кВ №2С4.

Основной источник питания: РУ-0,4кВ КТП-10/0,4кВ №2С4 (ЛЭП-10кВ Ф №2С ПС 110кВ).

Резервный источник питания: автономный резервный источник питания (для энергопринимающих устройств, отнесенных ко II категории надежности электроснабжении) типа ДГУ-АД60С-Т400. Дизельная станция в контейнерном исполнении. Дизельный двигатель на напряжение 230/400В, мощностью 60кВт. Оборудован системами обеспечения; с непосредственным впрыском топлива, водовоздушным охлаждением и регулятором частоты вращения.

«Система электропитания с аккумуляторными батареями, генератором, пусковым стартером. Шкаф управления с автоматическим запуском. Система управления серии «Славянка», которая реализована на базе современного цифрового контроллера Vernini серии VE 42.

Основные функции системы управления:

- автоматический пуск/останов управления;
- измерение параметров сети и параметров работы электростанции;
- сигнализация о нежелательных условиях, которые не влияют на работу электростанции и служат для привлечения внимания оператора;
- отключение и останов электростанции при возникновении условий,

критических для работы электростанции.

Вторая степень автоматизации:

- дистанционное автоматизированное и (или) автоматическое управление пуском, остановкой, предпусковыми и послеостановочными операциями;
- автоматический прием нагрузки при автономной работе или выдача сигнала о готовности к приему нагрузки;
- автоматическая подзарядка АКБ, обеспечивающая пуск и питание средств автоматизации;
- автоматическое поддержание двигателя в готовности к быстрому приему нагрузки;
- автоматизированный экстренный пуск и (или) остановка;
- исполнительная сигнализация» [15].

Прокладка кабельной линии от ДЭС к ВРУ осуществляется кабелем марки АВБбШв(А)-LS-1,0 в п/э трубах, в земле в траншее на глубине 1,0м от планировочной отметки земли. Выполнена установка и подключение АВР 100А во ВРУ здания. В РУ-0,4 кВ КТП №2С4 предусмотрена установка дополнительного автоматического выключателя типа MD160N-MR1-125А. Схема внешнего электроснабжения приведена на рисунке 2.

Прокладка кабельных линий от КТП и ДЭС осуществляется в разных траншеях с расстоянием между траншеями 1м. Вводы кабелей в здание, должны быть выполнены в безнапорных трубах. Концы труб должны выступать из стены здания в траншею не менее чем на 0,6м и иметь уклон в сторону траншеи. «Зазоры после прокладки кабелей должны быть заделаны негорючим материалом, цементом с песком по объему 1:10 или глиной с песком – 1:3» [23]. По техническому этажу прокладка кабеля выполняется в ПВХ трубах по стенам, до ВРУ объекта.

В соответствии с требованиями нормативно-технической документации и функционально-технологическим назначением по надежности электроснабжения здание жилого дома относится к II категории.

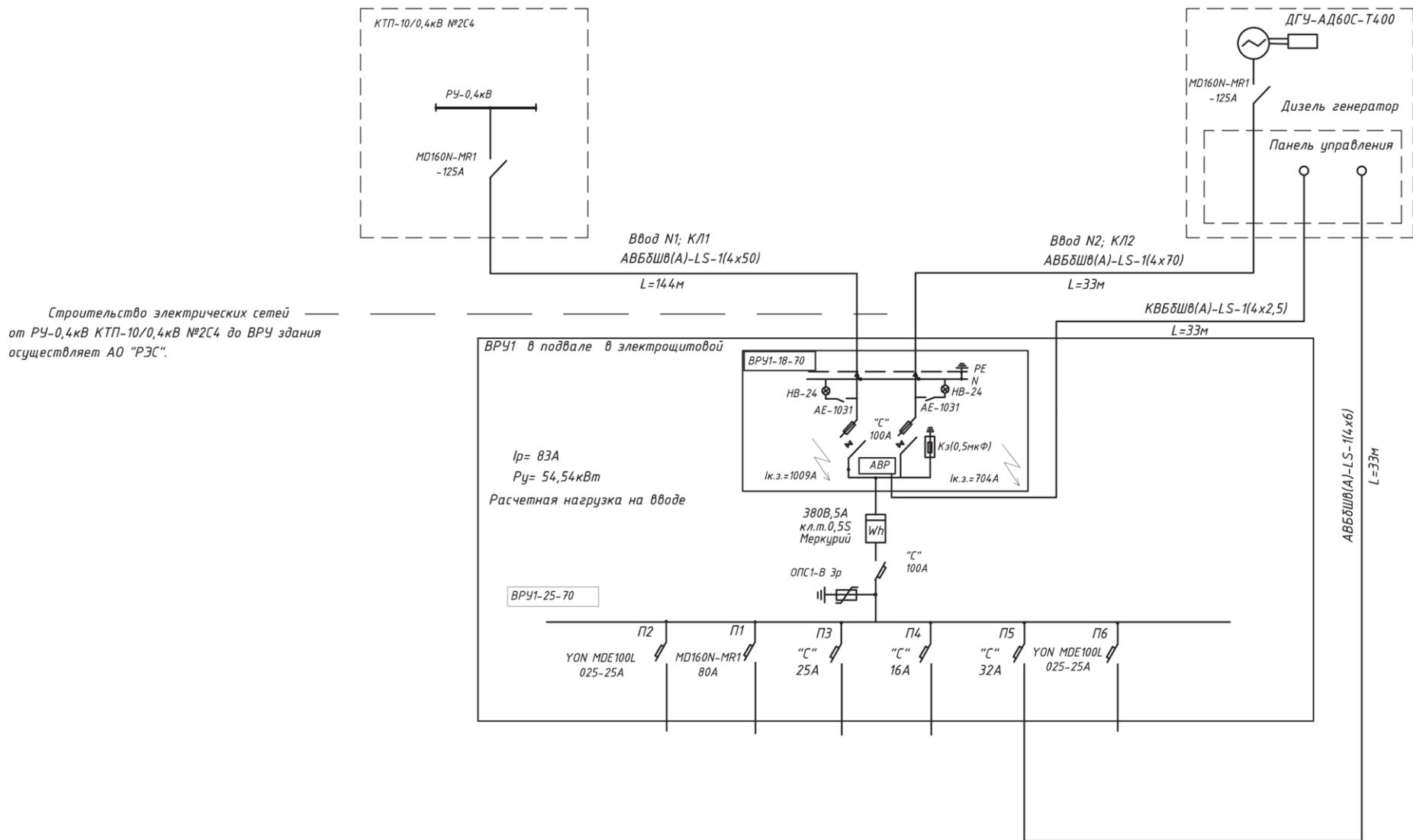


Рисунок 2 - Схема внешнего электроснабжения

«Электроснабжение осуществляется 4-х жильными кабелями марки АВБбШв(А)-LS при системе защитного заземления TN-C-S (3 фазы + PEN) на напряжении 380/220В по радиальной схеме. В качестве питающих кабелей применены четырехжильные кабели марки АВБбШв(А)-LS с алюминиевыми жилами одинакового сечения, с изоляцией из поливинилхлоридного пластиката, бронированные, без подушки, с защитным покровом в виде выпрессованного шланга из поливинилхлоридного пластиката.

Внутридомовая электросеть по типу защитного заземления принята в системе TN-S (пяти проводная: нулевой рабочий проводник (N) и нулевой защитный проводник (PE) работают отдельно по всей системе - 3 фазы + N + PE)» [13].

Для приема и распределения электроэнергии в помещении электрощитовой жилого дома предусматривается установка вводно-распределительного устройства (ВРУ). В целях повышения надежности электроснабжения и уровня автоматизации проектируемых электроустановок ВРУ предусматривается АВР.

Принятые схемы электроснабжения соответствуют нормам технологического проектирования и действующим нормативным документам по обеспечению надежности электроснабжения потребителей.

Выводы по разделу.

Электроснабжение многоквартирного жилого дома предусматривается от существующего РУ-0,4 кВ КТП-10/0,4 кВ, а для обеспечения требуемой II категории по надёжности электроснабжения предусматривается резервный источник – дизельная электростанция типа ДГУ-АД60С-Т400.

В качестве питающих кабелей применены четырехжильные кабели марки АВБбШв(А)-LS проложенные от КТП и ДЭС в разных траншеях с расстоянием между траншеями 1м.

Приведенная схема электроснабжения позволяет обеспечить надежность, качество передачи и распределения электроэнергии, оперативную гибкость и экономическую целесообразность.

## 2 Определение расчетной нагрузки по зданию многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья

Основными потребителями электроэнергии в проектируемом объекте являются: электроприемники квартир, наружное освещение придомовой территории, электродвигатели насосов, рабочее и аварийное освещение мест общего пользования.

Подсчет нагрузок жилого дома выполнен в соответствии с СП 256.1325800.2016 [22] и [1].

«При определении активной расчетной мощности жилого дома рассматриваются две группы электроприемников: ЭП квартир и силовые, к которым относятся электродвигатели лифтов и санитарно-технического оборудования.

Расчетная активная мощность квартир жилого дома  $P_{p.kв}$  определяется по удельной нагрузке на квартиру по формуле» [1]:

$$P_{p.kв} = p_{y.kв} \cdot n, \quad (1)$$

где «  $p_{y.kв}$  - удельная нагрузка на квартиру, кВт/квартиру;

$n$  - количество квартир» [1].

«Расчетная активная мощность силовых ЭП  $P_{p.c}$  определяется по коэффициенту спроса:

$$P_{p.c} = P_{p.l} + P_{p.ct} = K_{c.l} \sum_{i=1}^n P_{n.l_i} + K_{c.ct} \sum_{i=1}^k P_{n.ct_i}, \quad (2)$$

где  $P_{p.l}$ ,  $P_{p.ct}$  - расчетная мощность лифтовых и сантехнических установок соответственно;

$K_{c.l}$ ,  $K_{c.ct}$  - коэффициенты спроса лифтовых и сантехнических установок соответственно;

$P_{н.л_i}$ ,  $P_{н.ст_i}$  - номинальная мощность двигателя  $i$ -го лифта и  $i$ -го ЭП сантехнической установки соответственно;  
 $n$  - число лифтов;  
 $k$  - число ЭП сантехнических установок» [1].

«Полная мощность квартир, лифтовых или сантехнических установок определяется по формуле» [1]:

$$S_{pi} = \frac{P_{pi}}{\cos \varphi_i}, \quad (3)$$

где « $S_{pi}$ ,  $P_{pi}$ ,  $\cos \varphi_i$  - полная, активная расчетная мощность и коэффициент мощности  $i$ -й группы ЭП» [1].

«Расчетная активная мощность на вводе жилого дома  $P_{р.ж.д}$  определяется по формуле» [1]:

$$P_{р.ж.д} = P_{р.кв} + 0,9P_{р.с}. \quad (4)$$

«Правила суммирования полных мощностей различных групп ЭП в нормативно-технических документах по проектированию городских сетей не определены» [1].

Электроснабжение многоквартирного жилого дома выполнено на основе расчета нагрузок пищеприготовления на электрических плитах. Удельная расчетная нагрузка принята по таблице 7.1 раздела 7 СП 256.1325800.2016 [22].

Количество квартир – 12 шт.

Вводное устройство ВРУ1-25-70 – 53 кВт.

Электроприемники квартир 1 уровня электрификации - в домах с электроплитами мощностью до 8,5 кВт вкл. (12 квартир) по формуле 1:

$$P_{\text{кв}} = 3,2 \cdot 12 = 38,4 \text{ кВт.}$$

Удельные расчетные нагрузки квартир учитывают нагрузку освещения общедомовых помещений, нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования.

Расчетная нагрузка на применение электроприемников (электроводонагревателей, бытовых кондиционеров, полотенцесушителя). «В соответствии с заявленной мощностью и коэффициентом спроса и одновременности определяется по формуле:

$$P_{\text{р.кв}} = P_{\text{кв}} \cdot n \cdot K_0, \quad (5)$$

где  $P_{\text{кв}}$  – нагрузка электроприемников квартир;

$n$  - количество квартир;

$K_0$  – коэффициент одновременности» [1].

