

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 Проектирование системы электроснабжения многоэтажного жилого дома

Обучающийся

В.В. Волков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., А.Н. Черненко

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

Тольятти 2022

## Аннотация

Данная бакалаврская работа выполнена по теме: «Проектирование системы электроснабжения многоэтажного жилого дома».

Основной целью работы является разработка надежной и экономичной системы электроснабжения нового жилого здания этажностью в 10 этажей. При выполнении работы были произведены расчеты электрических нагрузок, создаваемых как квартирами, расположенными внутри дома, так и силовыми электроприемниками в число которых входили лифтовые установки, расположенные в каждом подъезде и санитарно-технические устройства, обеспечивающие функционирование инженерных систем рассматриваемого строения. Определены целесообразные уровни напряжений, применяемых в системе электроснабжения здания и выбраны число и мощность силовых трансформаторов, размещаемых на городской КТП с учетом требований к надежности электроснабжения и мощности дополнительных городских нагрузок. В работе произведено определение сечений проводников, используемых в системе электроснабжения, их проверка на термическую стойкость при протекании как токов продолжительного режима, так и токов, вызванных аварийными процессами. Выбрана и проверена коммутационно-защитная аппаратура. Выбраны светильники для применения в системе внутреннего освещения общественных пространств. Произведен расчет системы искусственного заземления здания.

Предложенные в работе решения могут быть применены и в других однотипных постройках рассматриваемого в работе нового микрорайона.

Работа выполнена на 48 страницах текста, содержит 5 таблиц и 21 рисунок. Графическая часть работы содержит 6 чертежей формата А1.

## Содержание

Введение.....	4
1 Определение расчетных значений электрической нагрузки для жилого многоквартирного дома.....	6
2 Выбор схемы питания городских трансформаторных подстанций и определение номинальной мощности и количества установленных на ТП силовых трансформаторов .....	11
3 Определение параметров кабельных линий.....	16
4 Выбор и проверка установленного в жилом доме электрооборудования....	20
5 Выбор параметров групповой и распределительной сетей жилого дома ....	35
6 Система искусственного освещения .....	39
7 Вопросы электробезопасности .....	42
Заключение .....	44
Список используемых источников.....	47

## Введение

В любую систему электроснабжения будь то система электроснабжения предприятия и города входят электротехнические устройства и проводники, обеспечивающие прием электроэнергии из системы ее трансформацию по уровню напряжения и передачу до конечных потребителей.

Система электроснабжения просто вынуждена постоянно развиваться, чтобы обеспечить постоянно растущее потребление электроэнергии современным городом, наполненным самыми разными электроприемниками и многочисленными средствами электроники и автоматизации, которые с каждым годом предъявляют все более высокие требования к поставляемой электрической энергии при этом зачастую сами становятся источниками помех для других электроприемников.

«Системы электроснабжения жилых домов создаются для обеспечения питания электроэнергией бытовых приёмников электрической энергии, к которым относятся электродвигатели различной бытовой техники, электрические печи (духовые шкафы), осветительные установки и другие бытовые приёмники электроэнергии» [1]. В то время как мощность отдельных потребителей и систем снижается, как например мощность светодиодных ламп в системах искусственного освещения квартир и общественных зданий и даже наружного освещения жилых кварталов, с другой стороны появляются новые мощные потребители электрической энергии в жилых квартирах, которые раньше не имели широкого распространения, например системы электрического обогрева, кондиционирования, сушки белья и т.д., что приводит к общему росту потребления электроэнергии в жилом секторе и усложнению электрических сетей.

«С точки зрения возникающих последствий при перерывах электроснабжения потребителей решающую роль играет внезапность

возникновения этих перерывов. Последнее определяется характером работоспособности электрооборудования, используемого в системах электроснабжения. Невзирая на профилактические меры по поддержанию работоспособного состояния электрооборудования и наличия предупредительной сигнализации в процессе эксплуатации систем электроснабжения, возникают внезапные отказы электроснабжения и отключения части или системы целиком. Возникающий при этом перерыв электроснабжения касается соответствующего круга потребителей, связанного с рассматриваемой системой электроснабжения. Продолжительность перерывов зависит от особенностей повредившегося оборудования, определяющих время, необходимое для восстановления его работоспособного состояния или его замены» [2].

Вместе с ужесточением требований к надежности электроснабжения и невозможности обеспечения элементарных потребностей в жилище при отсутствии электроснабжения все острее встает вопрос качества электрической энергии, причем как по нормируемым параметрам, таким как искажение синусоидальности кривой напряжения, не симметрия и медленные изменения напряжения, так и по случайным явлениям, например провалам, импульсам и перенапряжениям, которые в нормативных документах не нормируются, но так же способны оказать самое негативное влияние на работоспособность электроприемников.

Основной целью выпускной квалификационной работы является разработка надежной и экономичной системы электроснабжения нового жилого здания этажностью в 10 этажей.

## 1 Определение расчетных значений электрической нагрузки для жилого многоквартирного дома

Рассматриваемый в работе объект является вновь возводимым жилым многоквартирным домом высотой 10 этажей с расположением 4х квартир на одном этаже включая первый. Дом находится в микрорайоне Лесной в сельском поселении Отрадное Красногорского района Московской области. (расположение дома на карте приведено на рисунке 1). Основным источником энергии, используемым для приготовления пищи в квартирах рассматриваемого дома, является природный газ. Система отопления выполнена индивидуальной. По категории надежности электроснабжения основная часть потребителей относится ко второй категории по надежности электроснабжения, и только небольшая доля нагрузок в которую входят лифтовые установки, системы пожарной сигнализации и автоматики, а также система аварийного освещения относятся к первой категории.

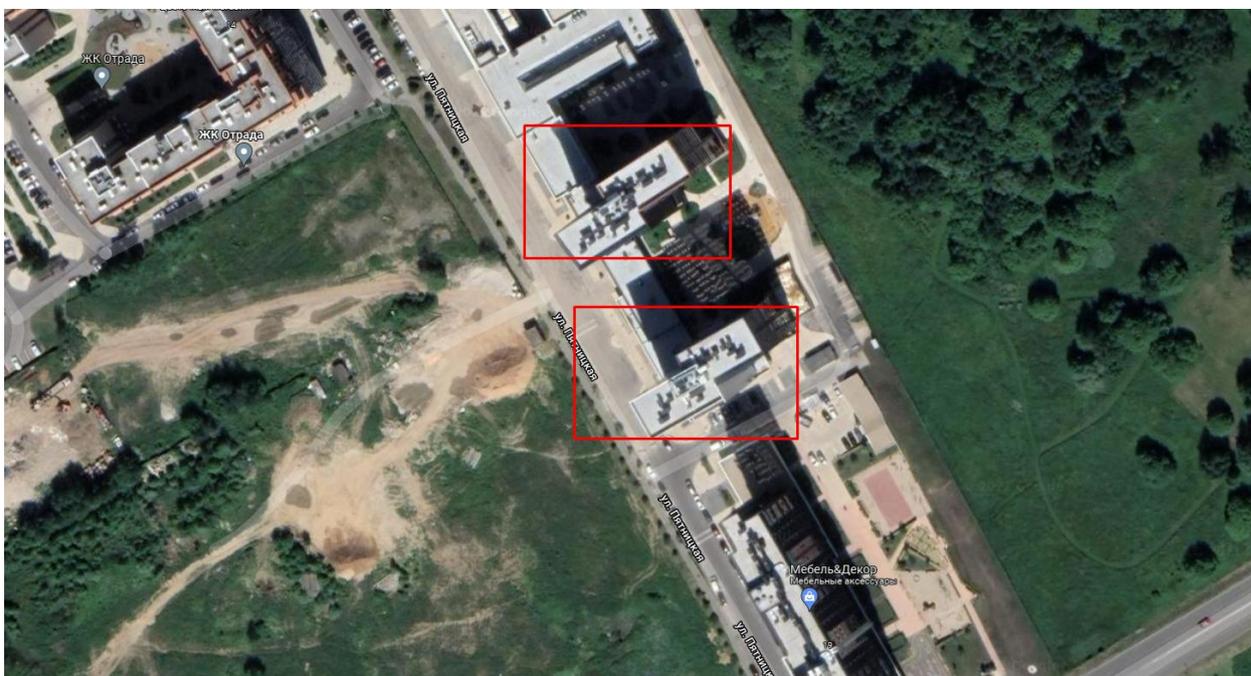


Рисунок 1– Спутниковая фотография, на которой отмечено расположение рассматриваемого в работе объекта, а также второго дома близнеца, расположенного в непосредственной близости

Для питания выбрана система заземления TN-C-S, которая позволяет обеспечить электробезопасность у потребителей и при этом использовать более дешевый четырехжильный кабель от ТП до ВРУ жилого дома. С целью обеспечения требований по надежности электроснабжения питание жилого дома осуществляется по двум взаиморезервирующим линиям. На вводе жилого дома устанавливаются счетчики для коммерческого учета электрической энергии, потребляемой жилым домом.

Выполним расчет ожидаемых электрических нагрузок по жилому дому.

«Первым этапом проведем расчет электрической нагрузки жилого дома, для чего необходимо определить расчетную электрическую нагрузку квартир и расчетную электрическую нагрузку силовых электроприемников» [3].

Расчетная электрическая нагрузка квартир, приведенная к вводу жилого дома [6]:

$$P_{KB} = P_{KB.уд} \cdot n, \quad (1)$$

где « $P_{KB.уд}=0.95$  кВт/кв – удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир жилых зданий;  
 $n=80$  – количество квартир в доме» [4].

$$P_{KB} = 0.95 \cdot 80 = 76 \text{ кВт}.$$

Находим значение расчетной нагрузки, создаваемой силовыми электроприемниками на вводе в дом, такими как лифтовые установки и сантех установки:

$$P_C = P_{Л.У} + P_{СТ.У}, \quad (2)$$

где « $P_{Л.У}$  - мощность лифтовых установок, кВт;

$P_{CT.Y}$  - мощность электродвигателей насосов водоснабжения, вентиляторов и других санитарно-технических устройств» [4].

$$P_C = 6,4 + 6,0 = 12,4 \text{ кВт}$$

При этом суммарную мощность лифтов находим с учетом коэффициента спроса:

$$P_{Л.Y} = k_C^{\wedge} \cdot \sum_1^n P_{Л.Y}, \quad (3)$$

где « $k_C^{\wedge} = 0,7$  - коэффициент спроса лифтовых установок».

$$P_{Л.Y} = 0,8 \cdot 4 \cdot 2 = 6,4 \text{ кВт}$$

Определяем нагрузку сантех устройств также с учетом коэффициента спроса, который учитывает неоднородность их включения и использования не на полную мощность [7]:

$$P_{CT.Y} = k_C^{\wedge\wedge} \cdot \sum_1^n P_{CT.Y}, \quad (4)$$

где « $k_C^{\wedge\wedge} = 0,75$  - коэффициент спроса электродвигателей санитарно-технических устройств» [4].

$$P_{CT.Y} = 0,75 \cdot 8 = 6 \text{ кВт}$$

Определяем значение расчетной активной нагрузки на вводе жилого дома, создаваемой как жилыми квартирами, так и силовыми установками с учетом коэффициента участия в максимуме нагрузки:

$$P_{P.Ж.Д.} = P_{KB} + k_Y \cdot P_C, \quad (5)$$

$$P_{P.Ж.Д.№1} = 76 + 0,9 \cdot 12,4 = 87,16 \text{ кВт}.$$

Значение полной мощности нагрузки на вводе жилого дома находим при помощи справочного значения среднего коэффициента мощности для данного типа строений с плитами на природном газе [8]:

$$S_{расч} = \frac{P_{P.Ж.Д.}}{\cos\phi}, \quad (6)$$

$$S_{расч.№1} = \frac{87,16}{0,98} = 88,93 \text{ кВА}.$$

Исходя из полученного значения полной мощности путем деления на корень из 3 и номинальное значение напряжения на вводе в дом находим значение силы тока для питающей линии [9]:

$$I = \frac{S_{расч}}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \quad (7)$$

$$I_{№1} = \frac{88,93}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 128,3 \text{ А}.$$

Результаты расчета нагрузок по жилому дому сводим в таблицу 1, полученные значения будут использованы для выбора питающих линий и городской трансформаторной подстанции, обеспечивающей трансформацию напряжения городских распределительных сетей 10 кВ в пригодное и более безопасное для потребителей значение напряжения 0,4 кВ. Данные значения нагрузок идентичны и для второго, рядом расположенного жилого дома, так как он выполнен по такому же проекту.

