

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 жилого многоквартирного комплекса

Студент

Б.А. Авазов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., А.Н. Черненко

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.п.н., доцент А.В. Кириллова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Название бакалаврской работы: «Электроснабжение жилого многоквартирного комплекса».

Выпускная работа состоит из введения, семи разделов, заключения, таблиц, списка литературы, включая зарубежные источники, и графической части на 6 листах формата А1.

Ключевым вопросом выпускной работы является разработка системы внутреннего электроснабжения десятиэтажного жилого многоквартирного комплекса; расчет электрических нагрузок; выбор номинальных значений напряжений, количества и мощности силовых трансформаторов; расчет кабельных линий и подбор кабелей и проводов; выбор электрооборудования, защитной и коммутационной аппаратуры, осветительной арматуры, счетчиков электрической энергии, вводно-распределительных и этажных щитов, устройств защитного отключения; составление электрической схемы групповой и распределительной сети; выбор электроосвещения, подбор светильников, выключателей, составление сети освещения; составление основной и дополнительной схем уравнивания электрических потенциалов; выбор заземления.

Целью бакалаврской работы является разработка системы внутреннего электроснабжения, строящегося жилого многоквартирного комплекса, направленная на обеспечение надежного электроснабжения потребителей.

Выпускная работа может быть разделена на следующие логически взаимосвязанные части: введение, определение электрических нагрузок и характеристик комплекса, расчет и выбор электрооборудования, освещения, вопросы электробезопасности комплекса для проживающих в нем людей.

Данная работа актуальна не только для конкретного жилого комплекса, но и других многоквартирных домов.

Abstract

The title of the graduation work is: "Internal power supply of a residential multi-apartment complex".

The graduation work consists of an introduction, seven chapters, a conclusion, tables, a list of references including foreign sources and the graphic part on 6 sheets of A1 format.

The key issue of the thesis is the development of an internal power supply system for a ten-story residential multi-apartment complex; calculation of electrical loads; selection of rated values of voltages, number and power of power transformers; calculation of cable lines and selection of cables and wires; selection of electrical equipment, protective and switching equipment, lighting fixtures, electrical energy meters, lead-in distribution and floor boards, residual current devices; drawing up an electrical diagram of a group and distribution network; selection of electric lighting, selection of lamps, switches, drawing up a lighting network; drawing up the main and additional schemes for equalizing electrical potentials; choice of grounding.

The aim of the work is to develop an internal power supply system for a residential multi-apartment complex under construction.

The graduation work may be divided into the following logically interrelated parts: introduction, determination of electrical loads and characteristics of the complex, calculation and selection of electrical equipment, lighting, issues of electrical safety of the complex for people living in it.

In conclusion we would like to stress this work is relevant not only for a specific residential complex, but also for other apartment buildings.

Содержание

Введение.....	5
1 Расчет электрических нагрузок жилого многоквартирного комплекса	7
2 Выбор номинальных значений напряжений, количества и мощности силовых трансформаторов	11
3 Расчет кабельных линий.....	15
5 Электросеть распределительная и групповая	39
6 Электроосвещение	43
7 Электробезопасность	46
Заключение	49
Список используемых источников.....	50

Введение

Системой электроснабжения, называют совокупность устройств, для производства, передачи и распределения электрической энергии.

В нынешнее время, с развитием электропотребления усложняются как системы электроснабжения промышленных предприятий, так и системы электроснабжения жилых домов и бытовых помещений. Постоянно возрастают требования к качеству поставляемой электрической энергии, надежности поставки, изменяется энергетическое законодательство.

«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]. Благодаря массовому внедрению сложной бытовой техники, индивидуальных систем электрического отопления возрастает потребление электрической энергии в городах и населенных пунктах, а следовательно и система подачи и распределения электрической энергии становится более сложной.

«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].

Кроме перерыва в электроснабжения, для жилых домов серьезной проблемой является возникновение и прохождение по электросетям, от которых запитана бытовая техника, импульсов перенапряжения. Кроме перенапряжения, из-за большого количества электроприемников с нелинейной вольт-амперной характеристикой (полупроводниковые элементы, блоки питания персональных компьютеров, микроволновые печи, энергосберегающие лампы освещения и т.п.), в сетях возникают высшие гармоники, которые приводят к дополнительным потерям, перегреву электропроводки, возникновению резонанса, нагреву и нарушению нормальной работы нулевых проводников. Правильное использование данных о гармонических составляющих сети и своевременные меры по снижению их влияния улучшают качество электроэнергии, сокращают затраты и предотвращают выход из строя дорогостоящей техники.

Еще одной проблемой электроснабжения многоквартирных домов является применение однофазных нагрузок, что приводит к несимметричной нагрузке по фазам, к которой очень чувствительны трехфазные электроустановки этого же здания, например, трехфазные электродвигатели лифтов. Эта особенность также должна учитываться ещё на стадии проектирования системы электроснабжения жилых домов.

Целью бакалаврской работы является проектирование внутренней системы электроснабжения многоквартирного жилого комплекса, направленная на обеспечение надежного электроснабжения потребителей.

1 Расчет электрических нагрузок жилого многоквартирного комплекса

Жилой дом – десятиэтажный, состоит из двух секций (подъездов), на каждом этаже одной секции четыре квартиры (две однокомнатные и две двухкомнатные), всего восемьдесят квартир, расположен в новостройке по адресу: г. Смоленск, ул. Куриленко, 15. (рисунок 1) Дом газифицирован, имеет собственную систему центрального (домового) отопления. Жилой дом относится ко II категории электроснабжения, за исключением лифтов и аварийного освещения, которые соответствуют I категории.



Рисунок 1– Расположение дома в плане города

Электроснабжение жилого комплекса осуществляется от внешней сети при напряжении 380/220 В с системой заземления TN-C по двум взаиморезервируемым кабельным линиям (одна линия для потребителей II категории, вторая - для потребителей I категории). На вводе предусмотрен расчетный учет электроэнергии.

Произведем расчет электрических нагрузок.