Электроводонагреватель мощностью 2 кВт (12 квартир):

$$P_{\text{р.кв}} = 2 \cdot 12 \cdot 0,65 = 15,6 \text{ кВт.}$$

Полотенцесушитель мощностью 0,3 кВт (12 квартир):

$$P_{\text{р.кв}} = 0,3 \cdot 12 \cdot 0,15 = 0,54 \text{ кВт.}$$

ЩР-1А – 4,255кВт:

- прибор пожарной сигнализации ПС – 1,1 кВт;
- силовой щит на насосы ЩС-ИТП – 0,55 кВт (один насос мощностью 0,55 кВт);
- силовой щит на насосы водопровода ЩСн – 0,74 кВт (два насоса мощностью 0,37 кВт);
- обогрев воронок – 0,065 кВт;

- линия питания домофона – 0,3 кВт;
- линия питания электрического водонагревателя – 1,5 кВт.

Питающая линия блока аварийного освещения П8:

Блок аварийного освещения относится к I категории по надежности электроснабжения, в него входит:

- аварийное освещение подвала – 0,060 кВт;
- аварийное освещение общедомового коридора – 0,044 кВт;
- аварийное освещение лестничных клеток – 0,156 кВт.

Общая величина установленной нагрузки на блок составляет – 0,260 кВт.

Установленная, расчетная мощности и основные параметры проектируемых потребителей приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Установленная, расчетная мощности и основные параметры проектируемых потребителей

Наименование потребителей	Установленная мощность, кВт	Коэффициент использования	Коэффициент мощности	Расчетная мощность			Расчетный ток, I <sub>p</sub> , А	Годовое потребление электроэнергии, тыс. кВт·ч
				Активная P, кВт	Реактивная, Q, кВАр	Полная, S, кВА		
<b>ВРУ</b>								
Расчетная мощность квартир	38,4	0,32	0,96	-	-	-	-	-
Электроводонагреватели	15,6	0,65	0,96	-	-	-	-	-
Полотенцесушитель	0,54	0,15	0,99	-	-	-	-	-
Итого по ВРУ1:	54,54	-	-	51,6 7	16,98	54,3 9	82,6 4	10308 0

Выводы по разделу. Общая величина установленной максимальной нагрузки составила 54,54 кВт, а расчетная мощность 51,7 кВт. Суммарный годовой расход активной электроэнергии составит 103080 тыс.кВт·ч/год.

### **3 Требования к надежности электроснабжения и качеству поставляемой электроэнергии для здания многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья**

Категории надежности электроснабжения потребителей электроэнергии в проектируемом объекте:

- электроприемники жилого дома – II;
- противопожарные устройства (приборы пожарной сигнализации и оповещения о пожаре), аварийное освещение – I.

Для питания электроприемников систем противопожарной защиты предусмотрен ЩР-1А, который запитан от вводной панели вводно-распределительного устройства (ВРУ) через устройство автоматического включения резерва (АВР).

При присоединении электрооборудования к сети общего пользования применено электрооборудование заводского изготовления, сертифицированные с приспособлением, исключающим ухудшение качества электроэнергии.

Показатели качества электроэнергии в системах электроснабжения соответствуют ГОСТ 32144-2013, функционально-технологическое назначение зданий не предусматривает наличия потребителей с несимметричной нагрузкой в единичном электроприемнике [9]. Все примененное электрооборудование соответствует нормативным требованиям по электромагнитной совместимости.

«Отклонения напряжений в питающих и распределительных кабельных линиях не превышают установленных нормативных показателей - нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения  $\Delta U_y$  на выводах приемников электрической энергии не превышают соответственно  $\pm 5$  и  $\pm 10\%$  от номинального напряжения электрической сети по ГОСТ 721-77» [3] и ГОСТ 21128-83 (номинальное напряжение) [5].

Применение электрооборудования, ухудшающего качество электрической энергии в электроустановке (устройства плавного пуска, частотно-регулирующие преобразователи и т.п), не предусматривается.

Приём электроэнергии электроустановками многоквартирного жилого дома осуществляется от существующей подстанции напряжением 380/220 В при глухом заземлении нейтралей трансформаторов на подстанции. Распределение электроэнергии выполняется от ВРУ жилого дома.

«Обеспечение электроэнергией электроприемников в рабочем режиме.

При исчезновении напряжения на вводе ВРУ, АВР автоматически переключит питание на второй ввод, в качестве которого предусмотрен проектируемый дизельный генератор, установленный на территории жилого дома» [18].

При возобновлении электроснабжения должно выполняться восстановление нормального режима работы - по основному вводу.

Для распределения электроэнергии в поэтажных коридорах устанавливаются щиты этажные распределительные встраиваемые со слаботочным отсеком на 4 квартиры в комплекте с дверцами и защитными замками со степенью защиты IP 31 и отходящими выключателями питающих линий квартир.

Для электроснабжения квартир в прихожей каждой квартиры в качестве квартирных щитов устанавливаются распределительные навесные пластиковые корпуса для установки модульного оборудования типа ЩК 8801 со степенью защиты IP 41 с автоматическими выключателями защиты внутриквартирной сети и устройствами защитного отключения дифференциального тока с защитой от включения сверхтоков.

«Расчётный узел учёта электроэнергии находится на вводных панелях ВРУ и АВР. Тип устанавливаемых счётчиков определяется исходя из технических условий. На линиях, питающих общедомовую нагрузку и квартирную нагрузку, на линии питания электроприёмников III категории устанавливаются электронные трёхфазные многотарифные электросчётчики

активной энергии прямого включения типа Меркурий 234 ARTM2-03 (D)PBR/R, 3×230/400В (5-10 А, кл. точн. – 0,5S/1,0)» [20].

Приборы учёта электроэнергии, расходуемой каждой квартирой, установлены в этажных щитах. Учёт электроэнергии осуществляется с помощью электронных однофазных двухпроводных односторонних электросчётчиков активной энергии прямого включения типа Пульсар 1ТшОИ-5/60-15-ПУ2-1/2Д-4 220В (5-60 А, кл. точн. - 1,0) [26].

«Счётчики учёта электроэнергии, принятые в работе, утверждены федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию и метрологии и включены в Госреестр средств измерений РФ.

Около каждого расчетного счетчика должна быть надпись с наименованием присоединения» [20].

«Для проектируемого жилого дома не требуется установка устройств релейной защиты, автоматизации и диспетчеризации системы электроснабжения.

В данной работе не предусматривается компенсация реактивной мощности, в связи с экономической нецелесообразностью и согласно п. 7.3 СП 256.1325800.2016, а также в связи с тем, что для расчётной нагрузки  $\cos\varphi = 0,95$ , что соответствует  $\operatorname{tg}\varphi = 0,33$  и тем самым выполняется условие требования Приказа Министерства энергетики РФ от 23 июня 2015 г. N 380 (пункт 7) к максимальным значениям коэффициента реактивной мощности» [22].

«Защита кабелей от токов перегрузки и токов короткого замыкания производится автоматическими выключателями с комбинированным тепловым и электромагнитным расцепителем. Автоматические выключатели выбраны характеристики «С» с кратностью тока срабатывания электромагнитного расцепителя 5-10 номинальных токов» [14].

«Расчетный ток короткого замыкания определяем по формуле:

$$I_{КЗ}^{(1)} = \frac{0,9 \cdot U_{\phi}}{\frac{Z_m}{3} + Z_n + Z_{пк}}, \quad (6)$$

где  $U_{\phi}$  - фазное напряжение, В;

$Z_T$  - сопротивление обмотки трансформатора в Ом;

$Z_{п}$  - полное сопротивление петли фаза-ноль линии от трансформатора до точки КЗ в Ом;

$Z_{пк}$  - сопротивление переходных контактов в Ом.

Величины  $Z_T$  и  $Z_{пк}$  определяются по табличным данным» [6].

Для автоматизации расчета токов короткого замыкания в различных точках электрической сети в приложении Microsoft Excel был разработан автоматизированный шаблон.

На рисунках 3-12 представлены результаты расчетов тока короткого замыкания в различных точках электрической сети многоквартирного жилого дома.

Результаты расчетов для всех точек КЗ сведены в таблицу 3.

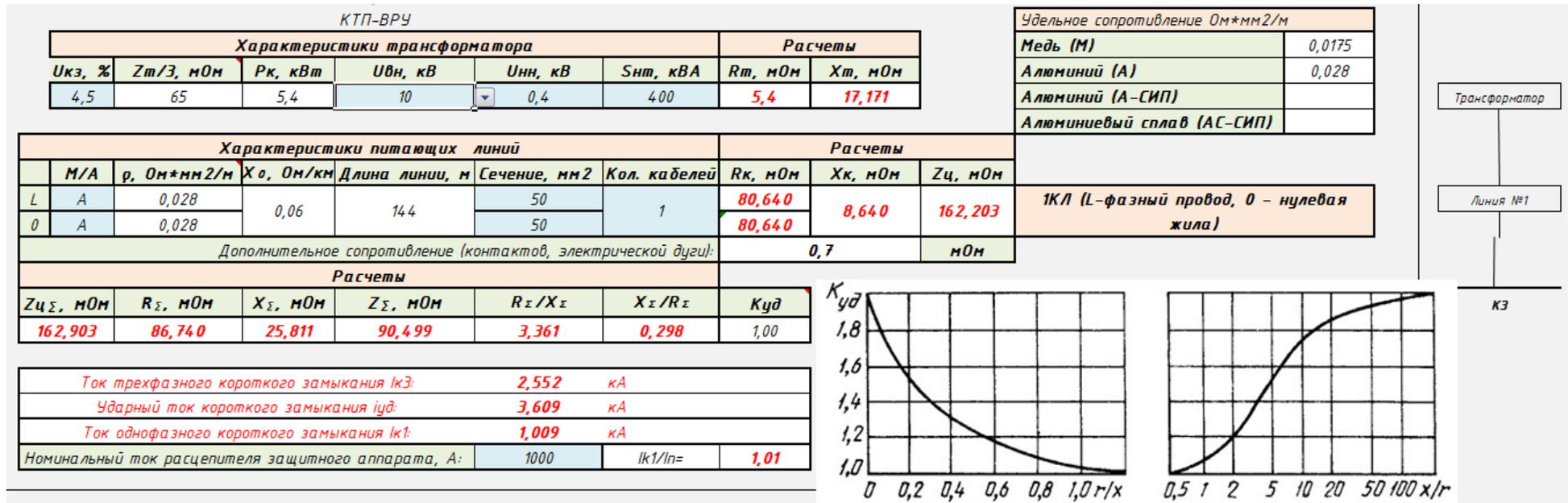


Рисунок 3 – Исходные данные и результаты расчетов тока КЗ в конце линии КТП-ВРУ

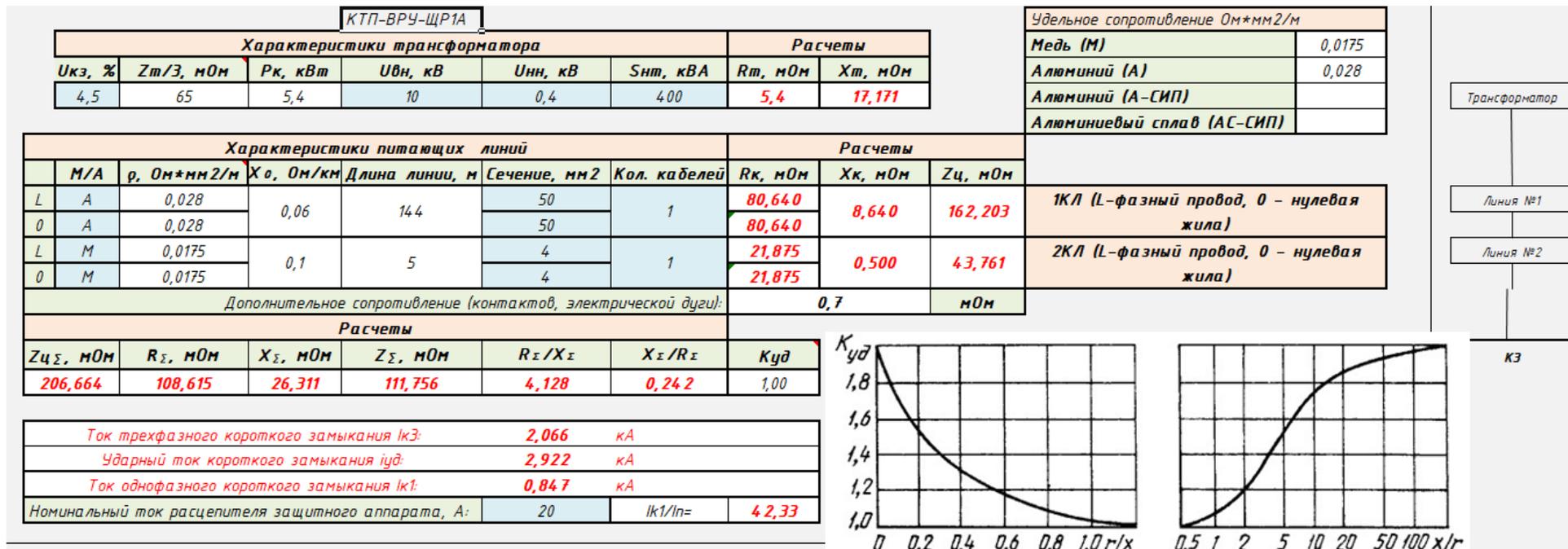


Рисунок 4 – Исходные данные и результаты расчетов тока КЗ в конце линии КТП-ВРУ-ЩР1А