Таблица 1– Результаты расчета нагрузок по жилому дому

Название объекта строительства	Кол-во квартир в 1м подъезде	$P_{уд},$ кВт	$P_{расч},$ кВт	$cos\varphi$	$S_{расч},$ кВА	$I, A$
10 этажный жилой многоквартирный дом	40	0,95	87,16	0,98	88,93	128,3

Выводы по разделу.

В результате проведенных расчетов по определению нагрузок жилого 10 этажного дома было установлено, что суммарное значение нагрузки по двум вводам, создаваемой как жилыми квартирами, так и силовыми установками с учетом коэффициента участия в максимуме нагрузки составит 88,4 кВт. При этом потери напряжения в питающей линии не превысят значения 2,04%.

## 2 Выбор схемы питания городских трансформаторных подстанций и определение номинальной мощности и количества установленных на ТП силовых трансформаторов

Типовым решением при питании многоквартирных домов является размещение на вводе главного распределительного щита (сокращенно ГРЩ) или вводно-распределительного устройства (сокращенно ВРУ). Типовая схема питания многоподъездного жилого дома от трансформаторной подстанции при установке на вводе ВРУ приведена на рисунке 2. Для питания потребителей предусматривается наличие напряжений 380/220В, при этом в квартиры заводится по одной фазе. Нейтраль глухо заземляется и сеть в каждом подъезде выполняется пятипроводной с отдельными проводниками N и PE, в то время как от трансформаторной подстанции до ВРУ в целях экономии прокладывается совмещенный проводник PEN. Во ВРУ жилого дома устанавливаются приборы учета и коммутационно-защитная аппаратура [5, 10].

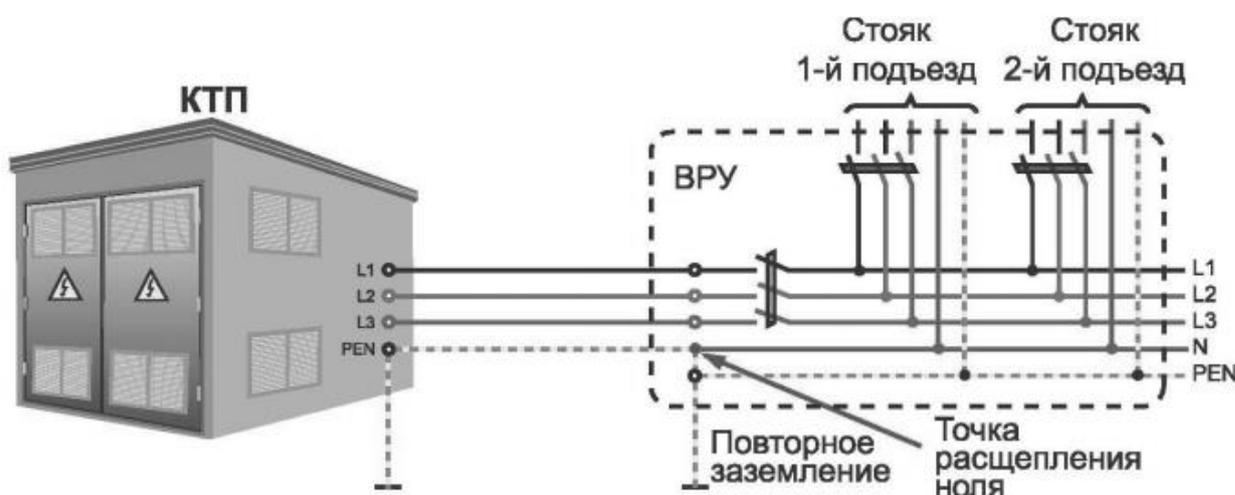


Рисунок 2 – Типовая схема питания многоподъездного жилого дома от трансформаторной подстанции при установке на вводе ВРУ

В ГРЩ производится «распределение напряжения электропитания по групповым потребителям (освещение лестничных площадок, подвалов, чердаков, лифтовое оборудование, пожарная и аварийная сигнализации, жилые помещения и прочее). Электропитание жилых помещений (квартир) осуществляется по стоякам, через УЗО. В свою очередь к питающим стоякам подключаются этажные распределительные щитки, образующие сеть электропитания по квартирам» [6, 13].

После анализа применяемых в городских сетях схемных решений, одной из наиболее надежных схем признана двухлучевая схема электропитания, которая позволяет обеспечить резервирование питающих линий и выбрать сечения кабеля, соответствующие их продолжительным нагрузкам. «Двухлучевая схема предусматривает питание одной трансформаторной подстанции двумя линиями. Каждая из них питает свой трансформатор, на котором со стороны низшего напряжения установлены контакторы, автоматически переключающие нагрузку с одного трансформатора на другой при исчезновении напряжения на каком-либо из них» [7]. На рисунке 3 приведен пример выполнения двухлучевой схемы электропитания городских двухтрансформаторных подстанций. Связь между подстанциями осуществляется при помощи кабелей, при этом в одном луче от центра питания получают электроэнергию от 3 до 5 трансформаторов мощностью 630-1600 кВА.

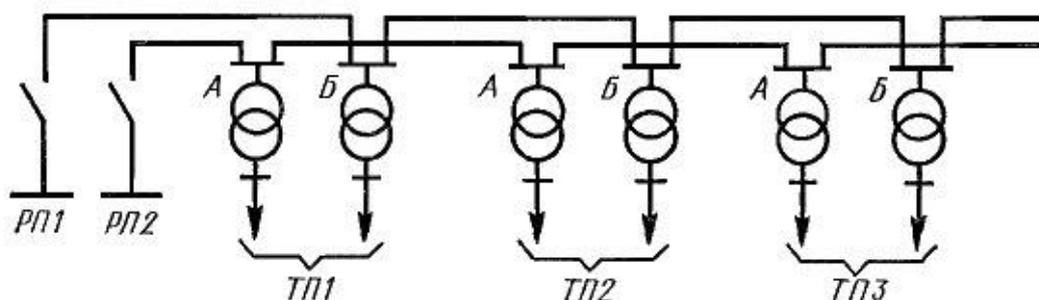


Рисунок 3 – Пример выполнения двухлучевой схемы электропитания городских двухтрансформаторных подстанций

Поскольку в жилом доме и расположенных рядом объектах имеется ряд электроприемников, отнесенных к первой категории по надежности электроснабжения, то к установке на ТП принимаем 2 силовых трансформатора и выбираем их номинальную мощность таким образом, чтобы обеспечить значение коэффициента загрузки менее 0,7 в нормальном режиме работы при включении обоих трансформаторов и равномерном распределении нагрузки по ним.

На первом этапе определим удельную плотность нагрузки в данном пятне жилой застройки:

$$\sigma_H = \frac{S_{НАГР}}{F}, \frac{\text{кВ} \cdot \text{А}}{\text{м}^2}, \quad (8)$$

где « $S_{НАГР} = 88,93 \text{ кВА}$  – расчетная нагрузка;

$F = 5018 \text{ м}^2$  – площадь всех этажей» [7].

$$\sigma_H = \frac{88,93}{5018} = 0,0177 \frac{\text{кВ} \cdot \text{А}}{\text{м}^2},$$

Полученному значению удельной плотности 0,02 соответствует номинальная мощность силовых трансформаторов равная 1000 кВА, но так как расчетная нагрузка рассматриваемых в работе потребителей намного меньше данного значения и отсутствует возможность подключения к уже существующим трансформаторным подстанциям, то находим целесообразное значение номинальной мощности силовых трансформаторов для их размещения на ТП:

$$S_{Т.НОМ.расч} = \frac{S_{НАГР}}{n \cdot k_3}, \text{ кВА}, \quad (9)$$

где « $n=2$  – количество трансформаторов на ТП;

$k_3 = 0,7$  – коэффициент загрузки трансформаторов» [4].

$$S_{T.HOM.расч} = \frac{88,93}{2 \cdot 0,7} = 62,5 \text{ кВА.}$$

По полученному значению выбираем стандартную ближайшую большую мощность из выпускаемых силовых трансформаторов равную 63 кВА. Технические характеристики выбранного трансформатора представлены в таблице 2, а его внешний вид изображен на рисунке 4.

Таблица 2– Технические характеристики выбранного трансформатора

Название снабж. объекта	$S_{НАГР},$ кВА	$S_{T.HOM.расч},$ кВА	$S_{T.HOM},$ кВА	Тип СТ	$P_{XX},$ кВт	$P_{K3},$ кВт	$I_{XX},$ %	$U_{K3},$ %
Жилой дом	88,93	62,5	63	ТМГ	230	1200	2,8	4,5



Рисунок 4 – Внешний вид выбранного трансформатора типа ТМГ

«Для потребителей жилых и общественных зданий микрорайона в соответствии с СП 31-110-2003 компенсация реактивной нагрузки не требуется» [8, 14].

Выводы по разделу:

Для питания потребителей предусматривается наличие напряжений 380/220В, при этом в квартиры заводится по одной фазе. Нейтраль глухо заземляется и сеть в каждом подъезде выполняется пятипроводной с отдельными проводниками N и PE, в то время как от трансформаторной подстанции до ВРУ в целях экономии прокладывается совмещенный проводник PEN. Во ВРУ жилого дома устанавливаются приборы учета и коммутационно-защитная аппаратура.

После анализа применяемых в городских сетях схемных решений, одной из наиболее надежных схем признана двухлучевая схема электроснабжения, которая позволяет обеспечить резервирование питающих линий и выбрать сечения кабеля, соответствующие их продолжительным нагрузкам.

Поскольку в жилом доме и расположенных рядом объектах имеется ряд электроприемников, отнесенных к первой категории по надежности электроснабжения, то к установке на ТП принято 2 силовых трансформатора и выбрана их номинальная мощность таким образом, чтобы было обеспечено значение коэффициента загрузки менее 0,7 в нормальном режиме работы при включении обоих трансформаторов и равномерном распределении нагрузки по ним.

По расчетной нагрузке рассматриваемых в работе потребителей и с учетом отсутствия возможности подключения к уже существующим трансформаторным подстанциям, было определено целесообразное значение номинальной мощности силовых трансформаторов для их размещения на ТП. Была выбрана стандартная ближайшая большая мощность из выпускаемых силовых трансформаторов равная 63 кВА, тип трансформатора принят масляным герметичным ТМГ.

### 3 Определение параметров кабельных линий

Согласно принятой схеме электроснабжения питающая жилой дом КТП запитывается от городской ГПП, которая располагается на расстоянии в два километра.

Выполним расчет параметров и выбор кабельной линии 10 кВ от ГПП до ТП.