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

Расчетная электрическая нагрузка квартир, приведенная к вводу жилого комплекса, определяется по формуле:

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

где $P_{\text{кв.уд}}=0.95$ кВт/кв – удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир жилых зданий. Определено по табл. 6.1 [4] для домов с количеством квартир между 60 ($P_{\text{кв.уд}}=1,05$) и 100 ($P_{\text{кв.уд}}=0,85$), с плитами на природном газе).
 $n=80$ – количество квартир в доме.

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

Расчетная нагрузка силовых электроприемников, приведенная к вводу жилого комплекса, определяется по формуле:

$$P_{\text{с}} = P_{\text{л.у}} + P_{\text{ст.у}}, \quad (2)$$

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

где $P_{\text{л.у}}$ - мощность лифтовых установок, кВт (3). В проектируемом многоквартирном комплексе два лифта, каждый лифт имеет

электропривод по 8 кВт;

$P_{ст.у}$ - мощность электродвигателей насосов водоснабжения, вентиляторов и других санитарно-технических устройств (4).

$$P_{л.у} = k_C^{\cdot} \cdot \sum_1^n P_{л.у}, \quad (3)$$
$$P_{л.у} = 0,8 \cdot 4 \cdot 2 = 6,4 \text{ кВт}$$

где $k_C^{\cdot} = 0,7$ - коэффициент спроса лифтовых установок, принимаем согласно табл. 2.1.2 [4] (для жилого комплекса этажностью до 12 включительно, с количеством лифтов 2-3).

Мощность электродвигателей насосов водоснабжения, вентиляторов и других санитарно-технических устройств:

$$P_{ст.у} = k_C^{\cdot\cdot} \cdot \sum_1^n P_{ст.у}, \quad (4)$$
$$P_{ст.у} = 0,75 \cdot 8 = 6 \text{ кВт}$$

где $k_C^{\cdot\cdot} = 0,75$ - коэффициент спроса электродвигателей санитарно-технических устройств, принимаем для восьми электродвигателей (по одному электродвигателю на десять квартир) по табл. 2.1.3 [4].

Расчетная электрическая нагрузка жилого комплекса (квартир и силовых электроприемников):

$$P_{р.ж.д.} = P_{кв} + k_y \cdot P_C, \quad (5)$$
$$P_{р.ж.д.№1} = 76 + 0,9 \cdot 12,4 = 87,16 \text{ кВт.}$$

Полная мощность нагрузки жилого комплекса и питающей его линии [13]:

$$S_{расч} = \frac{P_{р.ж.д.}}{\cos\phi}, \quad (6)$$

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

Расчетное значение силы тока:

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

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

Полученные значения внесем в таблицу 1.

Таблица 1– Результаты расчета

Наименование	n	P _{уд} , кВт	P _{расч} , кВт	cosφ	S _{расч} , кВА	I, А
Жилой многоквартирный комплекс	40	0,95	87,16	0,98	88,93	128,3

Вывод

Для дальнейшего выбора электрооборудования принимаем к расчету мощность жилого комплекса 88,4 кВт, в том числе по вводу №1 – 76 кВт, по вводу №2 – 12,4 кВт. Суммарные потери напряжения 2,04%.

2 Выбор номинальных значений напряжений, количества и мощности силовых трансформаторов

Как правило, «электроснабжение жилых зданий осуществляется через главный распределительный щит (ГРЩ) или вводно-распределительное устройство (ВРУ) (см. рисунок 2). При этом питание всех потребителей осуществляется от сети напряжением 220/380 В с глухозаземленной нейтралью (система TN-C-S). В состав ГРЩ входят автомат защиты и устройства управления, позволяющие отдельно отключать потребители электропитания» [5], [14].

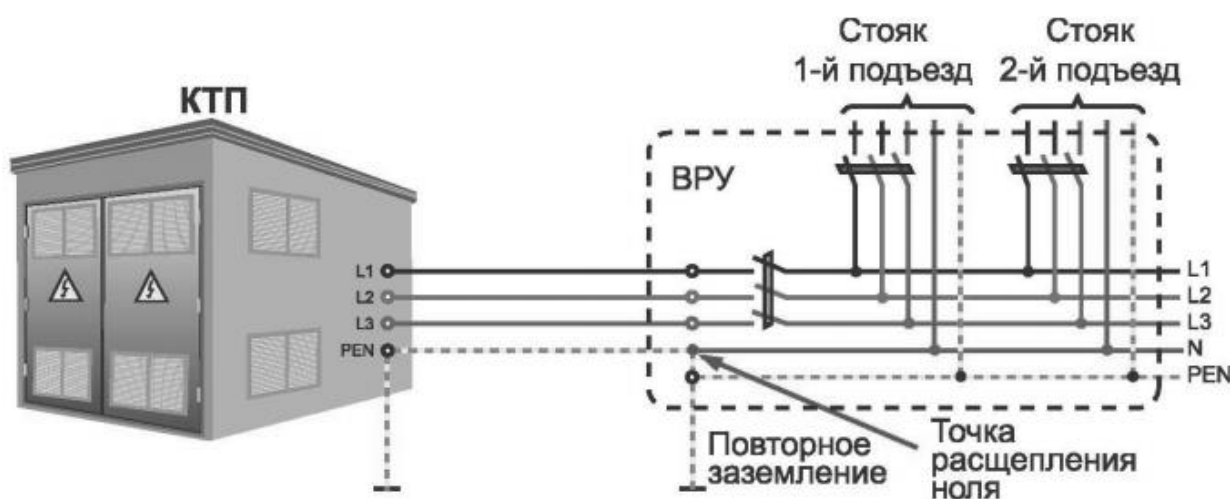


Рисунок 2– Общая схема электроснабжения жилого комплекса

В ГРЩ производится «распределение напряжения электропитания по групповым потребителям (освещение лестничных площадок, подвалов, чердаков, лифтовое оборудование, пожарная и аварийная сигнализации, жилые помещения и прочее). Электроснабжение жилых помещений (квартир) осуществляется по стоякам, через УЗО. В свою очередь к питающим стоякам подключаются этажные распределительные щитки, образующие сеть электропитания по квартирам» [6], [15].