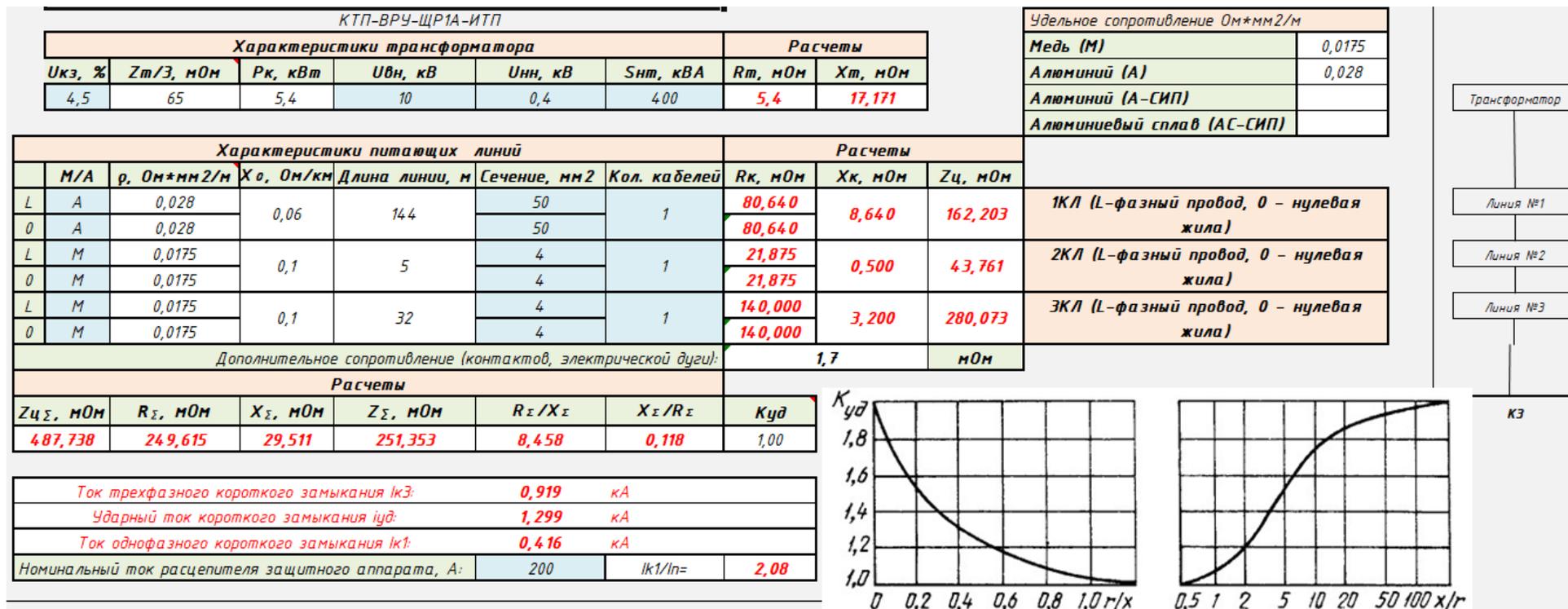


Рисунок 5 – Исходные данные и результаты расчетов тока КЗ в конце линии КТП-ВРУ-ЩР1А-ИТП

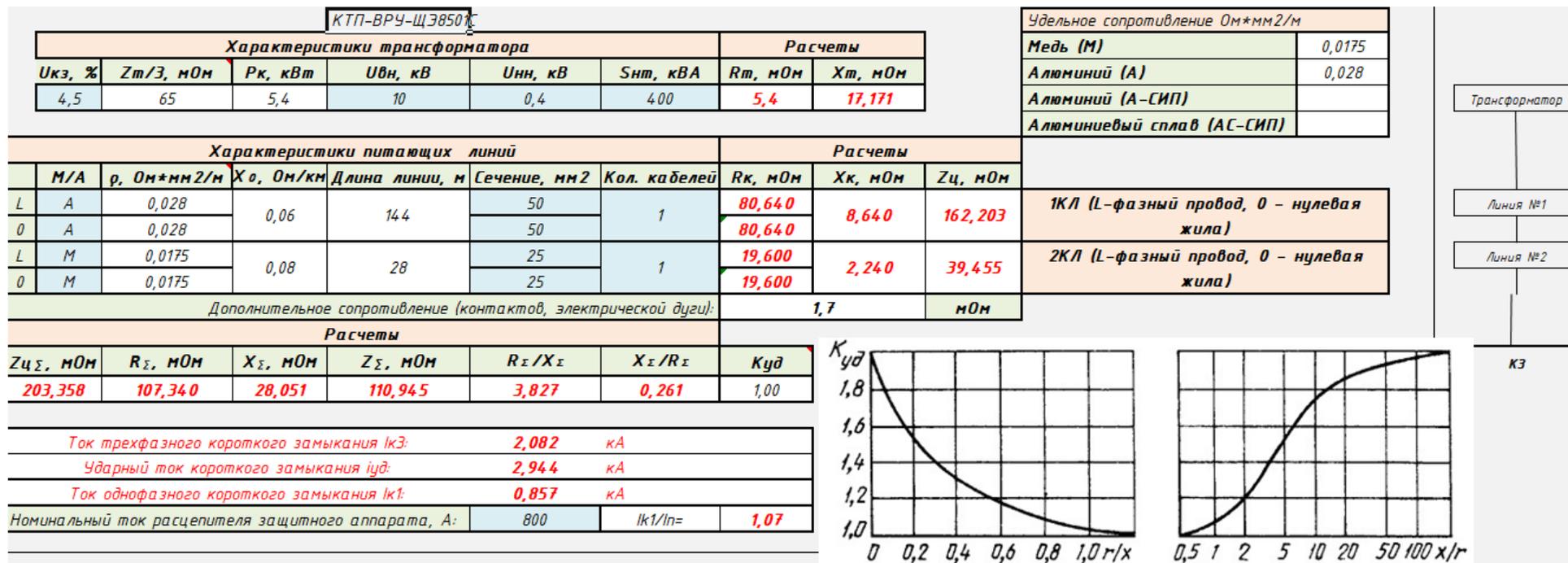


Рисунок 6 – Исходные данные и результаты расчетов тока КЗ в конце линии КТП-ВРУ-ЩЭ8501С

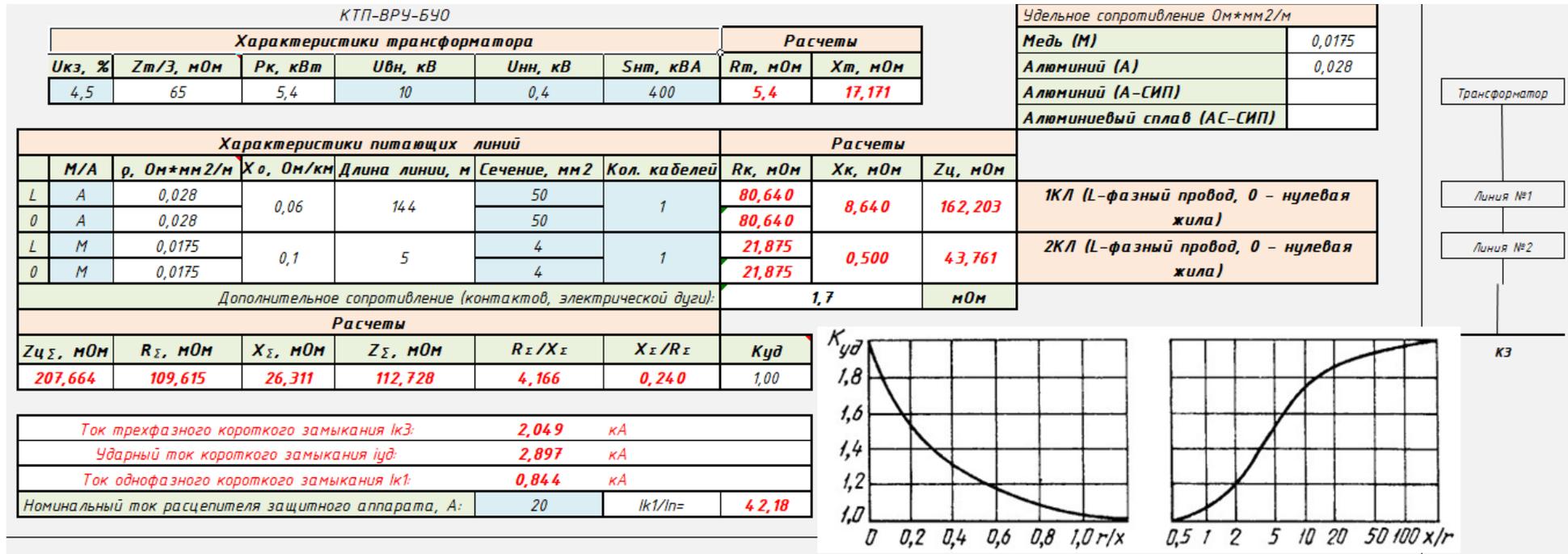


Рисунок 7 – Исходные данные и результаты расчетов тока КЗ в конце линии КТП-ВРУ-БУО