Находим значение расчетного тока, протекающего в линии при работе обоих проводников [15]:

$$I_{расч} = \frac{S_{НАГР}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}, A, \quad (10)$$

где « $n$  - количество КЛ, по которым осуществляется электроснабжение объекта с полной мощностью  $S_{НАГР}$  при номинальном напряжении  $U_{НОМ}$ » [9].

$$I_{расч} = \frac{88.93}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 2.57 A,$$

При отключении одной из линий при аварийной ситуации или для проведения других видов работ, значение тока в оставшемся в работе проводнике составит [17]:

$$I_{AP} = \frac{S_{НАГР}}{(n-1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}, A, \quad (11)$$

$$I_{AP} = \frac{88.93}{(2-1) \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 5.13 A.$$

Находим максимальное допустимое значение протекающего тока для данной линии [19]:

$$I_{дон} = \frac{I_{AP}}{k_{пер} \cdot k_{сн} \cdot k}, A, \quad (12)$$

где « $k_{пер} = 1,13$  – коэффициент перегрузки;

$k_{сн} = 0,93$  – коэффициент снижения;

$k$  – поправочный коэффициент на количество работающих кабелей, лежащих рядом в земле» [5]

$$I_{дон} = \frac{5,13}{1,13 \cdot 0,93 \cdot 0,92} = 5,3 A,$$

По полученной токовой нагрузке выбираем ближайшее большее сечение кабеля, основные расчетные значения и технические характеристики выбранной кабельной линии заносим в таблицу 3. «При траншейной прокладке кабельной линии выбираем специализированный кабель для укладки в траншею – кабель марки ПвБП, с изоляцией жил из сшитого полиэтилена, общая изоляция жил также из полиэтилена и защитная броневая оболочка из двух стальных лент. Центральное заполнение кабеля жгутом» [18].

Таблица 3– Основные расчетные значения и технические характеристики выбранной кабельной линии

Трасса КЛ	$S_{НАГР},$ кВА	$n$	$I_{расч}, A$	$I_{AP}, A$	$I_{дон}, A$	Выбранная кабельная линия и ее сечение
от ГПП до ТП	88,93	2	2,57	5,13	5,3	ПвБП-3x10

Выполним расчет потерь напряжения в рассматриваемой линии.

В нормальном и аварийном режимах на потери напряжения в кабеле оказывает влияние только протекающей по линии ток, все остальные параметры линии остаются неизменными [11]:

$$\Delta U_H = \sqrt{3} \cdot I_{расч} \cdot \frac{l}{1000} \cdot (r_{уд} \cdot \cos \phi + x_{уд} \cdot \sin \phi), \quad (13)$$

где « $l=2000$  м – длина кабельной линии;

$r_{уд}=3,12$  Ом/км – активное сопротивление кабеля при 20 °С;

$x_{уд}=0,122$  Ом/км – реактивное сопротивление кабеля при 20 °С» [4].

$$\Delta U_H = \sqrt{3} \cdot 2,57 \cdot \frac{2000}{1000} \cdot (3,12 \cdot 0,9 + 0,122 \cdot 0,436) = 50,47 \text{ В},$$

$$\Delta U_{AP} = \sqrt{3} \cdot I_{AP} \cdot \frac{l}{1000} \cdot (r_{уд} \cdot \cos \phi + x_{уд} \cdot \sin \phi), \quad (14)$$

$$\Delta U_{AP} = \sqrt{3} \cdot 5,13 \cdot \frac{2000}{1000} \cdot (3,12 \cdot 0,9 + 0,122 \cdot 0,436) = 100,74 \text{ В}.$$

Полученные результаты расчетов потерь в питающей ТП линии заносим в таблицу 4.

Таблица 4– Полученные результаты расчетов потерь в питающей ТП линии

Трасса КЛ	$I_{расч}, A$	$I_{AP}, A$	$L, м$	$r_{уд},$ Ом / км	$x_{уд},$ Ом / км	$\cos \phi$	$\sin \phi$	$\Delta U_H, B$	$\Delta U_{AP}, B$
от ГПП до ТП	2,57	5,13	2000	3,12	0,122	0,90	0,436	50,47	100,74

Согласно ГОСТ 32144-2013 положительные и отрицательные отклонения напряжения в точке передачи электрической энергии не должны превышать 10 % номинального или согласованного значения напряжения в течение 100 % времени интервала в одну неделю [12].

Выводы по разделу:

В разделе произведены расчеты питающей ТП линии напряжением 10 кВ проложенной от главной понизительной подстанции и имеющей протяженность 2 км.

Определены значения расчетного тока, протекающего в линии при работе обоих проводников и при отключении одной из линий при аварийной ситуации или для проведения других видов работ. По полученной токовой нагрузке выбрано ближайшее большее сечение кабеля. Для прокладки в траншее выбран бронированный кабель марки ПвБП.

Выполнен расчет потерь напряжения в рассматриваемой линии в нормальном и аварийном режимах. Установлено, что на потери напряжения в кабеле оказывает влияние только протекающей по линии ток, все остальные параметры линии остаются неизменными. Расчетные потери напряжения не превышают установленного в нормативном документе значения в 10%.

## 4 Выбор и проверка установленного в жилом доме электрооборудования

«Устройство защитного отключения УЗО 22-16-2-030 (см. рисунок 5) предназначено для:

- защиты людей от поражения электрическим током при случайном прикосновении к элементам электроустановки, находящимся под напряжением, из-за пробоя изоляции, а также непосредственно к одному из токоведущих элементов;

- повышение пожарной безопасности при выходе из строя изоляции, электропроводки и электрооборудования.

- защитное отключение защищаемой цепи от продолжительного перенапряжения в ЛЭП.

- защита цепей переменного тока 230 В и 50 Гц от перегрузок и коротких замыканий.

- оперативное включение / выключение электрических цепей.

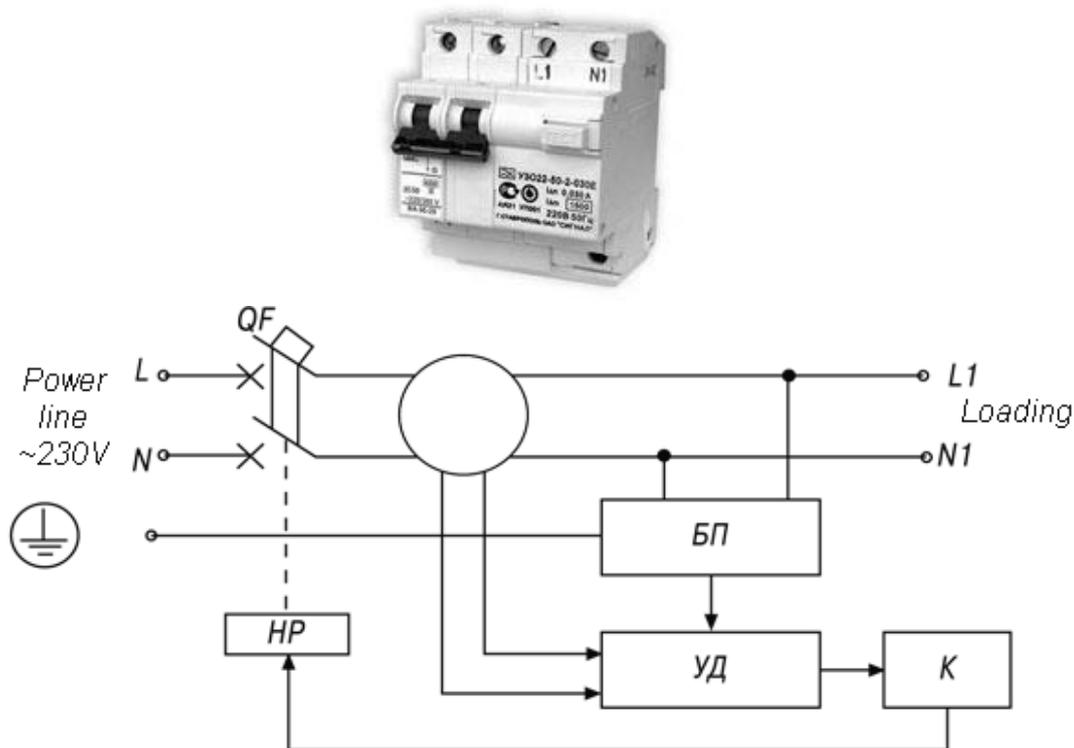


Рисунок 5 – Внешний вид и функциональная схема УЗО серии 22

Применяются для комплектация квартирных, напольных, осветительных, распределительных щитков и распределительных щитов, устанавливаемых в административных, жилых и общественных зданиях, производственных помещениях, коттеджах, гаражах, дачных участках, передвижных сооружениях и др., а также для защиты индивидуальных потребителей электроэнергии.

Особенностью серии 22 является то, что УЗО сохраняют работоспособность:

- при понижении напряжения в защищаемой цепи до 50В;
- при повышении напряжения в защищаемой цепи до 246В;
- после обрыва нулевого провода N (для 3-х проводного исполнения);
- после воздействия интерфейсного напряжения 380В» [5]

В таблицу 5 заносим основные технические характеристики выбранных УЗО серии 22.

Таблица 5 –Технические характеристики УЗО 22 серии

Характеристика	Модификация		
	УЗО 22	УЗО 22Э	УЗО 22С
1	2	3	4
Максимальное значение рабочего коммутируемого тока, $I_m$ , А	2900, 4400	2900, 4400	2900, 4400
Номинальное напряжение в месте размещения, В	220	220	220
Максимальное время срабатывания при протекании диф тока, $T_n$ , с	0,04	0,04	0,04
Мощность потерь на холостом ходу, ВА	0,28	0,28	0,28
Максимальное время срабатывания при протекании тока короткого замыкания, с	0,09	0,09	0,09
Наличие сигнализации о срабатывании	-	-	+
Максимальное значение дифференциального коммутируемого тока, $I_{\Delta m}$ , А	2900, 4400	2900, 4400	2900, 4400

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Максимальное сечение зажимаемых проводов, мм <sup>2</sup>	1-11	1-24	1-24
Степень защита от проникновения воды и пыли	IP20	IP20	IP20
Диапазон тока коммутации на тепловой характеристике, дюйм/дюйм	1,12/1,44	1,12/1,44	1,12/1,44
Геометрические размеры, мм	59x93x64	69x89x72	71x94x74
Диапазон тока коммутации на электромагнитной характеристике, дюйм/дюйм	3/5	3/5	3/5
Вес аппарата, кг	0.31	0.36	0.36

«Счетчик Меркурий серии 230 предназначен для одно- и многотарифного измерения активной и реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений, активной, реактивной и полной мощности, коэффициентов мощности, частоты, напряжения и силы переменного тока, а также для измерения параметров качества электрической энергии в трех- и четырехпроводных трехфазных электрических сетях переменного тока частотой 50 Гц. Счетчик имеет интерфейсы связи и может эксплуатироваться автономно или в автоматизированной системе сбора данных о потребляемой электрической энергии» [11]. Счетчик предназначен для эксплуатации внутри закрытых помещений, а также может быть использован в местах, имеющих дополнительную защиту от влияния окружающей среды (установлен в помещении, в шкафу, в щитке). «Степень защиты счетчика от воздействия пыли и воды IP51. Счетчик обеспечивает регистрацию и хранение значений потребляемой электроэнергии по четырем тарифам и по сумме тарифов с момента ввода счетчика в эксплуатацию. Переключение тарифов осуществляется с помощью внутреннего тарификатора. Счетчик имеет модификации, отличающиеся номинальным напряжением, силой номинального (базового) и максимального переменного тока, классом точности и функциональными возможностями, связанными с



Выбранный счетчик реализует следующие основные функции:

- четырехтарифный учет передаваемой активной электрической энергии;
- определение и запись в память средних значений тока за определенные интервалы времени;
- определение и запись в память значений всех мощностей, передаваемых через счетчик;
- определение и запись в память частоты и коэффициента мощности;
- хранение архива и возможность его передачи на ПК по интерфейсам связи для последующей обработки и визуализации.