Питание трансформаторных подстанций осуществляется по двухлучевой схеме. «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]. Каждая двухлучевая схема питает 3–5 ТП (см. рисунок 3).

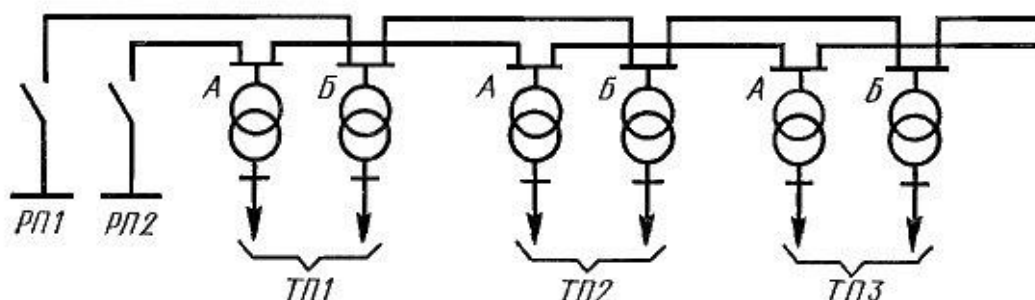


Рисунок 3– Двухлучевая схема распределительной сети

Так как часть электроприемников имеет I категорию, то примем число трансформаторов в ТП $n = 2$ с коэффициентом загрузки $k_3 = 0,7$.

Произведем ориентировочный выбор числа и мощности трансформаторов по удельной плотности нагрузки:

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

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

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

$F = 5018$ м² – площадь всех этажей.

Исходя из удельной плотности нагрузки, единичная мощность устанавливаемых трансформаторов не будет превышать 1000 кВА (табл. 7,

[4]). Проведем выбор трансформаторов для ТП. Расчетная номинальная мощность трансформатора:

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

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

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

$k_3 = 0,7$ – коэффициент загрузки трансформаторов

Исходя из номинальной расчетной мощности, выберем трансформатор мощностью ближайшей большей к $S_{Т.НОМ.расч}$. Выберем трансформатор мощностью 63 кВА (таблица 2, рисунок 4).

Таблица 2– Выбор трансформаторов

Наименование	$S_{НАГР}$, кВА	$S_{Т.НОМ.расч}$, кВА	$S_{Т.НОМ.}$, кВА	Тип трансформатора	Потери XX	Потери КЗ	Ток XX, %	Ток КЗ, %
Жилой дом	88,93	62,5	63	ТМГ-63-10/0,4	230	1200	2,8	4,5



Рисунок 4– Трансформатор ТМГ-63-10/0,4

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

Вывод

Таким образом, электроснабжение многоквартирного жилого комплекса производится от комплектной трансформаторной подстанции (КТП) с двумя силовым масляным трансформатором типа ТМГ-63-10/0,4 по четырехпроводной двухлучевой схеме распределительной сети напряжением 220/380 В с глухозаземленной нейтралью (система TN-C-S). Общая электрическая расчетная нагрузка всех потребителей составила 88,93 кВА. Подключение дома к КТП осуществляется через ГРЩ со всей необходимой защитной и коммутационной аппаратурой. Подача электроэнергии по этажам производится по стоякам, каждая квартира защищена автоматическими воздушными выключателями и УЗО.

3 Расчет кабельных линий

ТП в двухлучевой схеме получает питание от понизительной подстанции. Данная подстанция расположена в двух километрах от ТП.

Проведем расчет для КЛ, питающей ТП.

Определим расчетный ток в линии:

$$I_{\text{расч}} = \frac{S_{\text{НАГР}}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}}, \text{ А}, \quad (10)$$
$$I_{\text{расч}} = \frac{88.93}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 2.57 \text{ А},$$

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

Определим ток в линии при аварийном режиме:

$$I_{\text{АР}} = \frac{S_{\text{НАГР}}}{(n-1) \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}}, \text{ А}, \quad (11)$$
$$I_{\text{АР}} = \frac{88.93}{(2-1) \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 5.13 \text{ А}.$$

Определим длительно допустимую токовую нагрузку:

$$I_{\text{доп}} = \frac{I_{\text{АР}}}{k_{\text{пер}} \cdot k_{\text{сн}} \cdot k}, \text{ А}, \quad (12)$$
$$I_{\text{доп}} = \frac{5.13}{1.13 \cdot 0.93 \cdot 0.92} = 5.3 \text{ А},$$

где $k_{\text{пер}} = 1.13$ – коэффициент перегрузки;

$k_{\text{сн}} = 0.93$ – коэффициент снижения;

k – поправочный коэффициент на количество работающих кабелей, лежащих рядом в земле (табл. 1.3.26 [5])

Из приложения А [4], исходя из полученного значения длительно допустимого тока, выберем кабель нужного сечения, результаты заносим в таблицу 3. Так как кабельная линия будет проложена под землей, то 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 [17].

Таблица 3– Выбор КЛ

Участок	S _{НАГР} , кВА	n	I _{расч} , А	I _{АП} , А	I _{доп} , А	Кабель
ПС – ТП	88,93	2	2,57	5,13	5,3	ПвБП-3х10

Проверка КЛ на участке ПС – ТП по потере напряжения.

В нормальном и аварийном режимах потеря напряжения определяется по формулам:

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

$$\Delta U_H = \sqrt{3} \cdot 2.57 \cdot \frac{2000}{1000} \cdot (3.12 \cdot 0.9 + 0.122 \cdot 0.436) = 50.47 \text{ В},$$

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

$$\Delta U_{AP} = \sqrt{3} \cdot 5.13 \cdot \frac{2000}{1000} \cdot (3.12 \cdot 0.9 + 0.122 \cdot 0.436) = 100.74 \text{ В}.$$

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

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

(приложение Б, [4]);

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

(приложение Б, [4]).

Таблица 4– Потери напряжения в силовой линии

Участок	$I_{расч},$ А	$I_{AP},$ А	L, м	$r_{уд},$ Ом/км	$x_{уд},$ Ом/км	$\cos\varphi$	$\sin\varphi$	$\Delta U_H,$ В	$\Delta U_{AP},$ В
ПС– 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.