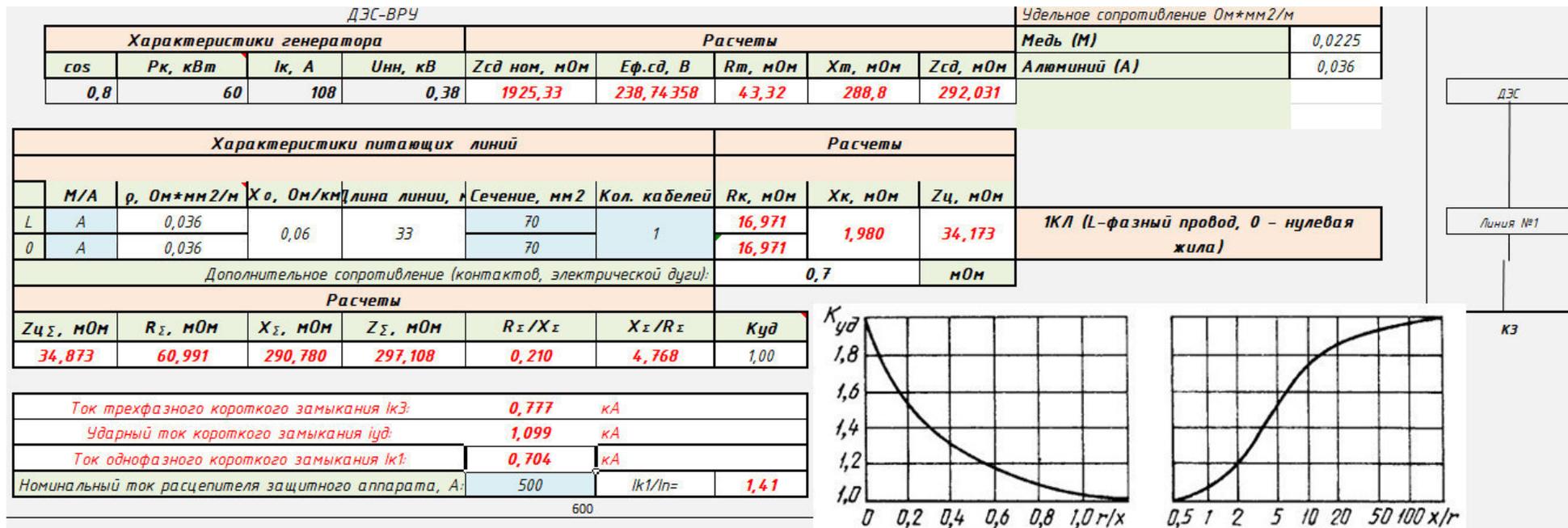


Рисунок 8 – Исходные данные и результаты расчетов тока КЗ в конце линии ДЭС-ВРУ

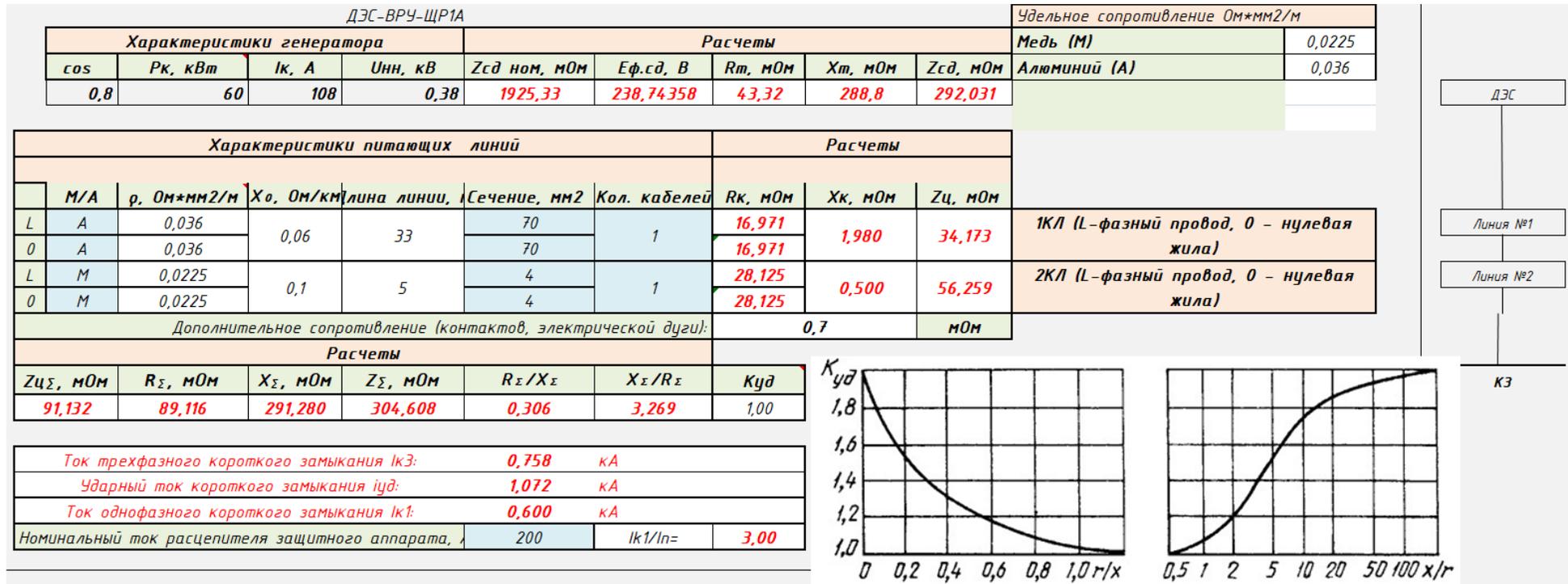


Рисунок 9 – Исходные данные и результаты расчетов тока КЗ в конце линии ДЭС-ВРУ-ЩР1А

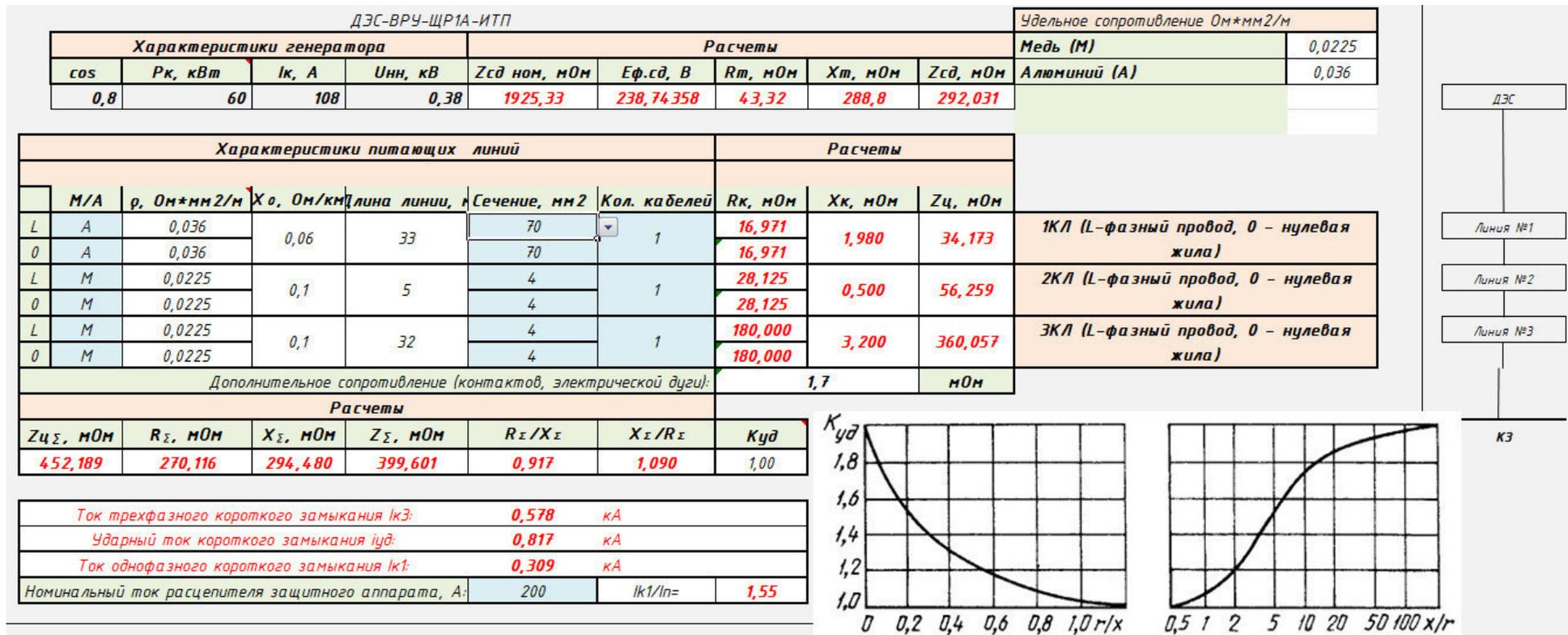


Рисунок 10 – Исходные данные и результаты расчетов тока КЗ в конце линии ДЭС-ВРУ-ЩР1А-ИТП

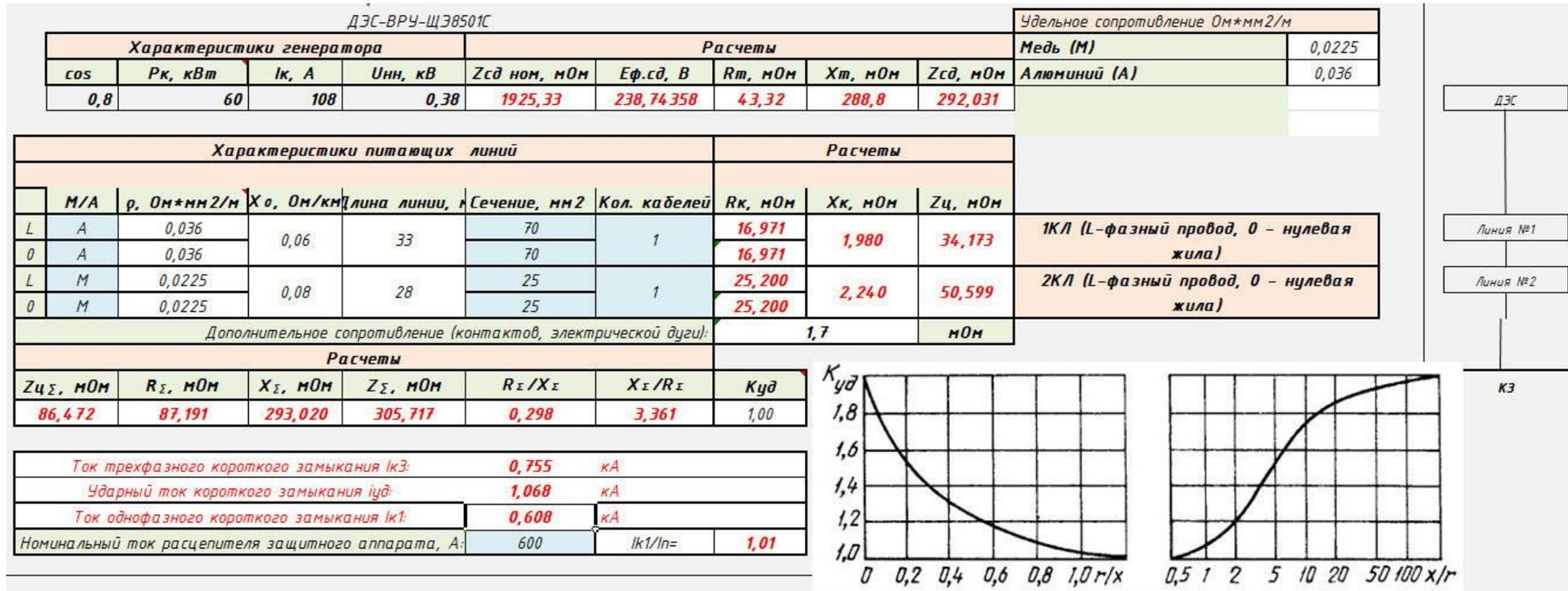


Рисунок 11 – Исходные данные и результаты расчетов тока КЗ в конце линии ДЭС-ВРУ-ЩЭ8501С

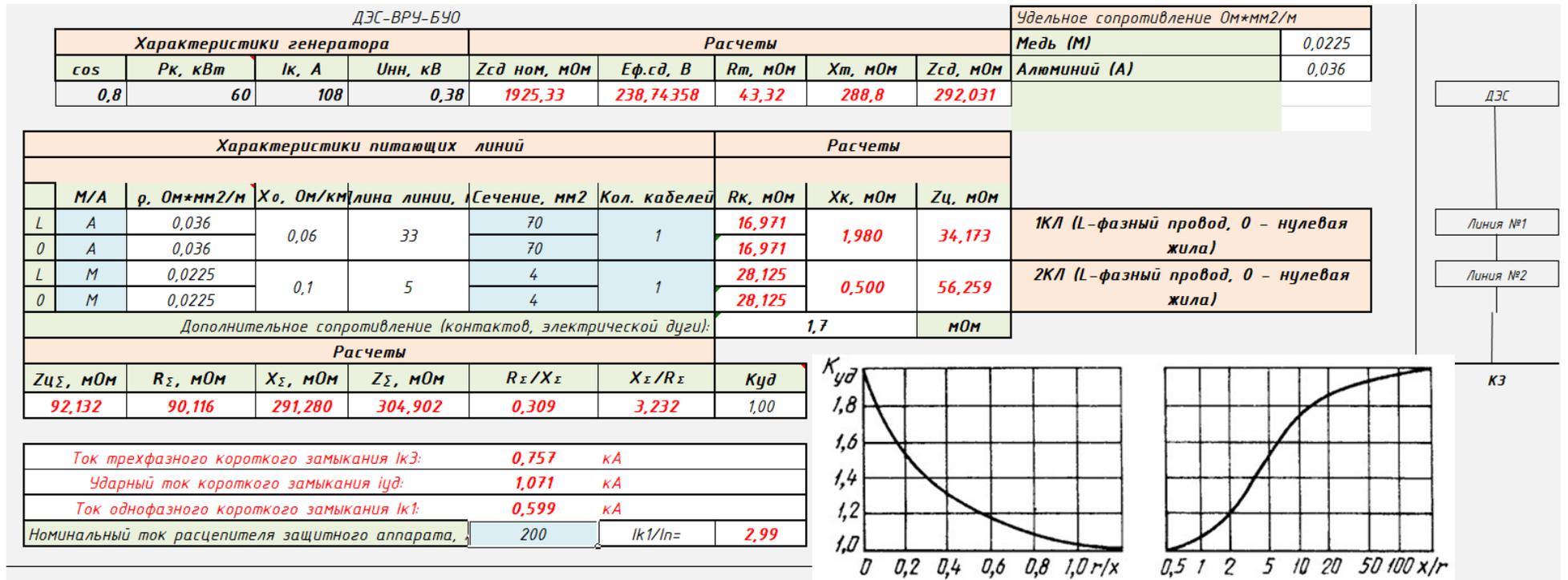


Рисунок 12 – Исходные данные и результаты расчетов тока КЗ в конце линии ДЭС-ВРУ-БУО