«Счетчик электрической энергии Меркурий 230А-01СL является сложным электронным изделием и для того, чтобы полностью использовать его функциональные возможности, необходимо провести его настройку с помощью специализированного программного обеспечения – конфигуратора параметров. Для начала работы со счетчиков, на персональный компьютер (ПК) необходимо установить программу Универсальный конфигуратор доступную для бесплатного скачивания на сайте компании производителя» [12]. Для передачи данных непосредственно со счетчика может быть использовано подключение его к переносному ПК по USB интерфейсу. Для этих же целей может быть использован смартфон или планшет с установленным специализированным программным обеспечением. На рисунке 7 показана начальная страница конфигуратора, которая открывается при запуске программной оболочки на персональном компьютере. На нем выводится основная служебная информация, включая версию установленного ПО, класс точности изменений, параметры сетевого подключения, основные настройки прибора учета и характеристики сети. Отдельно указываются подключенные интерфейсы передачи данных и параметры электропитания самого счетчика электрической энергии, вариант исполнения и объем доступной памяти. На странице кроме всего прочего

задается пароль администратора которым защищаются настройки от изменений и удаление информации.

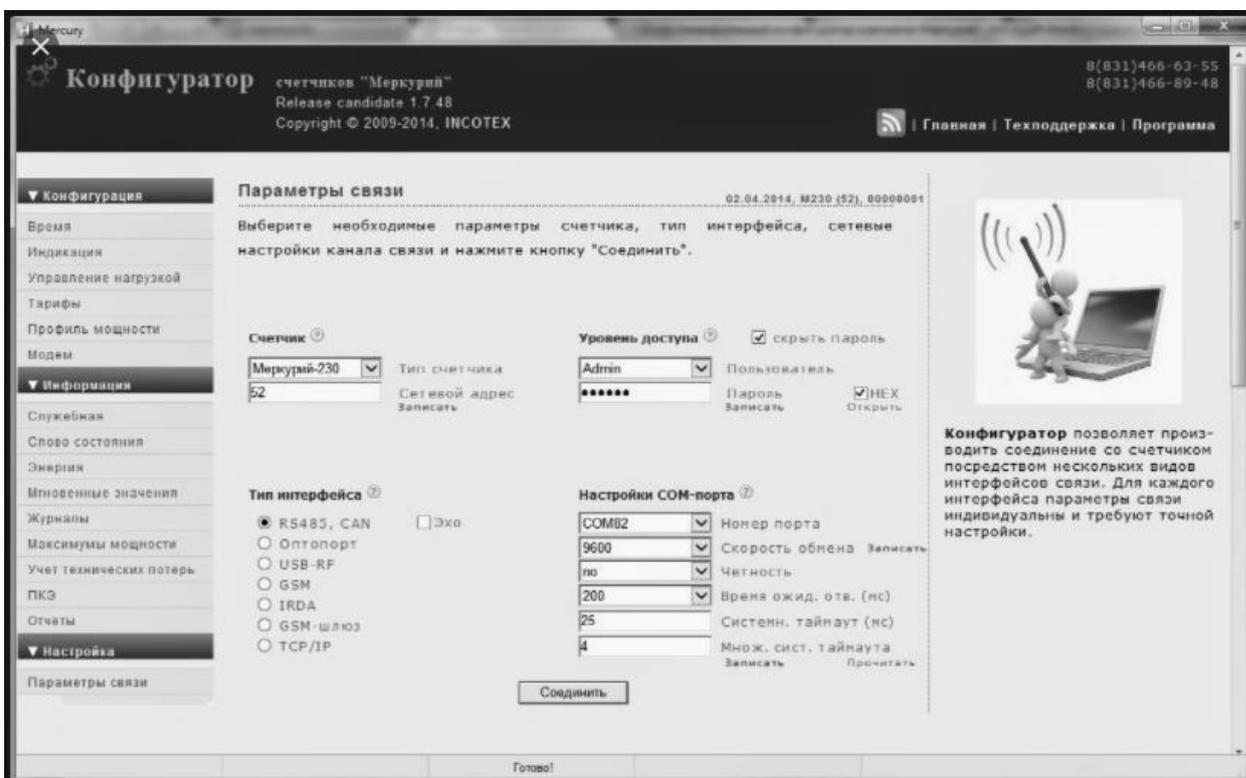


Рисунок 7 – Первая страница программы конфигурирования приборов учета

«Работа с конфигуратором начинается с выбора электросчетчика во вкладке Тип счетчика. Затем в поле Сетевой адрес вводится сетевой адрес электросчетчика (в заводских настройках сетевым адресом являются три последние цифры заводского номера прибора). В случае, если заводской номер заканчивается на три нуля, то адресом является цифра 1. Затем заполняется поле Уровень доступа. Заводскими настройками являются» [12]:

- у пользователя под ником «User» по умолчанию установлен пароль «111111»;

- у пользователя под ником «Admin» по умолчанию установлен пароль «222222».

Данные пароли необходимо заменить на новые при первом конфигурировании устройства с целью предотвращения несанкционированного доступа и самовольного изменения настроек.

«Затем заполняется поле Тип интерфейса. Наиболее часто применяется интерфейс RS485, CAN. После этого заполняются настройки порта на ПК:

- выбирается номер порта;
- выбирается скорость обмена информацией;
- время ожидания отклика и системный таймаут и др.

После заполнения всех вкладок главной страницы программы нажимается кнопка Соединить в нижней части окна. При установке соединения между электросчетчиком и ПК открывается окно Служебная информация (см. рисунок 8) на которой хранится сервисная информация об электросчетчике, в том числе:

- наименование программного обеспечения (ПО);
- идентификационное наименование ПО;
- номер версии ПО;
- цифровой идентификатор ПО;
- модель электросчетчика;
- заводской номер электросчетчика;
- дата ввода счетчика в эксплуатацию и др» [12].

Как и многие другие приборы учета электрической энергии счетчики типа Меркурий 230А-01СL могут быть подключены к электрической сети по разным схемам в зависимости от места установки и параметров электрической сети в месте подключения:



Рисунок 8 – Внешний вид вкладки, содержащей Служебную информацию по подключению и настройкам прибора учета

- самым простым является прямое включение счетчика в электрическую сеть, данный вид подключения применяется как правило для организации учета электроэнергии у потребителей при их небольшой мощности и, следовательно, ограничении протекаемого через счетчик тока (данный вид подключения изображен на рисунке 9);

- подключение счетчика через три измерительных трансформатора тока, когда величина тока превышает допустимое пороговое значение, установленное заводом изготовителем для данного прибора учета, такой способ подключения применяется для вводных счетчиков, устанавливаемых во ВРУ жилого дома (данный вид подключения изображен на рисунке 10);

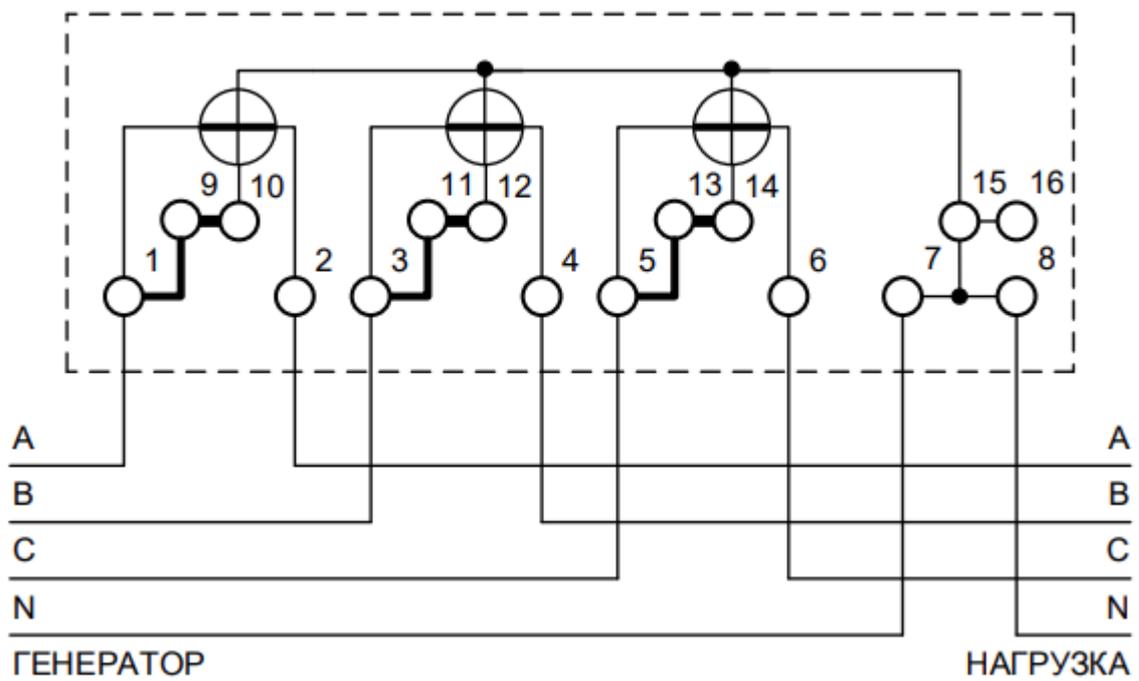


Рисунок 9 – Прямое включение счетчика в электрическую сеть при организации учета непосредственно у конечных потребителей

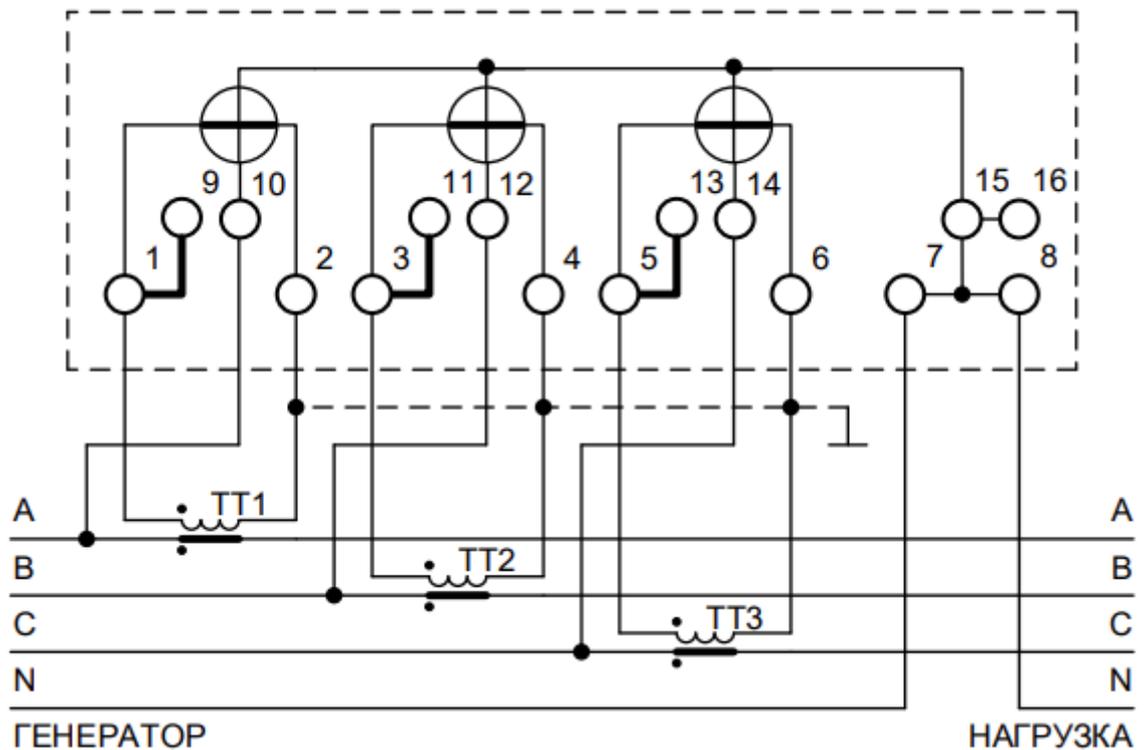


Рисунок 10 – Подключение счетчика через три измерительных трансформатора тока, когда величина тока превышает допустимое пороговое значение

- подключение счетчика через три измерительных трансформатора тока и через трансформаторы напряжения при установке счетчика на стороне ВН ТП или на главной понизительной подстанции.