Вывод

Выбранный кабель ПвБП-3х10 полностью удовлетворяет предъявляемым требованиям для прокладки кабельной линии в траншее, проверен на допустимое падение напряжения на длине кабельной линии в 2000 метров.

4 Выбор и обоснование электрооборудования

Перечень электротехнического оборудования многоквартирного комплекса представлен в таблице 5.

Таблица 5– Спецификация электрооборудования и материалов многоквартирного комплекса. Секция №1.

Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа	Код оборудования, изделия, материалов	Единица измерения	Количество
1	2	3	4	5
1. Провода и кабели	-	-	-	-
1.1 Кабель с медными жилами, напряжением 660В, сечением:	ГОСТ 16442-80	-	-	-
2x1,5 мм ²	ВВГнг	35 2122 1100	м	2000
3x1,5 мм ²	ВВГнг	35 2122 1100	м	6500
4x1,5 мм ²	ВВГнг	35 2122 1100	м	500
3x2,5 мм ²	ВВГнг	35 2122 1100	м	2000
1x4,0 мм ²	ВВГнг	35 2122 1100	м	1500
1.2 Провод с медной жилой, напряжением 660В, сечением:	ГОСТ6323-79	-	-	-
1x1,5 мм ² белого цвета	ПВ-1	35 5113 0100	м	70
1x1,5 мм ² голубого цвета	ПВ-1	35 5113 0100	м	70
1x1,5 мм ² зелено-желтого цвета	ПВ-1	35 5113 0100	м	70
1x1,5 мм ² черного цвета	ПВ-1	35 5113 0100	м	100
1x2,5 мм ² белого цвета	ПВ-1	35 5113 0100	м	400
1x2,5 мм ² голубого цвета	ПВ-1	35 5113 0100	м	400
1x2,5 мм ² зелено-желтого цвета	ПВ-1	35 5113 0100	м	400
1x6 мм ² белого цвета	ПВ-1	35 5113 0100	м	30

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
1x6 мм ² зелено-желтого цвета	ПВ-1	35 5113 0100	м	10
1.3 Провод с алюминиевой жилой, напряжением до 1000В, сечением:	ГОСТ 6323-79	-	-	-
1x16 мм ² белого цвета	АПВ	35 5113 0100	м	210
1x16 мм ² голубого цвета	АПВ	35 5113 0100	м	70
1x16 мм ² /1x25 мм ² зелено-желтого цвета	АПВ	35 5113 0100	м	70/50
1x25 мм ² белого цвета	АПВ	35 5113 0100	м	15
1x50 мм ² белого цвета	АПВ	35 5113 0100	м	150
1x50 мм ² голубого цвета	АПВ	35 5113 0100	м	50
1x70 мм ² белого цвета	АПВ	35 5113 0100	м	15
2. Осветительная арматура	-	-	-	-
2.1 Светильник настенный влагозащищенный	НББ 64-60-047-A1	-	шт	56
2.2 Светильник потолочный влагозащищенный	НПО-21-100-014	-	шт	2
2.3 Светильник потолочный пылевлагозащищенный с люминисцентными лампами	ПВЛМ-2x40-02	-	шт	3
2.4 Светильник потолочный с люминисцентной лампой	ЛПО46-1x40-001	-	шт	2
2.5 Светильник потолочный с люминисцентной лампой	ЛПО46-1x20-001	-	шт	21
2.6 Светильник настенный с люминисцентной лампой	ЛПБ 67-1x40-002	-	шт	20
2.7 Светильник настенный с люминисцентной лампой	ЛПБ 67-1x20-002	-	шт	9
2.8 Светильник подвесной со светодиодной лампой	НСП 02-100	-	шт	2

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
2.9 Светильник пылезащищенный со светодиодной лампой	НПП03-100У3	-	шт	20
2.10 Лампа светодиодная, 220В, 6 Вт	LED6w4KE27	-	шт	29
2.11 Лампа светодиодная, 220В, 9 Вт	LED9w4KE27	-	шт	4
2.12 Лампа светодиодная, 220В, 18 Вт	LED18w4KE27	-	шт	2
2.13 Лампа светодиодная, 220В, 9 Вт	LED9w4KE27	-	шт	5
2.14 Лампа люминисцентная, 220В, 18 Вт	ЛБ-18	-	шт	30
2.15 Лампа люминисцентная, 220В, 36 Вт	ЛБ-36	-	шт	26
2.16 Стартер	80С-220	-	шт	56
3. Оборудование				
3.1 Выключатель автоматический с выдержкой времени для кратковременного включения освещения	АВ-01-25/220	-	шт	9
3.2 Устройство защитного отключения In=15А, Iy=30 мА	УЗО 22-16-2-030	-	шт	5
3.3 Пускатель магнитный неперевсивный с катушкой 220В без реле	ПМЛ 112002	-	шт	1
3.4 Кнопка управления 2-х штифтовая	ПКЕ-712-2	-	шт	1
3.5 Счетчик трехфазный прямого включения 5(50)А, класс точности 1,0	Меркурий 230AR-01CL	-	шт	2

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
4. Щиты	-	-	-	-
4.1 Вводно-распределительное устройство, состоящее из двух панелей ВРУ-1С-225-12В-УХЛ4 и ВРУ-1С-300+300-225 УХЛ4	ВРУ1	Г. Смоленск, ООО «Квант-С»	компл.	1
4.2 Щит этажный учетно-распределительно-групповой, встраиваемый в нишу условного номера на четыре квартиры. В щите монтируется: а) на вводе устройство защитного отключения УЗО-40-2-100Е, I _н =40А, I _у =100 мА – 4 шт; б) счетчик однофазный Меркурий 20004, 5(50) А, класс точности 1,0 – 4 шт. ; в) однополюсный выключатель с расцепителем 16А – 12 шт. ; г) устройство защитного отключения УЗО-22-16-3-030У3, I _н =16А, I _у =30 мА – 4 шт; д) устройство защитного отключения УЗО-22-25-3-030У3, I _н =25А, I _у =30 мА – 4 шт;	ЩЭУГ 2-4х40Д(100)/С ч/5/2 УХЛ4	г. Ставрополь, завод «Сигнал»	шт	10