Таблица 3 - Результаты расчетов для всех точек КЗ

Откуда	Куда	Марка и сечение провода, кабеля	Напряжение, В	Длина линии, м	Сопротивление фазы активное, МОм	Сопротивление фазы реактивное, МОм	Полное сопротивление питающей линии, МОм	Ток короткого замыкания I <sub>к.з.</sub> , А	Ток уставки АВ, А (погрешность ±15%, 20%)	Уставка по времени срабатывания
КТП-10/0,4 кВ №2С4 РУ-0,4 кВ	ВРУ-0,4 кВ	АВБбШв(А)-LS 4×50	220	144	86,74	25,811	90,499	1009	MD160N-MR1-125A (744-1006A)	0,4 с
ДГУ-АД60С-Т400	ВРУ-0,4 кВ	АВБбШв(А)-LS 4×70	220	33	18,48	1655,385	1655,489	704	MD160N-MR1-125A (425-575A)	0,4 с
ВРУ-0,4 кВ	ЩР-1А	ВВГнг(А)-LS 5×4	220	5	I <sub>кз1</sub> -108,615	I <sub>кз1</sub> -26,311	I <sub>кз1</sub> -111,756	I <sub>кз1</sub> -847	YON MDE100L 025-25A (200-300A)	0,2 с
ДГУ-АД60С-Т400					I <sub>кз2</sub> -1595,379	I <sub>кз2</sub> -1595,890	I <sub>кз2</sub> -0,025	I <sub>кз2</sub> -600		
ВРУ-0,4 кВ	ЩЭ 8501С	ВВГнг(А)-LS 5×25	220	28	I <sub>кз1</sub> -1101,740	I <sub>кз1</sub> -28,051	I <sub>кз1</sub> -105,536	I <sub>кр1</sub> -857	MD160N-MR1 80A (408-552A)	0.2 с
ДГУ-АД60С-Т400					I <sub>кз2</sub> -32,480	I <sub>кз2</sub> -1587,504	I <sub>кз2</sub> -1587.837	I <sub>кз2</sub> -608		
ВРУ-0,4 кВ	БУО	ВВГнг(А)-LS 5×4	220	5	I <sub>кз1</sub> -109,615	I <sub>кз1</sub> -26,311	I <sub>кз1</sub> -112,728	I <sub>кз1</sub> -844	YON MDE100L 025-25A (200-300A)	0,2 с
ДГУ-АД60С-Т400					I <sub>кз2</sub> -40,355	I <sub>кз2</sub> -1595,379	I <sub>кз2</sub> -1595,890	I <sub>кз2</sub> -599		
ВРУ-0,4 кВ	ЩС-ИТП	ВВГнг(А)-LS 5×4	220	32	I <sub>кз1</sub> -332,615	I <sub>кз1</sub> -29,511	I <sub>кз1</sub> -333,922	I <sub>кз1</sub> -416	BA47-29-3р-25A (200-300A)	МГНОВЕННО
ДГУ-АД60С-Т400					I <sub>кз2</sub> -264,355	I <sub>кз2</sub> -1819,379	I <sub>кз2</sub> -1838,484	I <sub>кз2</sub> -309		

«Все автоматические выключатели проверены по чувствительности на срабатывание при однофазном коротком замыкании в самой удаленной точке. Номиналы тепловых расцепителей выбраны больше максимальных рабочих токов, но меньше максимального длительного тока для кабеля» [16].

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

– по номинальному напряжению» [14]

$$U_n \geq U_{нс}; \quad (7)$$

– «по номинальному току» [14]

$$I_{нр} \geq I_{ра}; \quad (8)$$

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [14]:

$$I_{отк} \geq I_{КЗ}^{(3)}, \quad (9)$$

где « $I_{КЗ}^{(3)}$  – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [6].

«Выбор исполнения расцепителей максимального тока. Если в соответствии с ПУЭ требуется защита от перегрузки и эта защита не обеспечивается другими устройствами, то автоматические выключатели должны иметь расцепители максимального тока с обратно зависимой от тока характеристикой.

Любой аппарат защиты необходимо отстроить от токов перегрузки, свойственных нормальной эксплуатации.

Определяют ток уставки расцепителя с независимой от тока характеристикой» [14]:

$$k_{pn} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск},, \quad (10)$$

где « $I_y$  – паспортное значение токов уставки;

$I_{пуск}$  – пусковой ток двигателя;

$k_{pn}$  – коэффициент разброса защитной характеристики, определяемый для нижней границы;

$k_n$  - принимается равным 1,1 - 1,5» [14].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [14]:

$$t_i > t_{ni},, \quad (11)$$

где « $t_i$  – время срабатывания расцепителя с обратной зависимой от тока характеристикой;

$t_{ni}$  – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [14].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [14]:

$$t_{cp} > t_{доп},, \quad (12)$$

где « $t_{cp}$  – время срабатывания расцепителя;

$t_{доп}$  – допустимое время отключения в соответствии с ПУЭ» [14].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [14]:

$$I_{pa} \leq I_{np} \leq I_{дон}, \quad (13)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_{дон}, \quad (14)$$

где « $I_{pa}$  – расчетный ток цепи послеаварийного режима работы;

$I_{np}$  – номинальный ток расцепителя;

$I_{дон}$  – допустимый ток кабеля;

$I_2$  – ток, обеспечивающий надежное срабатывания устройств защиты» [14].

«При выполнении защиты от перегрузок и КЗ следует также выполнять требования 3.1.11 ПУЭ в части согласованности проводников и защитных устройств.

Проверка на селективность. В соответствие с ПУЭ защита в низковольтных сетях должна быть селективной» [16].

На рисунке 13 приведена схема электрическая принципиальная щита ЩСн.

На рисунке 14 приведена схема электрическая принципиальная щита ЩС-ИТП.

При пожаре по сигналу от пожарных извещателей срабатывает по заданной логике приемно-контрольный прибор. По сигналу от релейных модулей, включается системы оповещения людей о пожаре.

Для экономии электроэнергии в работе предусмотрено использование светильников с энергосберегающими лампами и светодиодных светильников. В работе также предусматривается применение устройств защитного отключения дифференциального тока (УДТ).

Для обеспечения экономичности работы электроустановок необходимо, чтобы качество электроэнергии соответствовало требованиям ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» [9].