«Вводно-распределительные устройства ВРУ1-23-56 УХЛ4 для жилых и общественных зданий предназначены для приема, распределения и учета электрической энергии напряжением 380/220В» [20]. На рисунке 11 изображен внешний вид шкафов ВРУ выбранных для установки в жилом доме.



Рисунок 11 – Внешний вид шкафов ВРУ выбранных для установки в жилом доме

«В наименовании ВРУ занесена следующая информация:

- серия ВРУ;
  - наличие блока автоматического управления освещением;
  - тип панелей: вводно-распределительные (напольные, одностороннего доступа);
  - на вводе выключатель на 250А;
  - на вводе предохранитель на 250А;
- УХЛ-4 - климатическое исполнение по ГОСТ15150-96.

Особенности конструктивного исполнения:

- степень защиты по ГОСТ14254-96: IP31;
- ввод питающих кабелей выполняется снизу;
- для трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью;
- для защиты линий при перегрузках и коротких замыканиях;
- для коммутации входящей линии питания» [12].

На рисунке 12 приведена электрическая схема вводно-распределительного устройства жилого дома.

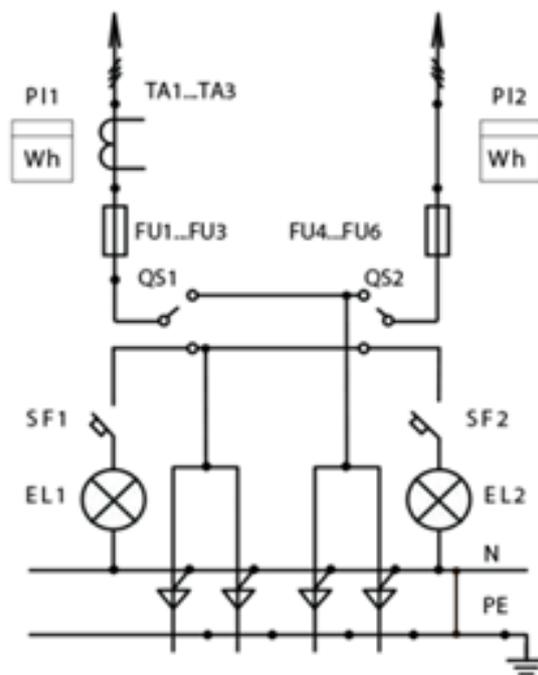


Рисунок 12 – Электрическая схема вводно-распределительного устройства жилого дома

На каждом этаже жилого дома устанавливаются специальные этажные щитки типа ЩЭУГ 2-4x40Д(100)/Сч/5/2 УХЛ4 в которых размещаются приборы учета потребляемой каждой квартирой электроэнергии (для считывания показаний предусмотрены прозрачные окошки), а также автоматические выключатели и дифференциальные автоматы. На рисунке 13 представлен внешний вид выбранного в работе этажного щитка.



Рисунок 13 – Внешний вид выбранного в работе этажного щитка

На рисунке 14 приведена электрическая схема этажного щитка (показано подключение двух квартир).

Далее по тексту работы будут приведены основные конструктивные особенности выбранного этажного щитка.

«Щиток этажный учетно-распределительно-групповой однофазный со слаботочным отсеком, встраиваемый в нишу. Максимальное количество однополюсных аппаратов, размещаемых в силовом отсеке щитка, составляет – 60» [20]. Число подключаемых квартир – 2, 3, 4.

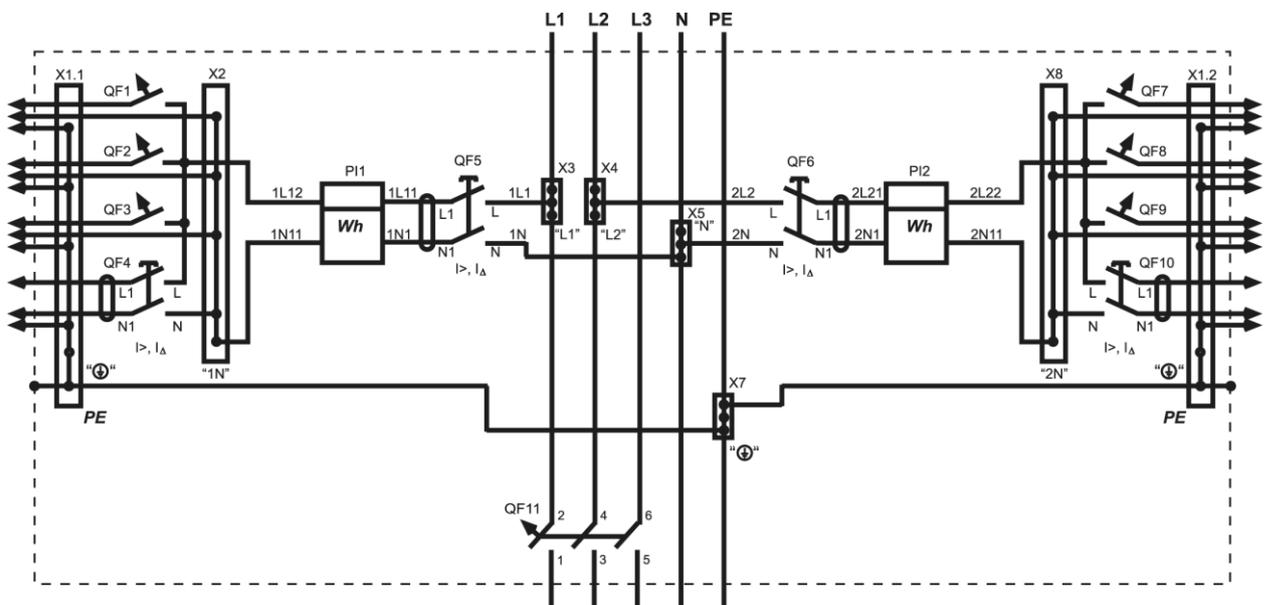


Рисунок 14 – Электрическая схема этажного щитка (показано подключение двух квартир)

Конструкция «обеспечивает:

- подключение к проводам стояка питающей сети сечением до  $70 \text{ мм}^2$ ;
- вывод отходящих проводников скрытой проводки сечением от  $1,5$  до  $16 \text{ мм}^2$ ;
- степень защиты – IP31;
- в щитке предусмотрено отделение для размещения устройств телефонной, радиотрансляционной и телевизионной сетей.
- щитки, встраиваемые в нишу, имеют обрамления, закрывающие края ниш» [8];
- встраиваемая часть щитков обеспечивает проход проводников питающей цепи (стояка) и присоединение их к щиткам;
- в щитках предусматривается возможность для размещения вводимых в них внешних проводников и удобного их присоединения к аппаратам и зажимам;
- в щитках встроены дверцы, открывающиеся на угол, обеспечивающий удобный доступ к аппаратам при монтаже и обслуживании щитков, но не менее  $95^\circ$ ;

- за дверцей щитка располагается оперативная панель с выведенными на нее органами управления аппаратов, которая в сочетании с другими конструктивными элементами щитка исключает доступ к его токоведущим частям;

- дверцы щитков запираются на ключ. В учетно-распределительно-групповых щитках, в дверце, запираемой на ключ, предусмотрен люк с закрывающейся дверцей без ключа для доступа только к органам управления вводных аппаратов квартир и защитных аппаратов групповых цепей;

- дверцы, запираемые без ключа, снабжены запорными устройствами, исключающими их самопроизвольное открывание;

- в щитках имеется слаботочный отсек (для размещения устройств телефонной, радиотрансляционной, телевизионной и других слаботочных сетей). Слаботочный отсек отделен от силовоточной части щитка сплошными металлическими перегородками для обеспечения экранирования слаботочных устройств и противопожарной их защиты;

- слаботочный отсек имеет отдельную дверцу, запираемую на ключ с собственным секретом;

- в щитках со счетчиками электроэнергии для исключения доступа к цепям учета (от ввода в щиток до ввода в счетчики) предусматриваются конструктивные элементы с возможностью их опломбирования в одном или, при необходимости, в нескольких местах;

- в щитках со счетчиками электроэнергии в дверцах имеются окна из прозрачного материала для снятия показаний счетчиков;

- конструкция щитков обеспечивает без их демонтажа возможность замены аппаратов и счетчиков;

- в учетно-распределительно-групповых щитках выполнена поквартирная маркировка защитных аппаратов линий групповых цепей порядковыми номерами. У аппаратов предусмотрены места для записи назначения аппаратов. Эти записи могут приводиться в таблицах, размещаемых на внутренних сторонах дверц щитков;

- зажимы для проводников питающей цепи рассчитаны на присоединение медных и алюминиевых одно- и многопроволочных проводников питающей цепи без их разрезания;

- для каждого нулевого рабочего проводника N и нулевого защитного проводника PE предусмотрен отдельный зажим.

- зажимы нулевых рабочих проводников N изолированы от токопроводящей оболочки так же, как зажимы фазных проводников, а зажимы нулевых защитных проводников PE – электрически соединены с ней» [16].

Выводы по разделу:

В разделе был произведен анализ характеристик УЗО 22-16-2-030, их функционального назначения и особенностей эксплуатации и монтажа.

Рассмотрены схемы подключения счетчика электрической энергии Меркурий 230А-01СL, который устанавливается во ВРУ жилого дома для общедомового учета электрической энергии. Рассмотрены функциональные возможности программного обеспечения для программирования счетчика и считывания показаний.

На вводе в здание устанавливается вводно-распределительные устройства ВРУ1-23-56 УХЛ4.

На каждом этаже жилого дома устанавливаются специальные этажные щитки типа ЩЭУГ 2-4х40Д(100)/Сч/5/2 УХЛ4 в которых размещаются приборы учета потребляемой каждой квартирой электроэнергии (для считывания показаний предусмотрены прозрачные окошки), а также автоматические выключатели и дифференциальные автоматы.

## 5 Выбор параметров групповой и распределительной сетей жилого дома

«В состав этажных электрощитков, как правило, входят электросчетчики, автоматические выключатели и УЗО. Автоматические выключатели сгруппированы по каждой цепи электропитания (освещение, розетки, электроплита, стиральная машина и т. д.). Для равномерной нагрузки на распределительную сеть цепи питания разных квартир подключаются к разным фазным проводникам» [9]. На рисунке 15 приведен пример питания потребителей квартиры от квартирного щитка с размещенными в нем защитными аппаратами.