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
5. Установочные изделия	-	-	-	-
5.1 Выключатель однополюсный 10А, 250В для скрытой установки	C1B1	ТМ «Legrand»	шт	100
5.2 Выключатель двухполюсный 10А, 250В для скрытой установки	C1B2	ТМ «Legrand»	шт	50
5.3 Выключатель двухполюсный герметичный 10А, 250В для открытой установки	Катал.номер 6807 50	ТМ «Legrand»	шт	11
5.4 Выключатель двухполюсный 10А, 250В для скрытой установки	C1B5	ТМ «Legrand»	шт	83
5.5 Розетка штепсельная двухполюсная с третьим заземляющим контактом и защитными шторками 16А 250В, для скрытой установки	C1P4	ТМ «Legrand»	шт	600
5.6 Розетка штепсельная двухполюсная с третьим заземляющим контактом 10А 250В, для скрытой установки, брызгозащищенная IP44	Катал.номер 867 25	ТМ «Legrand»	шт	40
5.7 Розетка штепсельная двухполюсная с третьим заземляющим контактом 10А 42В, брызгозащищенная IP44	РШ-П-20- 1P43-01-10/42	-	шт	1
5.8 Розетка штепсельная двухполюсная с третьим заземляющим контактом 16А 250В, для открытой установки	C2P3	-	шт	2

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
5.9 Розетка потолочная	РП1-03	-	шт	160
5.10 Крюк для подвески светильников	У 623Б УХЛ3	-	шт	182
5.11 Колодка клеммная на три зажима	Сов-3-2,5/220	-	шт	60
5.12 Колодка клеммная на четыре зажима	Сов-4-2,5/220	-	шт	100
5.13 Коробка для встраивания выключателей и штепсельных розеток	КУВ-1М УХЛ4	-	шт	892
5.14 Коробка ответвительная	У198 УХЛ3	-	шт	500
5.15 Ящик протяжной	К 654 У1	-	шт	4
5.16 Коробка протяжная	КОР 94-3 У1	-	шт	50
5.17 Звонок электрический безискровой с кнопкой КОУ	ЗП-220В	-	шт	40
5.18 Патрон подвесной карболитовый	Е27 Н10-П-01	-	шт	100
5.19 Патрон настенный фарфоровый	Е27 Фп-02	-	шт	30
5.20 Ящик с понижающим трансформатором	ЯТП-0,25- 23У3	-	шт	2
6. Трубы	-	-	-	-
6.1 Труба поливинилхлоридная типа «У» наружным диаметром 25 мм из вторичного сырья с раструбом ТУ 5-19-215-83	ПВХ-В-Р-ЭП 25У	-	м	250
6.2 То же диаметром 32 мм	ПВХ-В-Р-ЭП 32У	-	м	20
6.3 То же диаметром 40 мм	ПВХ-В-Р-ЭП 40У	-	м	60

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
6.4 То же диаметром 50 мм типа «Н»	ПВХ-ЭП 50Н	-	м	45
7. Прокат металлов	-	-	-	-
7.1 Сталь листовая сеч. 25х4 мм	ГОСТ 103-76	-	м	65
7.2 Сталь круглая диаметром 12 мм	ГОСТ 2590-88	-	м	15
7.3 Сталь круглая диаметром 18 мм, l=3м	ГОСТ 2590-88	-	шт	2
7.4 Шина медная размером 50х30х25 мм, l=3м	-	-	шт	40
7.5 Проволока медная твердая сечением 3х16 мм ГОСТ 434-78	ПМТ-3х16	-	м	12
7.5 Проволока медная твердая сечением 3х20 мм ГОСТ 434-78	ПМТ-3х20	-	м	3
7.5 Проволока медная твердая сечением 3х25 мм ГОСТ 434-78	ПМТ-3х25	-	м	16
7.6 Сталь полосовая сеч. 50х8 мм	ГОСТ 103-76	-	м	26

Рассмотрим подробнее основное выбранное электротехническое оборудование [18].

«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.

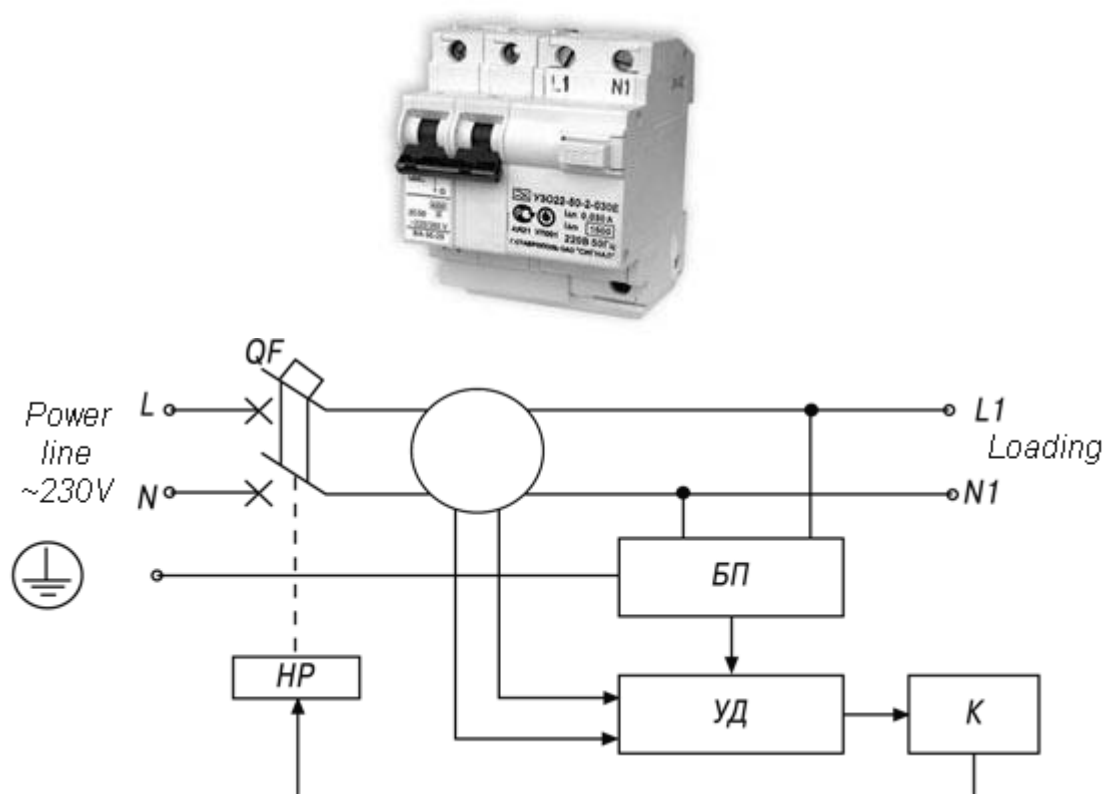


Рисунок 5– Внешний вид и функциональная схема УЗО серии 22

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], [10].