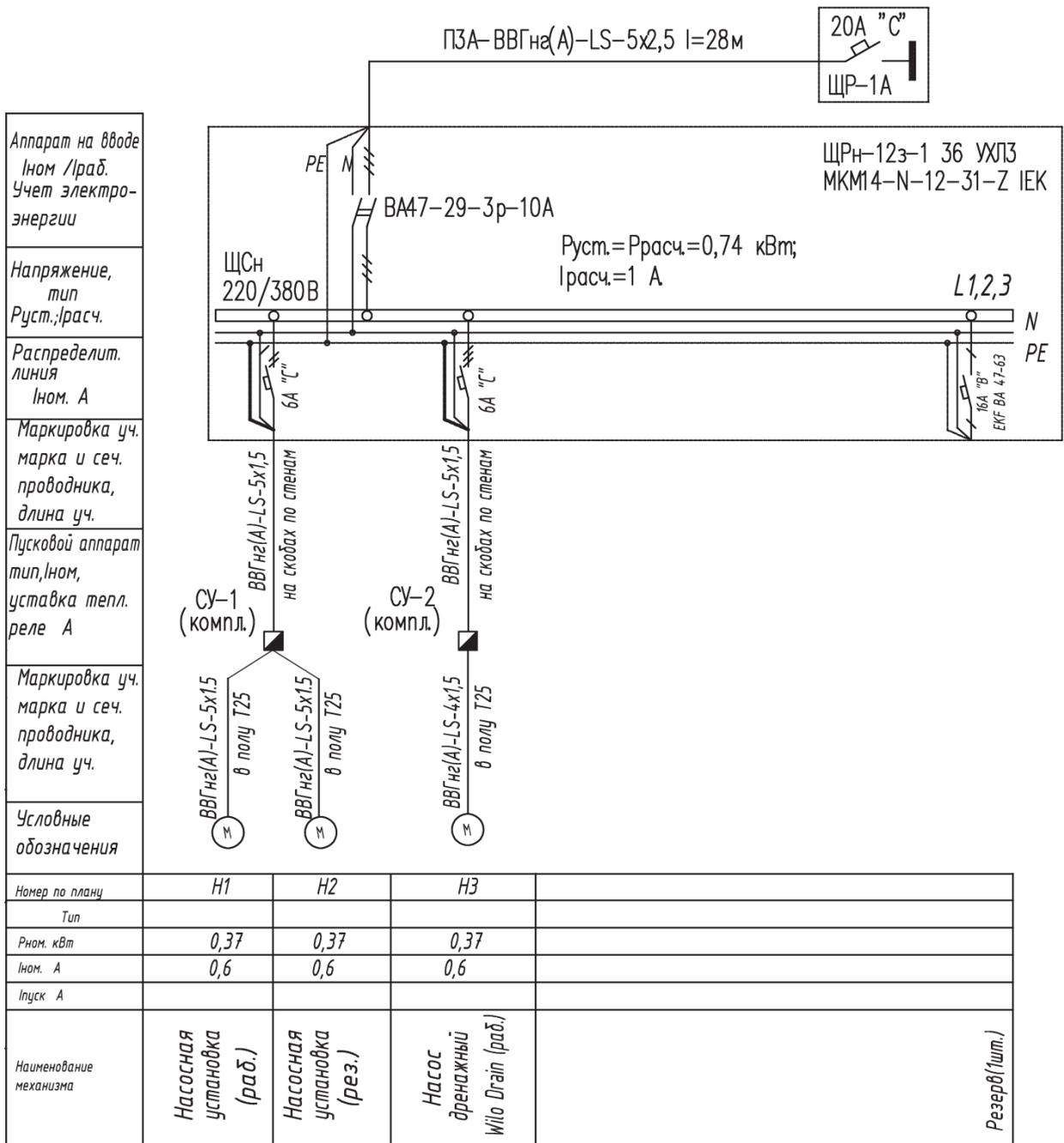


Рисунок 13 - Схема электрическая принципиальная щита ЩСн

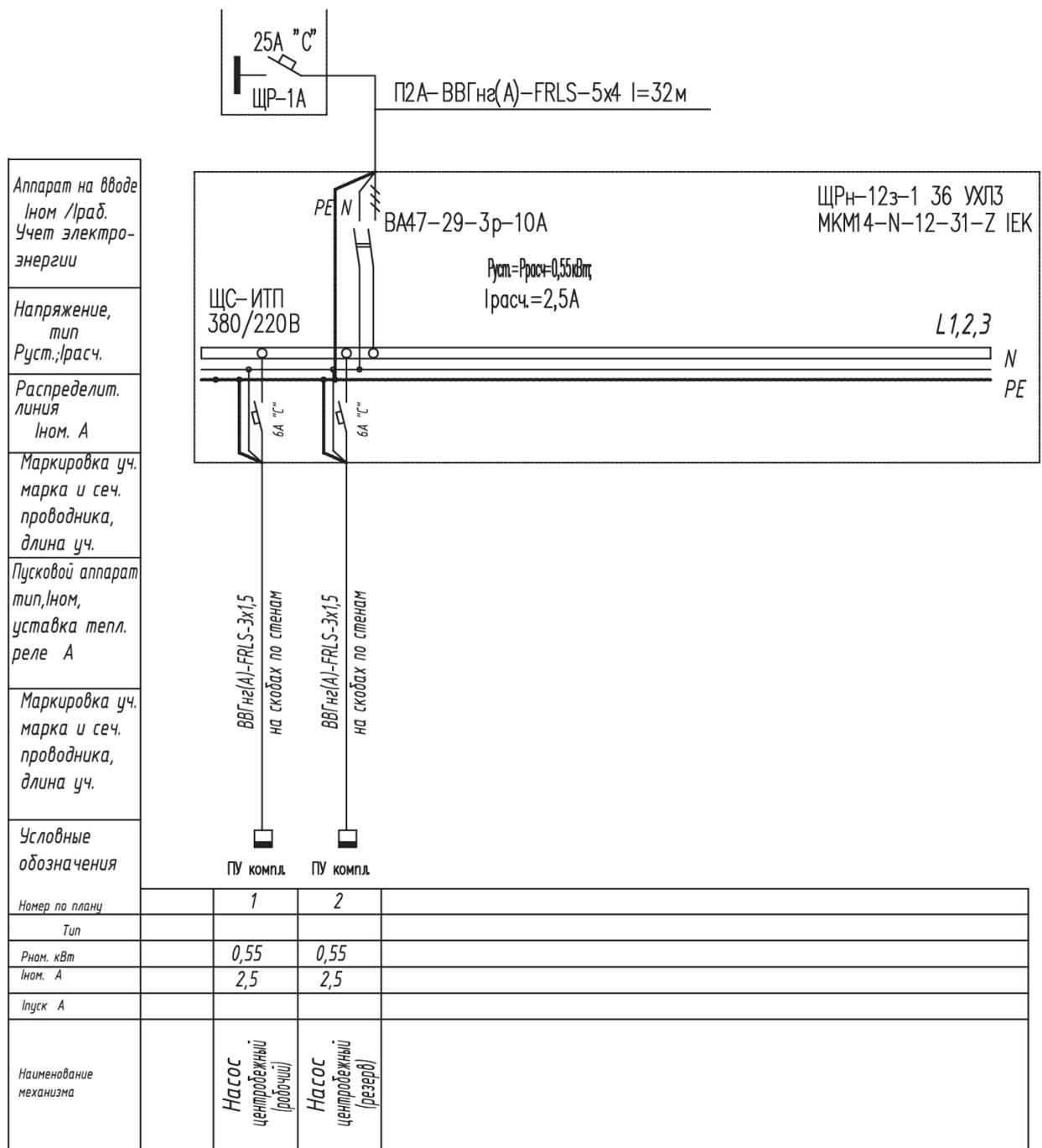


Рисунок 14 - Схема электрическая принципиальная щита ЩС-ИТП

«Для экономии электроэнергии жилого дома предусмотрено автоматическое управление освещением» [28]. Управление освещением основных входов в жилой дом, общие коридоры и лестничные клетки предусмотрено автоматически от датчика движения.

Применение в работе автоматического управления электроосвещением

и использование энергоэкономичных источников позволяют экономить до 30 % электроэнергии.

Выводы по разделу.

Для питания электроприемников систем противопожарной защиты предусмотрен ЩР-1А, который запитан от вводной панели вводно-распределительного устройства (ВРУ) через устройство автоматического включения резерва (АВР).

На линиях, питающих общедомовую нагрузку устанавливаются электронные трёхфазные многотарифные электросчётчики Меркурий 234, а для каждой квартиры электронные однофазные электросчётчики Пульсар.

«Для данной системы электроснабжения не предусматривается компенсация реактивной мощности, в связи с экономической нецелесообразностью и согласно п. 7.3 СП 256.1325800.2016» [22].

Рассчитаны значения однофазного тока короткого замыкания в различных точках схемы.

«Защита кабелей от токов перегрузки и токов короткого замыкания производится автоматическими выключателями с комбинированным тепловым и электромагнитным расцепителем. Автоматические выключатели выбраны характеристики «С» с кратностью тока срабатывания электромагнитного расцепителя 5-10 номинальных токов. Все автоматические выключатели проверены по чувствительности на срабатывание при однофазном коротком замыкании в самой удаленной точке» [14].

Для экономии электроэнергии в работе предусмотрено использование светодиодных светильников.

#### **4 Заземление и молниезащита здания многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья**

«Согласно СО 153-34.21.122-2003 «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» и РД 34.21.122-87 «Инструкции по молниезащите зданий и сооружений» здание многоквартирного жилого дома по устройству молниезащиты относится к III уровню надёжности защиты и подлежит защите от прямых ударов молнии (ПУМ), вторичных проявлений молнии и заноса высоких потенциалов по внешним наземным и подземным коммуникациям с надёжностью защиты 0,9» [21], [17].

«Защита от ПУМ выполняется устройством системы молниезащиты, которая состоит из молниеприёмника, токоотводящих устройств (токоотводов) и заземлителя. В качестве молниеприёмника используется молниеприёмная сетка, прокладываемая на кровле здания на слой утеплителя. Молниеприёмная сетка выполняется из круглой оцинкованной стали диаметром 8 мм с ячейками не более 10×10 м.

Все выступающие металлические части кровли (ограждение и т.п.) должны быть присоединены к молниеприёмной сетке. Все выступающие неметаллические части кровли должны быть оборудованы отдельностоящими молниеприёмниками, присоединёнными к молниеприёмной сетке. Оборудование, которое устанавливается на кровле (антенны и т.п.) по возможности установить таким образом, чтобы оборудование было защищено от прямого попадания молнии» [17].

Молниеприёмная сетка соединяется с устройством заземления с помощью токоотводов. В качестве токоотводов используется ненапрягаемая арматура колонн. Используются наружные колонны не реже, чем через 20 м. Необходимо следить, чтобы все стержни в колонне по вертикали были сварены между собой по всей высоте здания, не прерываясь до плиты покрытия.

В соответствии с п. 1.7.109 ПУЭ в качестве естественных заземлителей используются металлические и железобетонные конструкции здания, находящиеся в соприкосновении с землей, в том числе фундамент.

«Сопротивление одного вертикального электрода из угловой стали» [10]:

$$R_{\text{го}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{расч.в}}}{l} \cdot \left( \lg \frac{2l}{0,95b} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4t' + l}{4t' - l} \right), \quad (15)$$

где « $\rho_{\text{расч.в}}$  – расчетное удельное сопротивление грунта для стержневых заземлителей,

$l$  – длина вертикального заземлителя;

$b$  – ширина полки уголка;

$t'$  – глубина заложения верха заземлителя» [10].

«Находим глубину заложения верха заземлителя» [10]:

$$t' = t_0 + \frac{1}{2}l, \quad (16)$$

где « $t_0$  – глубина заложения вершины вертикального заземлителя» [10];

«Сопротивление вертикальных электродов при коэффициенте использования нормативном коэффициенте использования» [10]:

$$R_{\text{в}} = \frac{R_{\text{го}}}{\eta_{\text{в}} \cdot n_{\text{в}}}, \quad (17)$$

где « $\eta_{\text{в}}$  – коэффициент использования вертикальных заземлителей» [10].

«Сопротивление горизонтального электрода из оцинкованной полосы для 2-ой климатической зоны» [10]:

$$R_z = \frac{0,366 \cdot \rho_{расч.з}}{l_z} \cdot \lg \frac{2l_z^2}{b \cdot t_0}, \quad (18)$$

где « $l_z$  – длина горизонтального заземлителя;

$b$  – ширина полосы горизонтального заземлителя;

$t_0$  – глубина заложения горизонтального заземлителя» [10].

«Расчетное результирующее сопротивление  $R_u$  заземляющего устройства» [15]:

$$R_u = \frac{R_z \cdot R_g}{R_z + R_g}. \quad (19)$$

«В качестве наружного контура заземления принята оцинкованная полосовая сталь 40×4 мм по периметру здания на глубине не менее 0,5 м от поверхности земли и на расстоянии не менее 1 м от стен. В местах соединения токоотводов с заземлителем выполнить вертикальные электроды из оцинкованной круглой стали диаметром 16 мм и длиной 5 м. Сопротивление заземляющего устройства согласно ПУЭ не должно превышать 10 Ом. Если после замеров сопротивление заземляющего устройства будет больше указанного, то следует забить дополнительные электроды» [10].

Работы по устройству молниезащиты выполняются в процессе строительства жилого дома. Установку и сварку закладных элементов производит строительная организация, монтаж наружного контура заземления и объединение закладных элементов проводником, а также выпуски к спускам молниезащиты и заземляющих проводников, установку горизонтального и вертикальных электродов производит электромонтажная организация. Все соединения устройств молниезащиты выполняются сваркой с площадью не менее 100 мм<sup>2</sup>.

Схема системы уравнивания потенциалов приведена на рисунке 15.

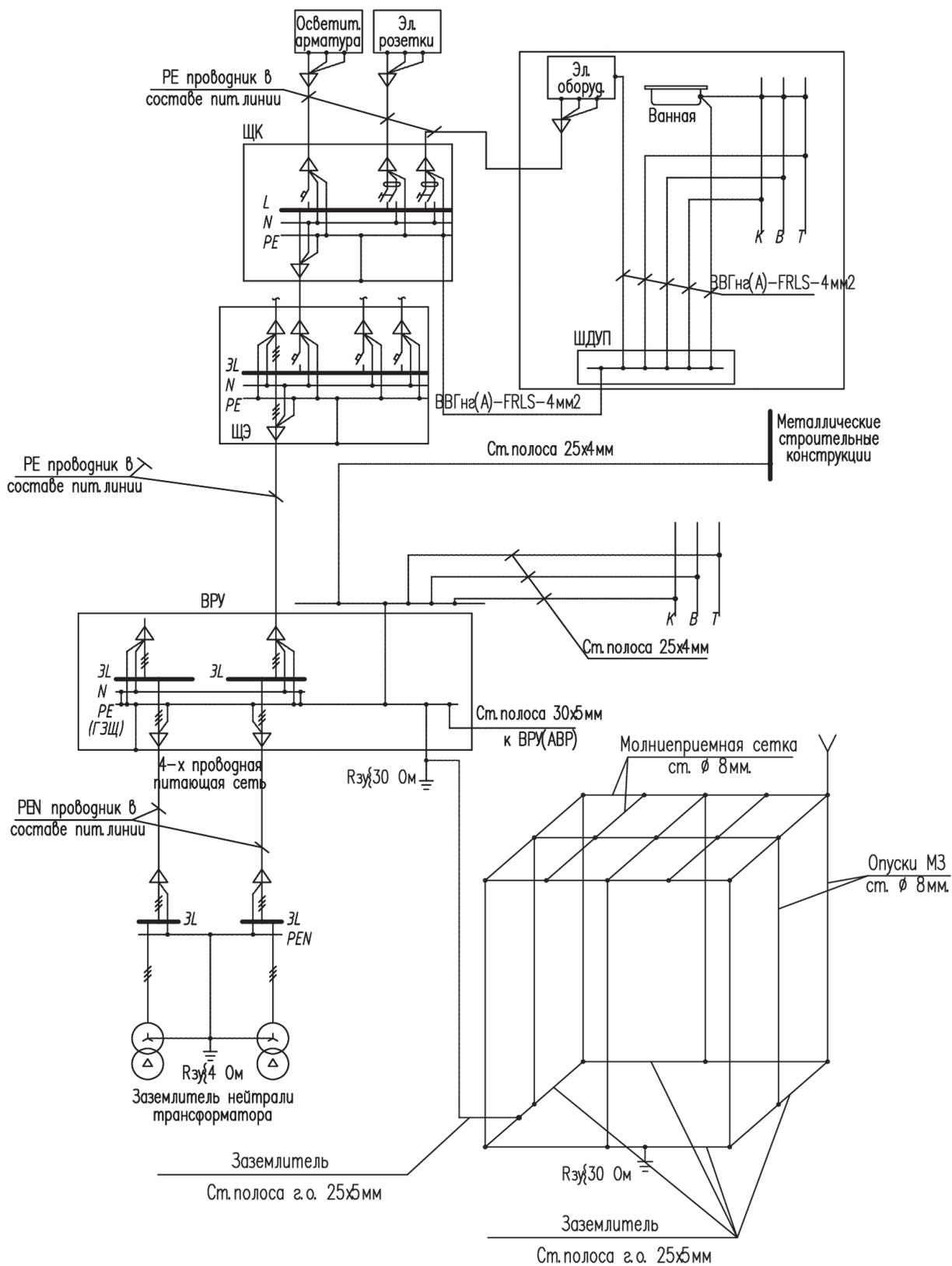


Рисунок 15 - Схема системы уравнивания потенциалов

Для защиты здания от вторичных проявлений молнии металлические

корпуса всего оборудования (металлические сосуды, трубопроводы и т. п.), установленного в защищаемом здании, должны быть присоединены к заземляющему устройству электроустановок. Защита от заноса высокого потенциала по подземным и внешним (надземным) коммуникациям выполняется путём присоединения их на вводе в здание к заземляющему устройству защиты от прямых ударов молнии.

Выводы по разделу.