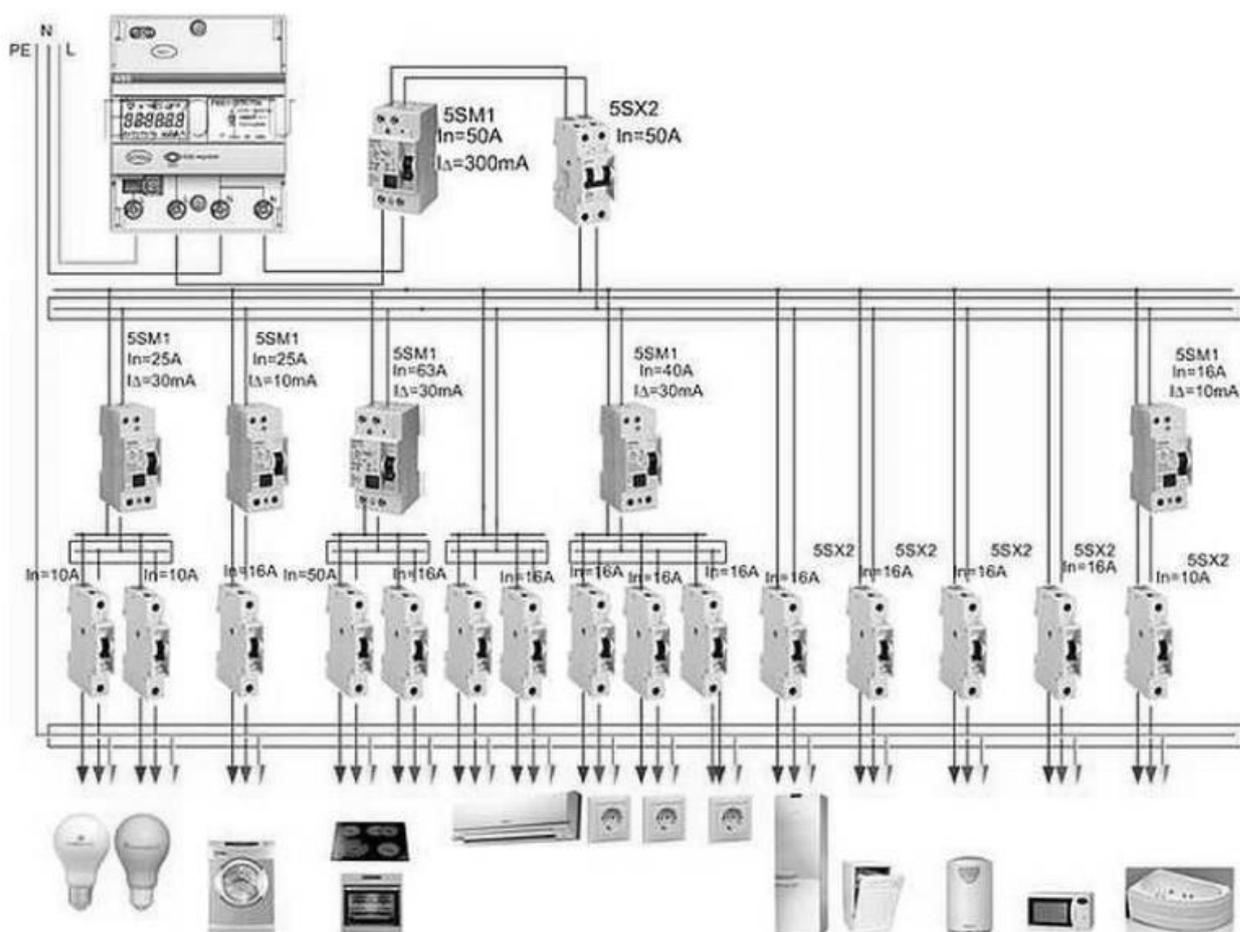


Рисунок 15 – Пример питания потребителей квартиры от квартирного щитка с размещенными в нем защитными аппаратами

«В машинных помещениях лифтов устанавливаются штепсельные розетки для подключения лифтового низковольтного комплектного устройства (НКУ).

Осветительная арматура, выключатели и штепсельные розетки монтируются после окончания отделочных работ. Для каждой квартиры предусматривается установка электрического звонка с кнопкой. Звонковая проводка выполняется кабелем ВВГнг сеч.  $2 \times 1.5 \text{ мм}^2$ » [16]. На рисунке 16 приведена типовая схема электроснабжения квартиры в жилом многоэтажном доме. При увеличении площади квартиры и числа комнат, возрастает как нагрузка на одну квартиру, так и число групп потребителей на схеме.

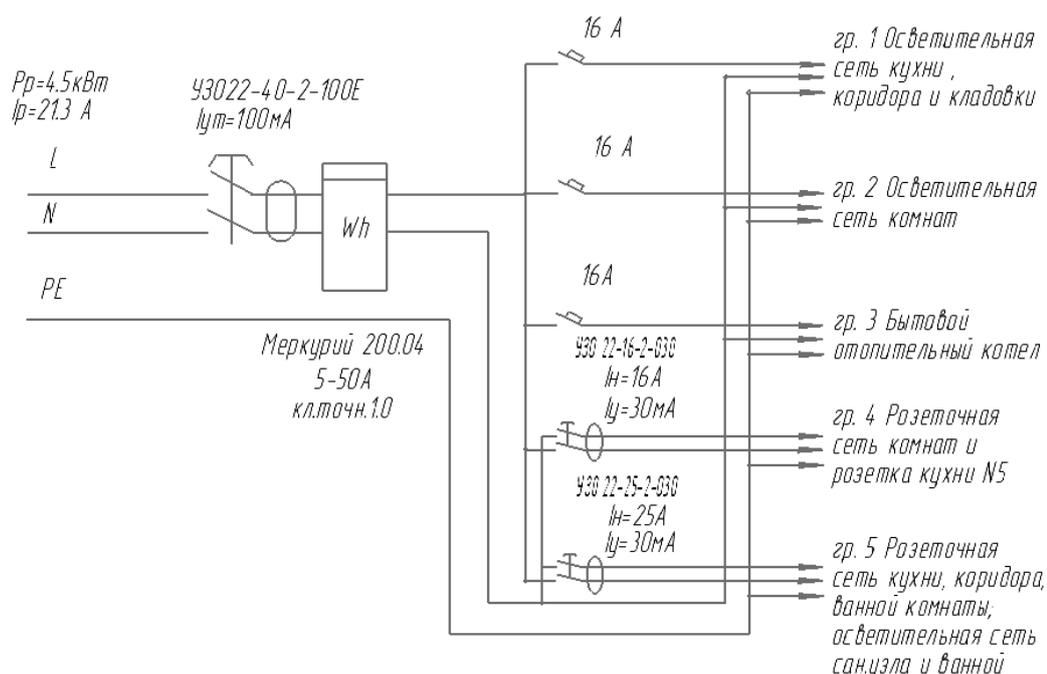


Рисунок 16 – Типовая схема электроснабжения квартиры в жилом многоэтажном доме

Далее приведены пояснения по выбранным группам потребителей и выбранные сечения питающих кабелей, количество жил и их сечение:

- 1 группа – линия к системе искусственного освещения помещения кухни-столовой, коридорного пространства и кладовой, питающий кабель ВВГнг 3x1.5 мм<sup>2</sup>;

- 2 группа – линия к системе искусственного освещения жилых помещений, питающий кабель ВВГнг 3x1.5 мм<sup>2</sup>;

- 3 группа – линия к накопительному водонагревателю, питающий кабель ВВГнг 3x1.5 мм<sup>2</sup>;

- 4 группа – линия к розеточной сети жилых помещений и кухонного пространства, питающий кабель ВВГнг-3x1.5 мм<sup>2</sup>;

- 5 группа – линия к системе искусственного освещения ванной комнаты, а также к розеточной сети кухонного пространства, коридорного пространства, питающий кабель ВВГнг 3x2.5 мм<sup>2</sup>.

От уровня чистового пола устанавливаются:

- выключатели на высоте 0.8 м;

- штепсельные розетки в жилых помещениях комнатах и коридорном пространстве на высоте 0.3 м.

Кабели осветительной сети принимаются типа ВВГнг с пониженным дымовыделением, прокладываются в штробах по стенам скрытым способом, по потолкам в пустотных отверстиях межэтажных плит.

«Ответвления от горизонтальной трассы к стоякам производятся через протяжные коробки. Вертикальные прокладки распределительных линий и сетей освещения лестничных клеток ведутся в штрабах стен» [12].

Сети общедомовых нужд, расположенные в подвале жилого дома, прокладываются открытым способом по помещению подвала, открытым способом по потолочному покрытию и стеновому в подвальном помещении.

На рисунке 17 приведена электрическая схема групповых сетей общедомовых нужд и автоматики дома, данные сети выполняются при помощи проводов типа ПВ, прокладываемых в ПВХ трубах или кабелями ВВГнг.

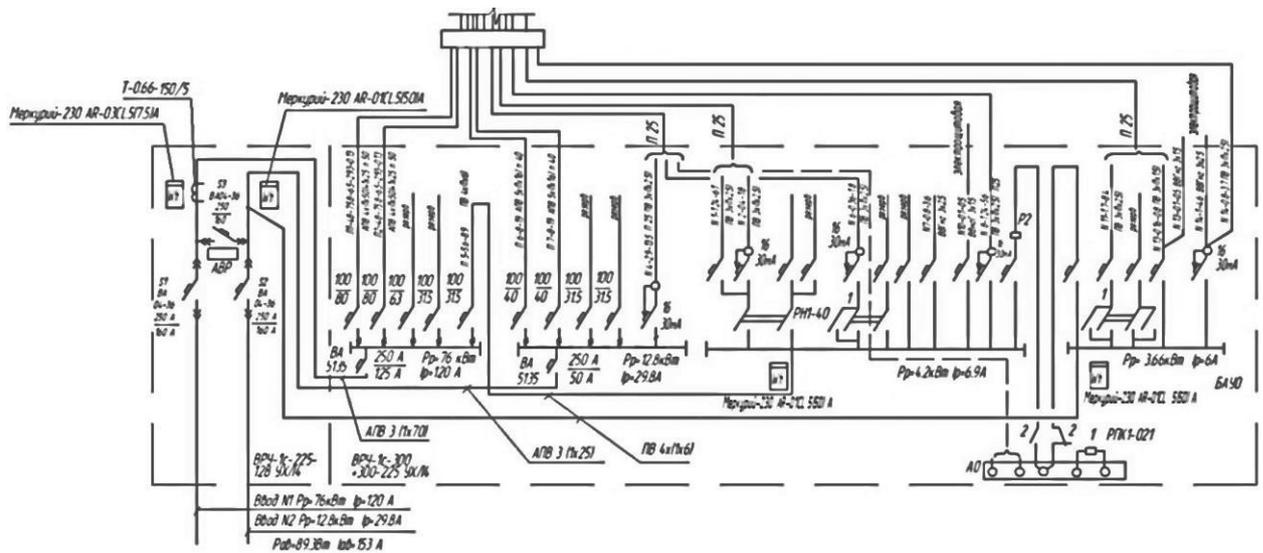


Рисунок 17 – Электрическая схема групповых сетей общедомовых нужд и автоматики дома

Выводы по разделу.

В работе выбраны электрические сети питания отдельных квартир, потребители поделены на группы, питание которых осуществляется кабелями ВВГнг различных сечений.