Основные технические параметры УЗО серии 22 представлены в таблице 6.

Таблица 6– Основные технические параметры УЗО серии 22

Характеристика	Исполнение		
	УЗО 22	УЗО 22Э	УЗО 22С
Рабочее напряжение, В	220	220	220
Мощность холостого хода, ВА	0,28	0,28	0,28
Рабочий максимальный ток коммутации, I _m , А	2900, 4400	2900, 4400	2900, 4400
Рабочий максимальный ток коммутации по дифференциальному току, I _{Δm} , А	2900, 4400	2900, 4400	2900, 4400
Время срабатывания по дифференциальному току, T _n , с	0,04	0,04	0,04
Ширина тока отключения/включения на тепловой характеристики, дюйм/дюйм	1,12/1,44	1,12/1,44	1,12/1,44
Ширина тока отключения/включения на электромагнитной характеристики, дюйм/дюйм	3/5	3/5	3/5
Наибольшее время срабатывания от тока КЗ, с, не более	0,09	0,09	0,09
Допуск поперечного сечения линейных проводов, мм ²	1-11	1-24	1-24
Сигнализатор срабатывания УЗО	нет	нет	есть
Размеры: длина x ширина x высота, мм	59x93x64	69x89x72	71x94x74
Масса, кг	0.31	0.36	0.36
Защита от влаги	IP20	IP20	IP20

«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 (далее – ПКЭ) 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. 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 метрологически незначимым (прикладным) программным обеспечением. Счетчик сертифицирован. Сведения о сертификации счетчика приведены в формуляре АВЛГ.411152.021 ФО. Жидкокристаллический индикатор счетчика (ЖКИ), дает показания непосредственно в киловатт-часах (кВт·ч) при измерении активной энергии и в киловарчасах (квар·ч) при измерении реактивной энергии. ЖКИ имеет восемь десятичных разрядов, из них первые шесть индицируют целое значение электроэнергии в кВт·ч (квар·ч), а последние два – десятые и сотые доли кВт·ч (квар·ч). Чтение измеряемых параметров со счетчика возможно с ЖКИ и по любому из имеющихся интерфейсов обмена

данными. Прямое направление передачи активной энергии соответствует углам сдвига фаз между силой переменного тока и напряжением от 0° до 90° и от 270° до 360° , реактивной энергии – от 0° до 90° и от 90° до 180° . Обратное направление передачи активной энергии соответствует углам сдвига фаз между силой переменного тока и напряжением от 90° до 180° и от 180° до 270° , реактивной энергии – от 180° до 270° и от 270° до 360° » [11], [19], [20].

Из линейки счетчиков электрической энергии Меркурий 230 выбрали модель Меркурий 230AR-01CL, где 230- серия, однонаправленный, А- учет активной энергии, R- учет реактивной энергии, 01 – класс точности, С – наличие встроенного интерфейса CAN, L – наличие встроенного интерфейса PLC [26].

Внешний вид и точки пломбирования электросчетчика показаны на рисунке 6.

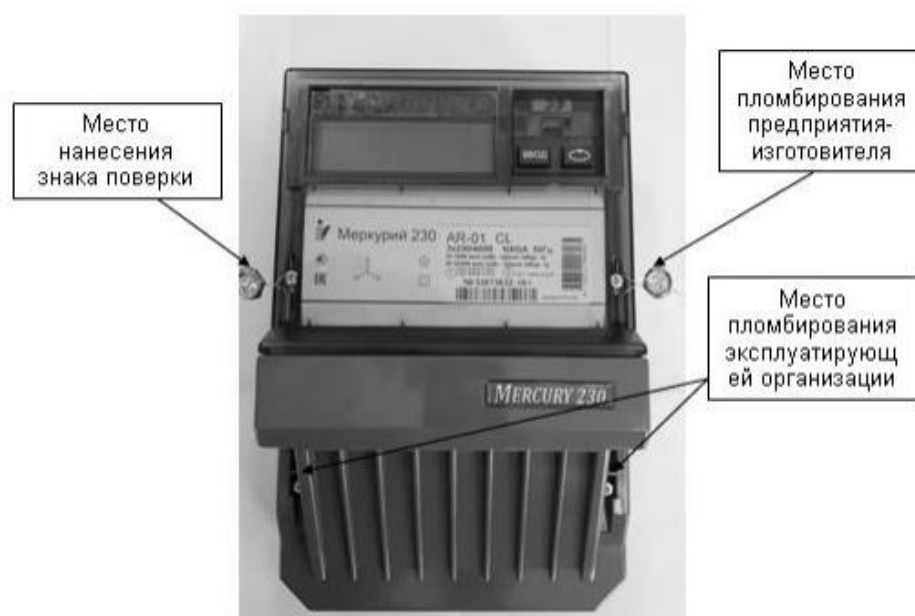


Рисунок 6– Счетчик электрической энергии Меркурий 230AR-01CL

Основные функциональные возможности:

- регистрация активной и реактивной электроэнергии по четырем возможным тарифам;
- фиксация среднего значения силы переменного тока;
- регистрация нарастающего итога активной, реактивной, полной мощности;
- регистрация cosφ и частоты переменного тока [27].