Здание многоквартирного жилого дома по устройству молниезащиты относится к III уровню надёжности защиты и подлежит защите от прямых ударов молнии (ПУМ), вторичных проявлений молнии и заноса высоких потенциалов по внешним наземным и подземным коммуникациям с надёжностью защиты 0,9.

«В качестве молниеприёмника используется молниеприёмная сетка, прокладываемая на кровле здания на слой утеплителя, выполняется из круглой оцинкованной стали диаметром 8 мм с ячейками не более 10×10 м» [17].

«В качестве наружного контура заземления принята оцинкованная полосовая сталь 40×4 мм по периметру здания на глубине не менее 0,5 м от поверхности земли и на расстоянии не менее 1 м от стен. В местах соединения токоотводов с заземлителем забиваются вертикальные электроды из оцинкованной круглой стали диаметром 16 мм и длиной 5 м. Сопротивление заземляющего устройства согласно ПУЭ не превышает 10 Ом» [10].

## 5 Выбор проводников и осветительной арматуры для многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья

Канализация электроэнергии предусматривается кабелями с медными жилами марки ВВГнг(А)-LS по ТУ 16.К71-310-2001 (кабели для групповой прокладки, не распространяющие горение, с низким дымо- и газовыделением) [27]. Все электросети должны быть сменяемыми. Кабели приняты с двойной оболочкой с цветоразличением.

Согласно ПУЭ все электрические сети выбираются по условиям допустимого нагрева, потерь напряжения, соответствия принятых сечений токам аппаратов защиты.

«Длительно допустимые токи нагрузки для кабелей определены с учетом условий прокладки по формуле» [14]:

$$I_{\text{дд}} = I_{\text{ном.дд}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (20)$$

где « $k_1$  - поправочный коэффициент на температуру окружающей среды;

$k_2$  - поправочный коэффициент на термическое сопротивление грунта;

$k_3$  - поправочный коэффициент на количество групп кабелей;

$k_4$  - поправочный коэффициент на способ прокладки кабелей» [14].

«Проверка сети по потере напряжения в КЛ-0,4 выполнена по формуле» [14]:

$$U = \frac{I_{\text{расч}} \cdot L \cdot R_{\text{уд}}}{S}, \quad (21)$$

где « $I_{\text{расч}}$  - расчетный ток, А;

$L$  - длина линии, м;

$R_{\text{уд}}$  - удельное сопротивление проводника, Ом/м;

$S$  - сечение провода, мм» [14].

«Однофазные групповые линии выполняются трёхпроводными, трёхфазные - пятипроводными с отдельными N и PE проводниками. Запрещается объединять N и PE проводники разных групповых линий» [2].

Межэтажные стояки питающих линий квартир, лифтов и устройств противопожарной защиты выполняются скрыто в стальных водогазопроводных трубах с последующей зашивкой их листами ГВЛ. Межэтажные стояки групповых линий освещения мест общего пользования (лестничная клетка и тамбур) выполняются скрыто в ПНД трубах диаметром 25 мм в слое утеплителя. Межэтажные стояки групповых линий освещения мест общего пользования (лифтовой холл) выполняются скрыто под слоем штукатурки.

«Места прохода электропроводки через стены, перегородки, межэтажные перекрытия должны иметь уплотнения в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571.15 и гл. 2.1 ПУЭ. В целях герметизации после протяжки проводов (кабелей) через гильзы, зазоры в отрезках труб следует заделывать легкоудаляемой массой из негорючего материала (цемент с песком по объему 1:10 или перлит, вспученный со строительным гипсом 1:2) во избежание возможности распространения пожара» [16].

«Горизонтальные участки питающих и распределительных сетей выполняются медными кабелями с двойной изоляцией типа ВВГнг(А)-FRLS в ПВХ-трубах на жилых этажах скрыто за подвесным потолком, в подвале - открыто по стенам и потолкам в лотке, в технических помещениях – открыто по стенам и потолкам с креплением скобами.

Электрооборудование каждого помещения имеет степень защиты, соответствующую категории среды данного помещения. Типы светильников приняты в зависимости от назначения помещений, их размеров и среды помещений. Корпуса светильников необходимо надёжно заземлить. Ко всем светильникам предусмотрен 3-ий защитный провод» [8].

Выводы по разделу.

Канализация электроэнергии предусматривается кабелями с медными

жилами марки ВВГнг(А)-LS не распространяющими горение, с низким дымо- и газовыделением.

Все электрические сети были выбраны по условиям допустимого нагрева, потерь напряжения, соответствия принятых сечений токам аппаратов защиты.

«Однофазные групповые линии выполняются трёхпроводными, трёхфазные - пятипроводными с отдельными N и PE проводниками» [2].

Питающие линии квартир, лифтов и устройств противопожарной защиты выполняются медными кабелями с двойной изоляцией типа ВВГнг(А)-FRLS.

«Типы светильников приняты в зависимости от назначения помещений, их размеров и среды помещений. Корпуса светильников надёжно заземляются, для этого ко всем светильникам подводится 3-ий защитный провод» [8].

## **6 Определение параметров систем освещения здания многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья**

Электроосвещение помещений многоквартирного жилого дома выполнено на основании СП 52.11330.2016 [24], СП 256.1325800.2016 [22] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий» [19]. В работе выполнено внутреннее электроосвещение жилого дома.

«В работе предусмотрены следующие виды освещения:

- рабочее освещение;
- аварийное освещение;
- ремонтное освещение.

Напряжение сети 380/220 В, у ламп рабочего и аварийного освещения - 220 В, у ламп ремонтного освещения - 24 В» [11].

В качестве светильников аварийного освещения в здании предусматривается применение светильников из состава рабочего освещения, электроснабжение которых выполняется отдельными групповыми линиями (огнестойкими кабелями). Распределительные линии сетей рабочего и аварийного освещения выполнены самостоятельными, начиная от ВРУ.

В работе предусматривается рабочее освещение во всех помещениях, аварийное освещение - в электрощитовой, в подвале, в коридорах, на лестничных клетках. Светильники аварийного освещения помечаются специальным знаком (нанесённая буква «А» красного цвета) [25]. Светильники аварийного освещения управляются клавишными выключателями, установленными по месту. Выключатели управления аварийным электроосвещением устанавливаются рядом с выключателями управления рабочим электроосвещением.

«Индекс помещения  $i$  определяется по выражению» [24]:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (22)$$

где « $A$  и  $B$  - длина и ширина помещения;

$H_p$  - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [24].

«По справочным данным принимаются значения коэффициентов запаса и использования светового потока.

Определяется расчетное число светильников по формуле» [24]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (23)$$

где « $N$  - число светильников;

$n$  - число ламп в светильнике;

$\Phi_l$  - световой поток лампы;

$\eta$  - коэффициент использования;

$k$  - коэффициент запаса;

$S$  - площадь помещения» [24].

«Значение  $N$  округляется до ближайшего целого числа  $N_p$ .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [24]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (24)$$

где « $P_{nl}$  - мощность одной лампы» [24].

«Определяем число рядов светильников по ширине здания  $N_B$ » [24]:

$$N_B = \sqrt{N_p \frac{B}{A}}; \quad (25)$$

«Определяем число светильников в каждом ряду  $N_A$ » [24]:

$$N_A = \sqrt{N_p \frac{A}{B}}; \quad (26)$$

«Определяем расстояние между светильниками  $L$  и расстояние от крайнего ряда светильников до стены  $l$ » [24]:

$$L \geq \frac{A}{N_A}, l = (0,25 - 0,5)L. \quad (27)$$

В качестве ремонтного освещения применяются светильники переносные. Для переносного освещения предусматривается ящик с понижающим трансформатором на напряжение 220/24 В.

Общее искусственное электроосвещение предусмотрено светильниками со светодиодными источниками света. Типы светильников приняты в соответствии с назначением помещений и характеристикой окружающей среды.

Наружное освещение придомовой территории не предусматривается заданием на проектирование. В работе предусмотрена установка светодиодных светильников типа PSL 02 мощностью 150 Вт, световой поток 16500 лм, на фасаде здания на высоте 4,5м. Нормируемая освещенность 5 лк.

Управление наружным освещением осуществляется с помощью щита наружного освещения ЩНО с фотодатчиком и программатором, установленными во ВРУ здания.

В щите на группах, питающих штепсельные розетки, выбраны дифференциальные автоматические выключатели на ток утечки 30 мА для защиты людей от поражения током.

Выводы по разделу.

В работе предусматривается рабочее освещение во всех помещениях, аварийное освещение - в электрощитовой, в подвале, в коридорах, на лестничных клетках.

«В качестве светильников аварийного освещения в здании предусматривается применение светильников из состава рабочего освещения, электроснабжение которых выполняется отдельными групповыми линиями (огнестойкими кабелями).

Общее искусственное электроосвещение предусмотрено светильниками со светодиодными источниками света. Типы светильников приняты в соответствии с назначением помещений и характеристикой окружающей среды.

Общее искусственное электроосвещение предусмотрено светильниками со светодиодными источниками света» [24]. Типы светильников приняты в соответствии с назначением помещений и характеристикой окружающей среды. Количество светильников определено из норм освещенности.

В работе предусмотрена установка светодиодных светильников типа PSL 02 мощностью 150 Вт на фасаде здания на высоте 4,5м, при этом нормируемая освещенность составляет 5 лк.

## 7 Определение характеристик резервного источника электрической энергии

Разработанная настоящим разделом система резервного электроснабжения потребителей обеспечивает выполнение всех требований нормативно-технической документации в части резервирования источников и обеспечения надежности электроснабжения потребителей.

При исчезновении напряжения во ВРУ, АВР автоматически переключит питание на резервное, в качестве которого предусмотрена ДЭС.

Резервный источник питания: автономный резервный источник питания (для энергопринимающих устройств, отнесенных по II категории надежности электроснабжения) типа ДГУ-АД60С-Т400. Дизельная станция в контейнерном исполнении. «Дизельный двигатель на напряжение 230/400В, мощностью 60 кВт. Оборудован системами обеспечения; с непосредственным впрыском топлива, водовоздушным охлаждением и регулятором частоты вращения. Внешний вид дизельной электростанции производства TSS приведен на рисунке 16.



Рисунок 16 - Внешний вид дизельной электростанции ДГУ-АД60С-Т400 производства TSS

Система электропитания с аккумуляторными батареями, генератором, пусковым стартером. Шкаф управления с автоматическим запуском. Система управления серии «Славянка», которая реализована на базе современного цифрового контроллера Vernini серии BE 42» [15].

Внешний вид цифрового контроллера Vernini серии BE 42 приведен на рисунке 17.

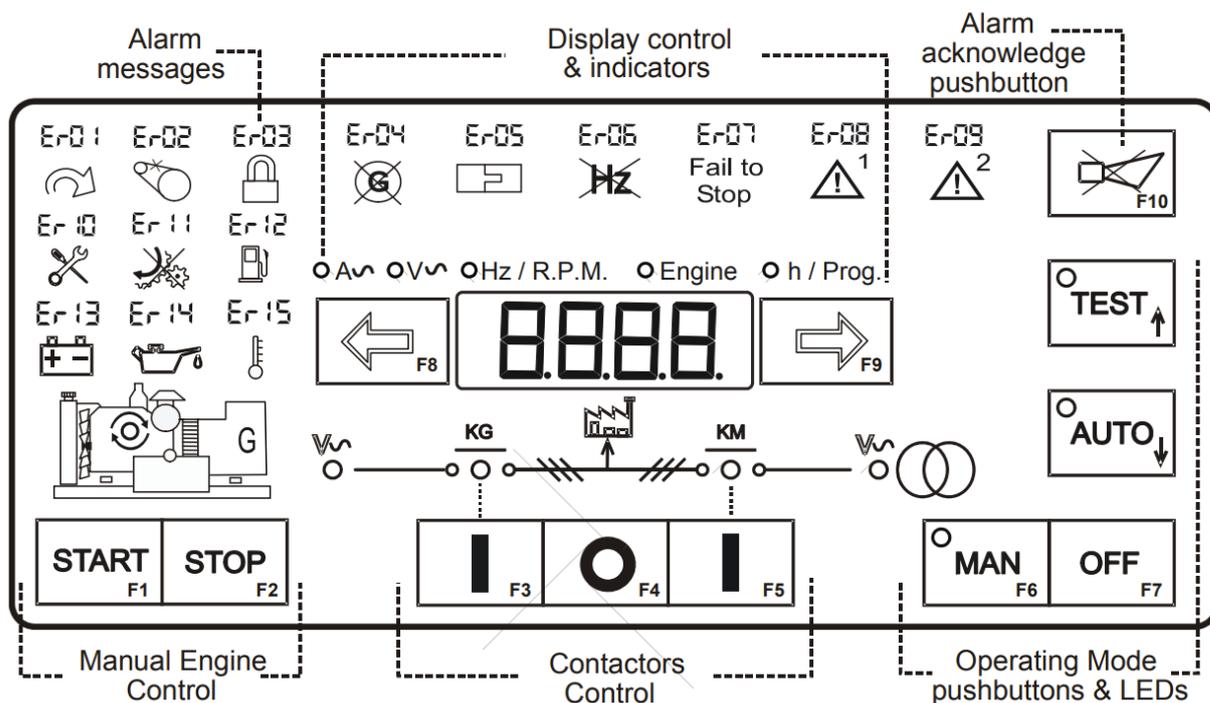


Рисунок 17 - Внешний вид цифрового контроллера Vernini серии BE 42

«Основные функции системы управления:

- автоматический пуск/останов управления;
- измерение параметров сети и параметров работы электростанции;
- сигнализация об нежелательных условиях, которые не влияют на работу электростанции и служат для привлечения внимания оператора;
- отключение и останов электростанции при возникновении условий, критических для работы электростанции» [15].