Для защиты сетей выбраны автоматические выключатели и устройства защитного отключения, результаты выбора приведены в графической части работы.

В жилых помещениях применяется скрытая прокладка электрических сетей, а для электроснабжения общедомовых нужд где не важна эстетическая составляющая, на первое место выходит удобство визуального осмотра и обслуживания – используется открытая прокладка сетей.

## 6 Система искусственного освещения

«Руководящим документом для выбора общедомового освещения является ВСН 59 – 88. Согласно данному документу нормы освещенности (минимум) общедомовых помещений следующие:

- технические помещения (электрощитовая, машинное отделение лифта, вентиляционные камеры и т.д.) 30 лк;
- проходы в техподполье, чердаке и подвале 10 лк;
- лестницы и поэтажные коридоры 10 лк;
- холл перед дверью лифта 20 лк;
- шахта лифта 5 лк» [16].

На рисунке 18 приведена принципиальная схема автоматического включения освещения подъезда от датчика освещенности.

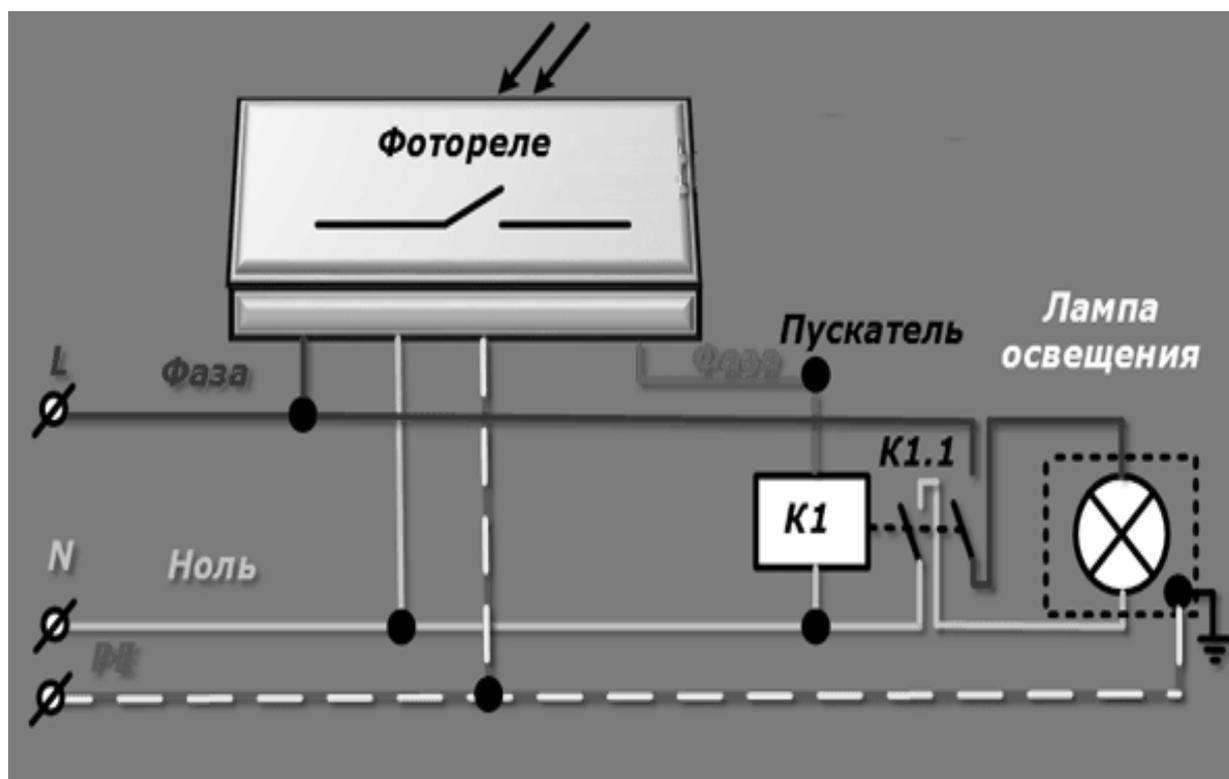


Рисунок 18 – Принципиальная схема автоматического включения освещения подъезда от датчика освещенности

Таким образом общее управление включением системы освещения общественных пространств жилого дома, в особенности системой наружного освещения, осуществляется по сигналам датчика освещенности, располагаемого на оконной раме в тех. помещении и защищенного от температурных колебаний и нагрева прямыми солнечными лучами. Дополнительно на межэтажных площадках размещаются автоматические выключатели АВ-01, имеющие выдержку времени.

Одним из способов существенной экономии электроэнергии в системе освещения общих пространств в жилом доме является использование для включения системы освещения датчиков движения, особенно это эффективно на верхних этажах здания и в общих коридорах к отдельным квартирам. На рисунке 19 приведена принципиальная схема подключения датчика движения для управления работой светильника. «При использовании датчиков движения экономия электроэнергии достигается тем, что осветительные приборы включаются лишь на время нахождения людей на лестничных клетках, в лифтовых холлах и прочих местах общего пользования» [19].

В настоящее время самое широкое распространение для нужд освещения общественных пространств получили светодиодные светильники, обладающие внушительным сроком службы, выдерживающие большое число включений, способные работать при отрицательных температурах, а также используются в светильниках антивандального исполнения.

«На сегодняшний день существует великое множество различных модификаций светильников с датчиками движения, различных производителей, размеров и форм, предназначенных для разных условий эксплуатации, каждый найдет подходящий именно для него вариант. Главное, что все они имеют схожий принцип работы» [20].

Выводы по разделу.

В данном разделе были определены основные тезисы по организации энергоэффективного освещения общественных пространств в жилом доме.

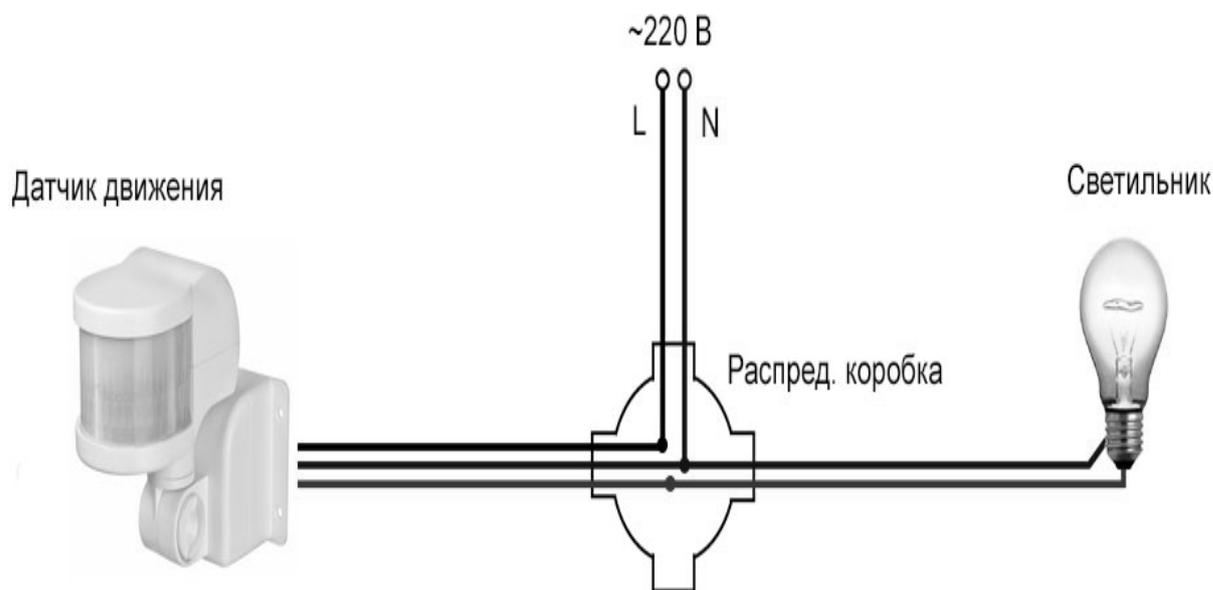


Рисунок 19 – Принципиальная схема подключения датчика движения для управления работой светильника

Предполагается использовать светодиодные светильники, обладающие внушительным сроком службы, выдерживающие большое число включений, способные работать при отрицательных температурах, а также используемы в светильниках антивандального исполнения.

Общее управление включением системы освещения общественных пространств жилого дома, в особенности системой наружного освещения, осуществляется по сигналам датчика освещенности.

Одним из способов существенной экономии электроэнергии в системе освещения общих пространств в жилом доме является использование для включения системы освещения датчиков движения.

Среди жильцов необходимо проводить разъяснительную работу о необходимости внедрения мер энергосбережения, о влиянии его на размер оплаты за общедомовые нужды; о необходимости бережного обращения с инфраструктурой дома.

## 7 Вопросы электробезопасности

Для уравнивания потенциалов в помещении ВРУ жилого дома размещается главная заземляющая шина (сокращенно ГЗШ), а по периметру подвального помещения прокладывается горизонтальная проводящая линия, которая электрически соединяется с одной стороны с ГЗШ, а с другой со всеми входящими в жилой дом трубами системы водоснабжения и теплоснабжения, а также заземлителем устройства повторного заземления. Подключения выполняются при помощи стальной полосы размерами 25x4 мм. Главная заземляющая шина и основная магистраль по расположенная по периметру выполняется из стали с размерами 8x50 мм.

«В щитах ЩР, ЩКУ, РУ лифтов устанавливаются РЕ-шины из меди ПМТ сечением 3x16 мм» [6]. На рисунке 20 приведена принципиальная схема системы уравнивания потенциалов.

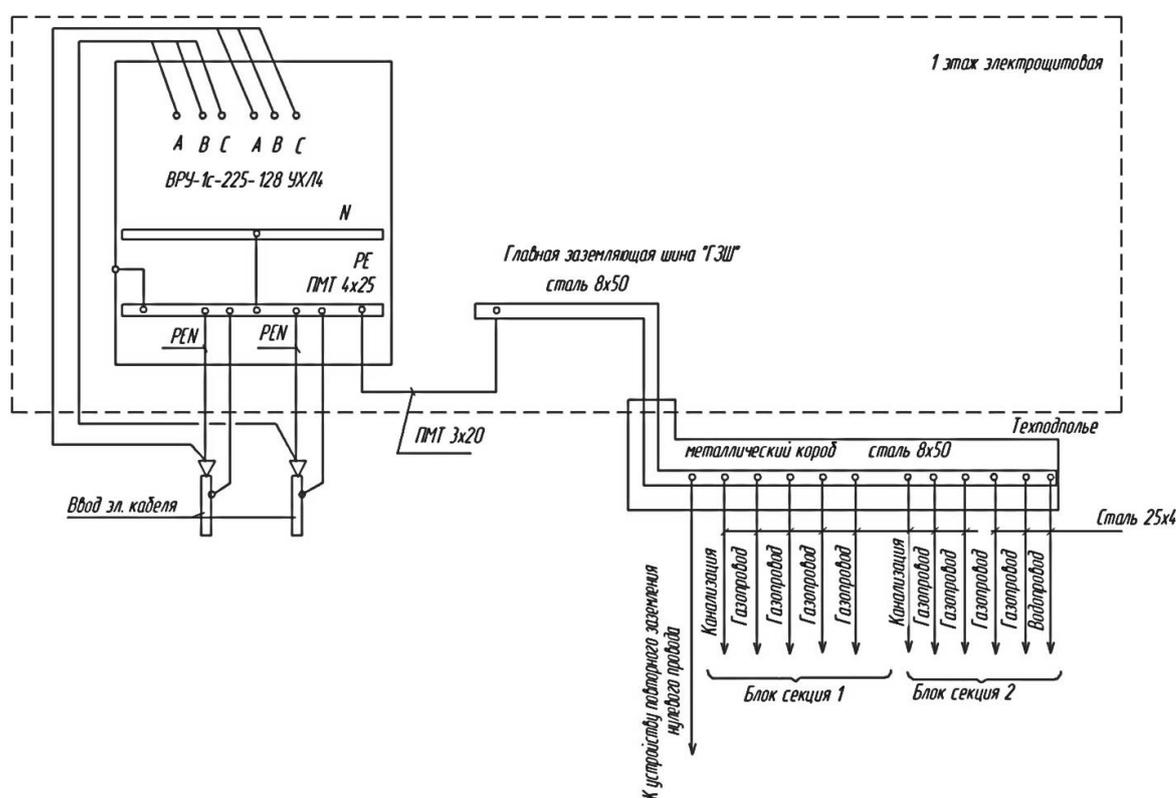


Рисунок 20 – Принципиальная схема системы уравнивания потенциалов

На рисунке 21 приведена принципиальная схема дополнительной системы уравнивания потенциалов, устанавливаемой в ваннных помещениях для присоединения металлических частей. Подключение к ней осуществляется при помощи кабеля ВВГнг 1х4.