Счетчик электрической энергии Меркурий 230AR-01CL 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]. Связь между персональным компьютером и счетчиком электрической энергии осуществляется через провод USB. При запуске программы на ПК открывается главная страница программы (см. рисунок 7)

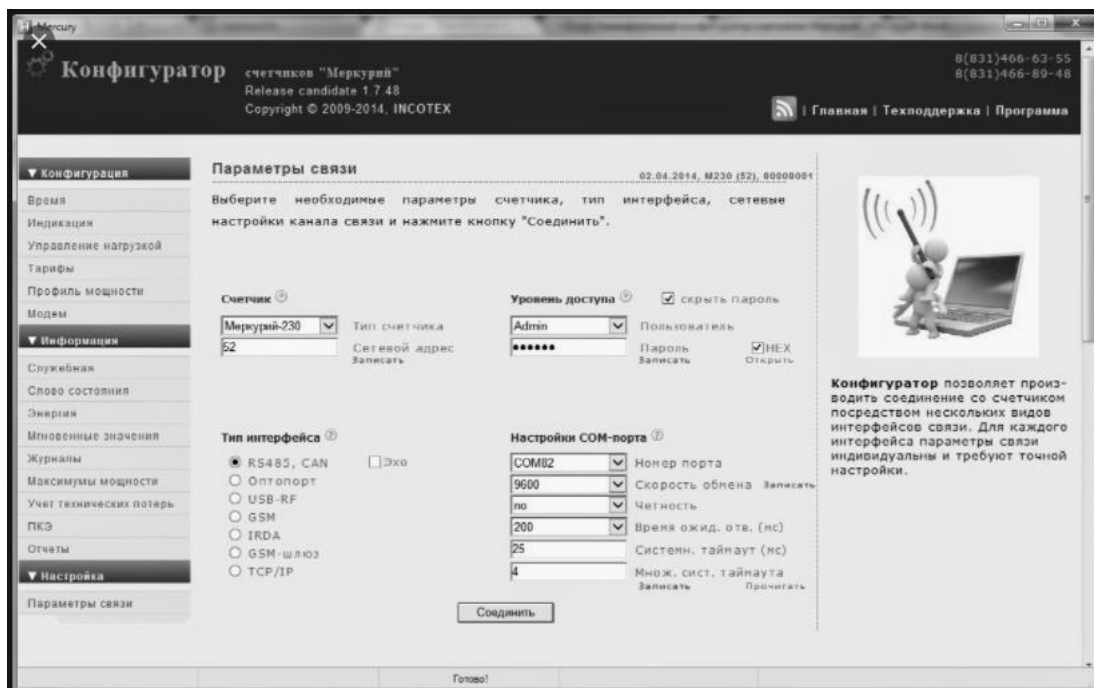


Рисунок 7– Главная страница конфигуратора счетчика

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:

- для уровня «User» пароль «111111»;
- для уровня «Admin» пароль «222222».

Для повышения уровня безопасности прибора и ограничения сетевого доступа посторонними лицами рекомендуется заменить заводские пароли на другие.

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.



Рисунок 8– Вкладка «Службная информация»

Счетчики электрической энергии модели Меркурий 230AR-01CL имеют много различных возможных схем для подключения к электрической сети [28]:

- непосредственное (прямое) включение: применяется для измерения расхода электроэнергии непосредственно квартирами (см. рисунок 9);
- с помощью трех трансформаторов тока: применяется для входного общедомового электросчетчика (см. рисунок 10);
- с помощью как трансформаторов тока (2 или 3 штуки), так и с помощью трансформаторов напряжения (2 или 3 штуки).