#### Основные характеристики:

- мощность номин./макс. – 60/66 кВт;
- напряжение – 230/400 В [7];
- топливный бак – 200 л;
- расход топлива при 75% нагрузки – 12,3 л;
- время автономной работы при 100% мощности – 9,2 ч;
- температура окружающей среды – от -40°С до +44°С [4];
- степень автоматизации – 2-я, дистанционное и автоматическое управление при пуске, работе и установки;
- исполнение – контейнерного типа.

#### «Вторая степень автоматизации:

- дистанционное автоматизированное и (или) автоматическое управление пуском, остановкой, предпусковыми и послеостановочными операциями;
- автоматический прием нагрузки при автономной работе или выдача сигнала о готовности к приему нагрузки;
- автоматическая подзарядка АКБ, обеспечивающая пуск и питание средств автоматизации;
- автоматическое поддержание двигателя в готовности к быстрому приему нагрузки
- автоматизированный экстренный пуск и (или) остановка;
- исполнительная сигнализация» [15].

Для питания собственных нужд, к дизельной установке подведен кабель типа АВБбШв (5×6) от ВРУ здания.

Для обеспечения I категории электроснабжения для автоматической пожарной сигнализации, предусматривается установка аккумуляторов с автоматическим переключением в случае пропажи напряжения, емкость аккумуляторов подобрана с учетом возможной работы АПС в течении 24 часов в режиме нормальной работы плюс 1 час в режиме тревоги.

Выводы по разделу.

При исчезновении напряжения во ВРУ, АВР автоматически переключит питание на резервное, в качестве которого предусмотрена дизельная электростанция ДГУ-АД60С-Т400 производства TSS мощностью 60 кВт.

«Система управления серии «Славянка», которая реализована на базе современного цифрового контроллера Vernini серии VE 42.

Основные функции системы управления:

- автоматический пуск/останов управления;
- измерение параметров сети и параметров работы электростанции;
- сигнализация об нежелательных условиях, которые не влияют на работу электростанции и служат для привлечения внимания оператора;
- отключение и останов электростанции при возникновении условий, критических для работы электростанции» [15].

Для питания собственных нужд, к дизельной установке подведен кабель типа АВБбШв (5×6) от ВРУ здания.

## Заключение

Целью бакалаврской работы являлось проектирование надежной и экономической системы электроснабжения многоквартирного жилого дома, предназначенного для служебного жилья.

Электроснабжение многоквартирного жилого дома предусматривается от существующего РУ-0,4 кВ КТП-10/0,4 кВ, а для обеспечения требуемой II категории по надёжности электроснабжения предусматривается резервный источник – дизельная электростанция типа ДГУ-АД60С-Т400.

В качестве питающих кабелей применены четырехжильные кабели марки АВБбШв(А)-LS проложенные от КТП и ДЭС в разных траншеях с расстоянием между траншеями 1 м.

Приведенная схема электроснабжения позволяет обеспечить надежность, качество передачи и распределения электроэнергии, оперативную гибкость и экономическую целесообразность.

Общая величина установленной максимальной нагрузки составила 54,54 кВт, а расчетная мощность 51,7 кВт.

Суммарный годовой расход активной электроэнергии составит 103080 тыс.кВт·ч/год.

Для питания электроприемников систем противопожарной защиты предусмотрен ЩР-1А, который запитан от вводной панели вводно-распределительного устройства (ВРУ) через устройство автоматического включения резерва (АВР).

На линиях, питающих общедомовую нагрузку устанавливаются электронные трёхфазные многотарифные электросчётчики Меркурий 234, а для каждой квартиры электронные однофазные электросчётчики Пульсар.

«Для данной системы электроснабжения не предусматривается компенсация реактивной мощности, в связи с экономической нецелесообразностью и согласно п. 7.3 СП 256.1325800.2016» [22].

Рассчитаны значения однофазного тока короткого замыкания в различных точках схемы.

«Защита кабелей от токов перегрузки и токов короткого замыкания производится автоматическими выключателями с комбинированным тепловым и электромагнитным расцепителем. Автоматические выключатели выбраны характеристики «С» с кратностью тока срабатывания электромагнитного расцепителя 5-10 номинальных токов. Все автоматические выключатели проверены по чувствительности на срабатывание при однофазном коротком замыкании в самой удаленной точке» [14].

Для экономии электроэнергии в работе предусмотрено использование светодиодных светильников.

Здание многоквартирного жилого дома по устройству молниезащиты относится к III уровню надёжности защиты и подлежит защите от прямых ударов молнии (ПУМ), вторичных проявлений молнии и заноса высоких потенциалов по внешним наземным и подземным коммуникациям с надёжностью защиты 0,9.

«В качестве молниеприёмника используется молниеприёмная сетка, прокладываемая на кровле здания на слой утеплителя, выполняется из круглой оцинкованной стали диаметром 8 мм с ячейками не более 10×10 м» [17].

«В качестве наружного контура заземления принята оцинкованная полосовая сталь 40×4 мм по периметру здания на глубине не менее 0,5 м от поверхности земли и на расстоянии не менее 1 м от стен. В местах соединения токоотводов с заземлителем забиваются вертикальные электроды из оцинкованной круглой стали диаметром 16 мм и длиной 5 м. Сопротивление заземляющего устройства согласно ПУЭ не превышает 10 Ом» [10].

Канализация электроэнергии предусматривается кабелями с медными жилами марки ВВГнг(А)-LS не распространяющими горение, с низким дымо- и газовыделением.

Все электрические сети были выбраны по условиям допустимого нагрева, потерь напряжения, соответствия принятых сечений токам аппаратов защиты.

«Однофазные групповые линии выполняются трёхпроводными, трёхфазные - пятипроводными с отдельными N и PE проводниками» [2].

Питающие линии квартир, лифтов и устройств противопожарной защиты выполняются медными кабелями с двойной изоляцией типа ВВГнг(А)-FRLS.

«Типы светильников приняты в зависимости от назначения помещений, их размеров и среды помещений. Корпуса светильников надёжно заземляются, для этого ко всем светильникам подводится 3-ий защитный провод» [8].

В работе предусматривается рабочее освещение во всех помещениях, аварийное освещение - в электрощитовой, в подвале, в коридорах, на лестничных клетках.

«В качестве светильников аварийного освещения в здании предусматривается применение светильников из состава рабочего освещения, электроснабжение которых выполняется отдельными групповыми линиями (огнестойкими кабелями).

Общее искусственное электроосвещение предусмотрено светильниками со светодиодными источниками света. Типы светильников приняты в соответствии с назначением помещений и характеристикой окружающей среды.

Общее искусственное электроосвещение предусмотрено светильниками со светодиодными источниками света» [24]. Типы светильников приняты в соответствии с назначением помещений и характеристикой окружающей среды. Количество светильников определено из норм освещенности.

В работе предусмотрена установка светодиодных светильников типа PSL 02 мощностью 150 Вт на фасаде здания на высоте 4,5м, при этом нормируемая освещенность составляет 5 лк.

При исчезновении напряжения во ВРУ, АВР автоматически переключит питание на резервное, в качестве которого предусмотрена дизельная электростанция ДГУ-АД60С-Т400 производства TSS мощностью 60 кВт.

«Система управления серии «Славянка», которая реализована на базе современного цифрового контроллера Vernini серии VE 42.

Основные функции системы управления:

- автоматический пуск/останов управления;
- измерение параметров сети и параметров работы электростанции;
- сигнализация об нежелательных условиях, которые не влияют на работу электростанции и служат для привлечения внимания оператора;
- отключение и останов электростанции при возникновении условий, критических для работы электростанции» [15].

Для питания собственных нужд, к дизельной установке подведен кабель типа АВБбШв (5×6) от ВРУ здания.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Анчарова Т. В., Рашевская М.А., Стебунова. Е.Д. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебник , 2-е изд., перераб. и доп. М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. 415 с. URL: <http://znanium.com/catalog/product/982211> (дата обращения 15.06.2024).
2. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: электронное учебно-методическое пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. 86 с.
3. ГОСТ 721-77 Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005016> (дата обращения 20.06.2024).
4. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003320> (дата обращения 16.08.2024).
5. ГОСТ 21128-83 Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения до 1000 В [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200011422> (дата обращения 20.06.2024).
6. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [Электронный ресурс]: Межгосударственный стандарт от 01.01.1995. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004630> (дата обращения 08.06.2024).
7. ГОСТ 29322-2014 (IEC 60038:2009) Напряжения стандартные [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115397> (дата обращения 30.05.2024).

8. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения 26.05.2024).
9. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 13.06.2024).
10. ГОСТ Р 50571.5.54-2013 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации 01.01.2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108284> (дата обращения 06.06.2024).
11. ГОСТ Р 55842-2013 (ИСО 30061:2007) Освещение аварийное. Классификация и нормы [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации от 01.01.2015. URL: [docs.cntd.ru/document/1200107497](https://docs.cntd.ru/document/1200107497) (дата обращения 25.07.2024).
12. Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2015. 368с.
13. Миронова А.Н., Миронов Ю.М. Электрооборудование и электроснабжение электротехнологических установок: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ИНФРА-М, 2023. 470 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1996313> (дата обращения: 26.08.2024).
14. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 416 с.
15. Официальный сайт группы компаний ТСС. Дизельный генератор ТСС АД-60С-Т400-2РМ1 [Электронный ресурс]: URL: [https://www.tss.ru/catalog/elektrostantsii/dizelnye\\_elektrostantsii/tss\\_slavyanka/dizelnyy\\_generator\\_tss\\_ad\\_60s\\_t400\\_2rm1\\_032518/](https://www.tss.ru/catalog/elektrostantsii/dizelnye_elektrostantsii/tss_slavyanka/dizelnyy_generator_tss_ad_60s_t400_2rm1_032518/) (дата обращения 23.07.2024).
16. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <http://pue7.ru/pue7/sod.php> (дата обращения 16.05.2024).

17. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения 03.07.2024).

18. Рожин А.Н., Бакшаева Н.С. Внутрицеховое электроснабжение: учеб. пособие для выполнения курсового и дипломного проектов. Киров: Изд-во ВятГУ, 2016. 258с.

19. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/901859404> (дата обращения 16.07.2024).

20. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие. 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2023. 328 с.

21. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034368> (дата обращения 22.07.2024).

22. СП 256.1325800.2016. Свод правил. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139957> (дата обращения 26.06.2024).

23. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 (с Поправкой, с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Свод правил от 20.05.2011. URL: <docs.cntd.ru/document/1200084087> (дата обращения 08.07.2024).

24. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс]: Свод правил от 05.08.2017. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 03.06.2024).

25. СП 6.13130.2021 Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности

[Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения 06.05.2024).

26. СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456050591> (дата обращения 06.05.2024).

27. ТУ 16.К71-310-2001 Кабели, не распространяющие горение, с низким дымо- и газовыделением [Электронный ресурс]. URL: <https://tdkss.ru/uploads/gost/%D0%A2%D0%A3%2016.%D0%9A71-310-2001.pdf> (дата обращения 08.06.2024).

28. Федеральный закон от 23 ноября 2009г. № 261-ФЗ Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_93978/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/) (дата обращения 17.07.2024).