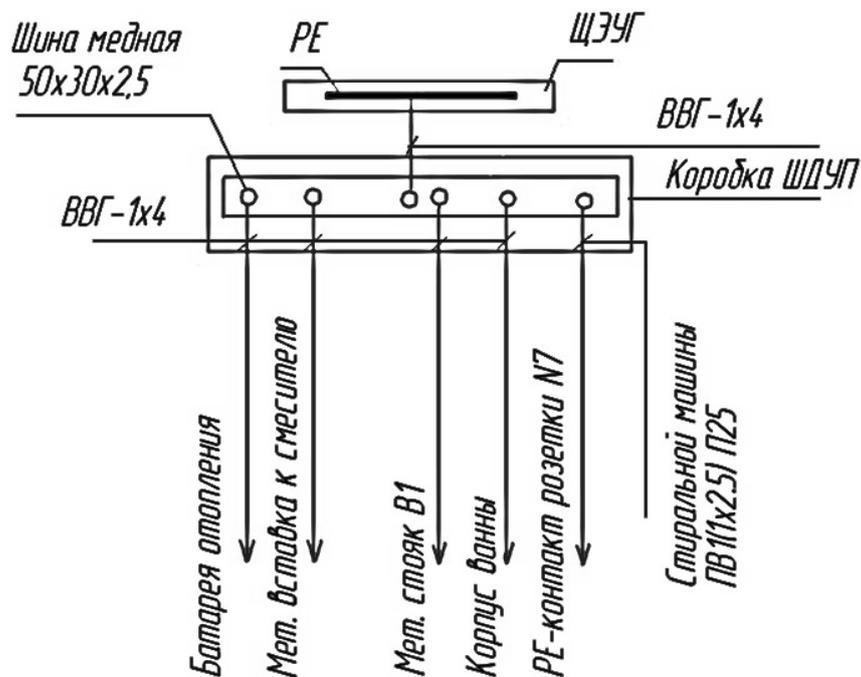


Рисунок 21 – Принципиальная схема дополнительной системы уравнивания потенциалов, устанавливаемой в ваннных помещениях

Выводы по разделу.

Для обеспечения электробезопасности жителей дома все металлические части, не находящиеся в нормальном режиме эксплуатации под напряжением, подлежат обязательному заземлению и соединяются с защитным проводником. В проекте предусмотрено наличие основной и дополнительной систем уравнивания потенциалов в ваннных помещениях.

## Заключение

Основной целью выпускной квалификационной работы являлась разработка надежной и экономичной системы электроснабжения нового жилого здания этажностью в 10 этажей.

В результате проведенных расчетов по определению нагрузок жилого 10 этажного дома было установлено, что суммарное значение нагрузки по двум вводам, создаваемой как жилыми квартирами, так и силовыми установками с учетом коэффициента участия в максимуме нагрузки составит 88,4 кВт. При этом потери напряжения в питающей линии не превысят значения 2,04%.

Для питания потребителей предусматривается наличие напряжений 380/220В, при этом в квартиры заводится по одной фазе. Нейтраль глухо заземляется и сеть в каждом подъезде выполняется пятипроводной с отдельными проводниками N и PE, в то время как от трансформаторной подстанции до ВРУ в целях экономии прокладывается совмещенный проводник PEN. Во ВРУ жилого дома устанавливаются приборы учета и коммутационно-защитная аппаратура.

После анализа применяемых в городских сетях схемных решений, одной из наиболее надежных схем признана двухлучевая схема электроснабжения, которая позволяет обеспечить резервирование питающих линий и выбрать сечения кабеля, соответствующие их продолжительным нагрузкам.

Поскольку в жилом доме и расположенных рядом объектах имеется ряд электроприемников, отнесенных к первой категории по надежности электроснабжения, то к установке на ТП принято 2 силовых трансформатора и выбрана их номинальная мощность таким образом, чтобы было обеспечено значение коэффициента загрузки менее 0,7 в нормальном режиме работы при включении обоих трансформаторов и равномерном распределении нагрузки по ним.

По расчетной нагрузке рассматриваемых в работе потребителей и с учетом отсутствия возможности подключения к уже существующим трансформаторным подстанциям, было определено целесообразное значение номинальной мощности силовых трансформаторов для их размещения на ТП. Была выбрана стандартная ближайшая большая мощность из выпускаемых силовых трансформаторов равная 63 кВА, тип трансформатора принят масляным герметичным ТМГ.

Произведены расчеты питающей ТП линии напряжением 10 кВ проложенной от главной понизительной подстанции и имеющей протяженность 2 км.

Определены значения расчетного тока, протекающего в линии при работе обоих проводников и при отключении одной из линий при аварийной ситуации или для проведения других видов работ. По полученной токовой нагрузке выбрано ближайшее большее сечение кабеля. Для прокладки в траншее выбран бронированный кабель марки ПвБП.

Выполнен расчет потерь напряжения в рассматриваемой линии в нормальном и аварийном режимах. Установлено, что на потери напряжения в кабеле оказывает влияние только протекающей по линии ток, все остальные параметры линии остаются неизменными. Расчетные потери напряжения не превышают установленного в нормативном документе значения в 10%.

Был произведен анализ характеристик УЗО 22-16-2-030, их функционального назначения и особенностей эксплуатации и монтажа.

Рассмотрены схемы подключения счетчика электрической энергии Меркурий 230А-01СL, который устанавливается во ВРУ жилого дома для общедомового учета электрической энергии. Рассмотрены функциональные возможности программного обеспечения для программирования счетчика и считывания показаний.

На вводе в здание устанавливается вводно-распределительные устройства ВРУ1-23-56 УХЛ4.

На каждом этаже жилого дома устанавливаются специальные этажные щитки типа ЩЭУГ 2-4х40Д(100)/Сч/5/2 УХЛ4 в которых размещаются приборы учета потребляемой каждой квартирой электроэнергии (для считывания показаний предусмотрены прозрачные окошки), а также автоматические выключатели и дифференциальные автоматы.

Выбраны электрические сети питания отдельных квартир, потребители поделены на группы, питание которых осуществляется кабелями ВВГнг различных сечений.

Для защиты сетей выбраны автоматические выключатели и устройства защитного отключения, результаты выбора приведены в графической части работы.

В жилых помещениях применяется скрытая прокладка электрических сетей, а для электроснабжения общедомовых нужд где не важна эстетическая составляющая, на первое место выходит удобство визуального осмотра и обслуживания – используется открытая прокладка сетей.

Определены основные тезисы по организации энергоэффективного освещения общественных пространств в жилом доме.

Предполагается использовать светодиодные светильники, обладающие внушительным сроком службы, выдерживающие большое число включений, способные работать при отрицательных температурах, а также используемы в светильниках антивандального исполнения.

Общее управление включением системы освещения общественных пространств жилого дома, в особенности системой наружного освещения, осуществляется по сигналам датчика освещенности.

Для обеспечения электробезопасности жителей дома все металлические части, не находящиеся в нормальном режиме эксплуатации под напряжением, подлежат обязательному заземлению и соединяются с защитным проводником.

## Список используемых источников

1. Алиев И.И. Электротехника и электрооборудование : учебное пособие для вузов. Саратов: Вузовское образование, 2014. 1199 с.
2. Антонов С.Н. Проектирование электроэнергетических систем : учебное пособие. Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2014. 104 с.
3. Анчарова Т. В., Рашевская М.А., Стебунова. Е.Д. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений : учебник , 2-е изд., перераб. и доп. М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. 415 с.
4. Валеев И.М., Мусаев Т.А. Методика расчета режима работы системы электроснабжения городского района : монография. Казань : КНИТУ, 2016. 132 с.
5. Кобелев А.В., Кочергин С.В., Печагин Е.А. Режимы работы электроэнергетических систем : учебное пособие для бакалавров и магистров направления «Электроэнергетика». Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. 80 с.
6. Ковалев И.Н. Электроэнергетические системы и сети : учебник. М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015. 363 с.
7. Комков В.А., Тимахова Н.С. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве: учебное пособие, 2-е изд. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. 204 с.
8. Кудрин Б.И. Электроснабжение: учебник. М.: Феникс, 2018. 382 с.
9. Мастепаненко М.А. Введение в специальность. Электроэнергетика и электротехника : учеб. пособие. Ставрополь : СтГАУ, 2015. 116 с.
10. Михайлов В.Е. Современная электросеть. СПб. : Наука и Техника, 2013. 256 с.
11. СП 31-110-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий.

М.: Госстрой РФ, 2003.

12. Ушаков В.Я. Современные проблемы электроэнергетики [Электронный ресурс] : учебное пособие. Томск: Томский политехнический университет, 2014. 447 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/34715.html> (дата обращения: 17.01.2022).

13. Ушаков В.Я., Чубик П.С. Потенциал энергосбережения и его реализация на предприятиях ТЭК: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. 388 с.

14. Хорольский В.Я., Таранов М.А. Надежность электроснабжения : учеб. пособие. М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. 127 с.

15. Хорольский В.Я., Таранов М.А., Жданов В.Г. Организация и управление деятельностью электросетевых предприятий: учебное пособие. М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. 144 с.

16. Bobby Rauf S. Electrical Engineering for Non-electrical Engineers. - Lulu Press. Inc, 2015. 235 p.

17. Feng X., Tao Y., Wan M. Energy management and control strategy for multiport power supply system based on energy storage // 2017 Chinese Automation Congress (CAC). Jinan. 2017. pp. 5225-5230.

18. Ko A., Shestopalova T. A., Malinin N. K. Development of theoretical bases for solving the problems of power supply system of autonomous rural consumer by using renewable sources of energy // 2017 2nd International Conference on the Applications of Information Technology in Developing Renewable Energy Processes & Systems (IT-DREPS). 2017. pp. 1-5.

19. Liao P., Cheng R., Ruan C., Wang C., Yang W., Chang Y. Simulation and optimization of power supply system based on super capacitor tram // 2017 IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2). Beijing. 2017. pp. 1-5.

20. Ma Y., Wu Y., Xu L., Liu H., Wu Y. Conceptual design of power supply system for CFETR CS model coil // IEEE Transactions on Applied Superconductivity. 2018. vol. PP. no. 99. pp. 1-1.