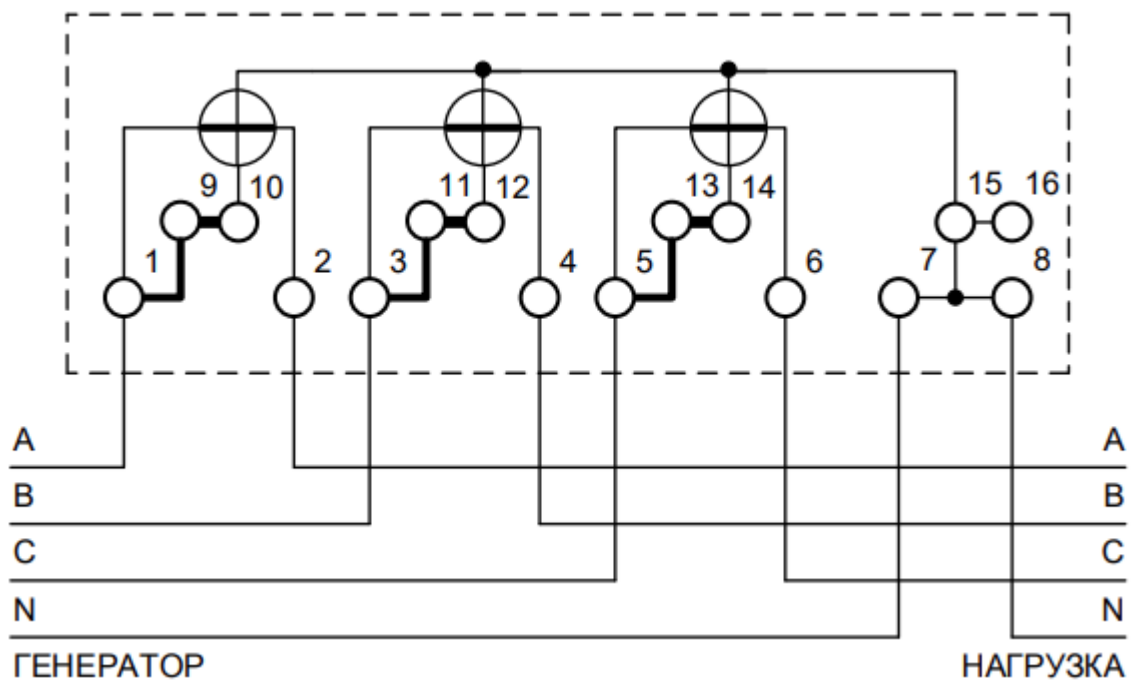


Рисунок 9– Схема непосредственного (прямого) включение счетчика

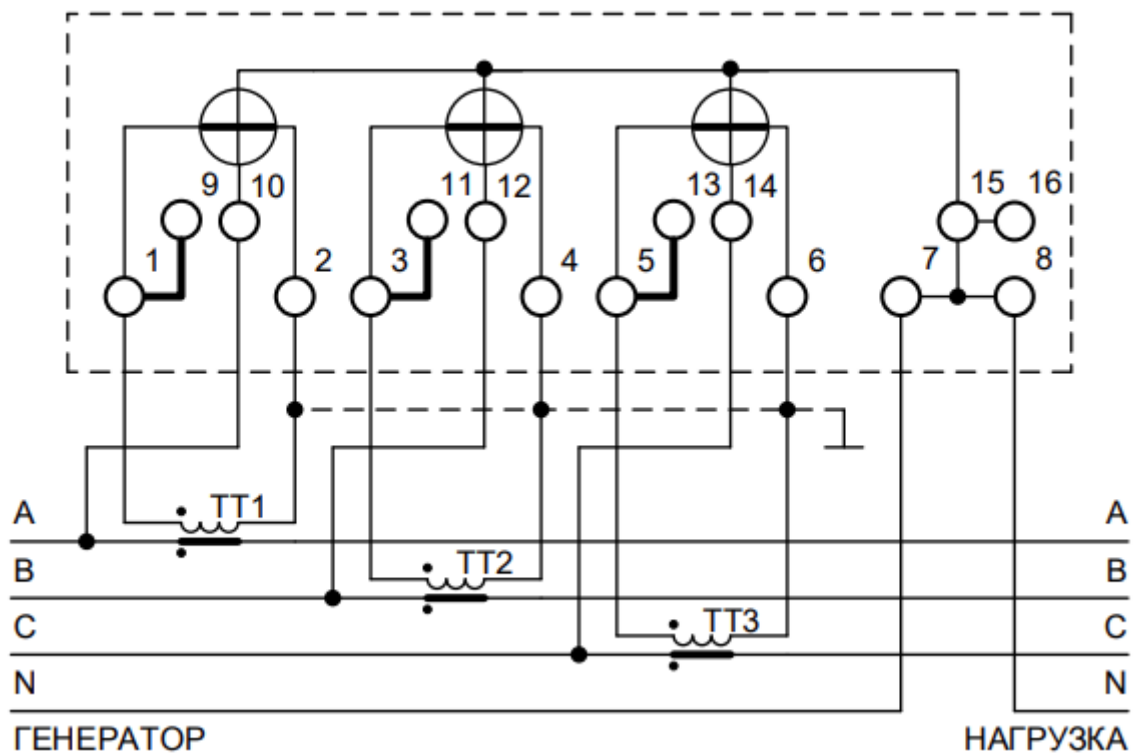


Рисунок 10– Схема включения электросчетчика с помощью трех трансформаторов тока

«Вводно-распределительные устройства ВРУ1-23-56 УХЛ4 для жилых и общественных зданий предназначены для приема, распределения и учета электрической энергии напряжением 380/220В» [20] (250А, без счетчика) (рисунок 11).



Рисунок 11– Вводно-распределительное устройство ВРУ1-23-56 УХЛ4

В наименовании ВРУ занесена следующая информация [29]:

- 1 - серия ВРУ;
- 2 - наличие блока автоматического управления освещением;
- 3 - тип панелей: вводно-распределительные (напольные, одностороннего доступа);

5 – на вводе выключатель на 250А;

6 – 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.

Принципиальная схема ВРУ показана на рисунке 12.

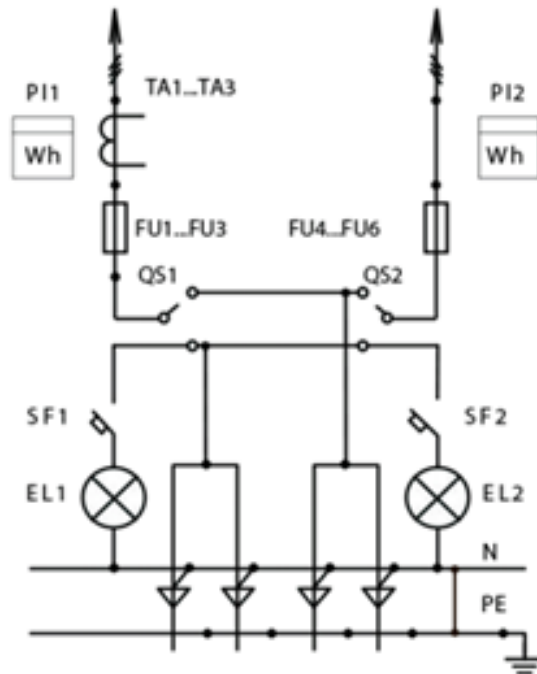


Рисунок 12– Принципиальная схема ВРУ: TA1...TA3 – трансформаторы тока 50/5...250/5; FU1-FU6 – предохранители ППН35 16...250А; PI1, PI2 – счетчик; QS1, QS2 – переключатели 250А; SF1, SF2 – автоматические выключатели; EL1, EL2 – лампы освещения

Для подачи электроэнергии непосредственно в квартиру служат щитки этажные. Выбрал ЩЭУГ 2-4х40Д(100)/Сч/5/2 УХЛ4 (см. рисунки 13, 14):

ЩЭ – щиток этажный;

У – исполнение по виду установки: встраиваемое в нишу;

Г – наличие групповых линий;

2-условный номер разработки;

4- количество присоединяемых квартир;

40 – номинальный ток вводного автомата (40А);

Д- наличие УЗО;

100 – дифференциальный ток УЗО, мА;

Сч – наличие счетчика;

5 – количество однофазных групп, защищаемых УЗО;

2- количество УЗО в общем количестве аппаратов групповых цепей.

Количество и номинальный ток аппаратов групповых цепей, А (на одну квартиру) 2x16+1x25+1x16 (УЗО). Электрическая принципиальная схема - №6.



Рисунок 13– Щиток этажный ЩЭУГ 2-4x40Д(100)/Сч/5/2 УХЛ4

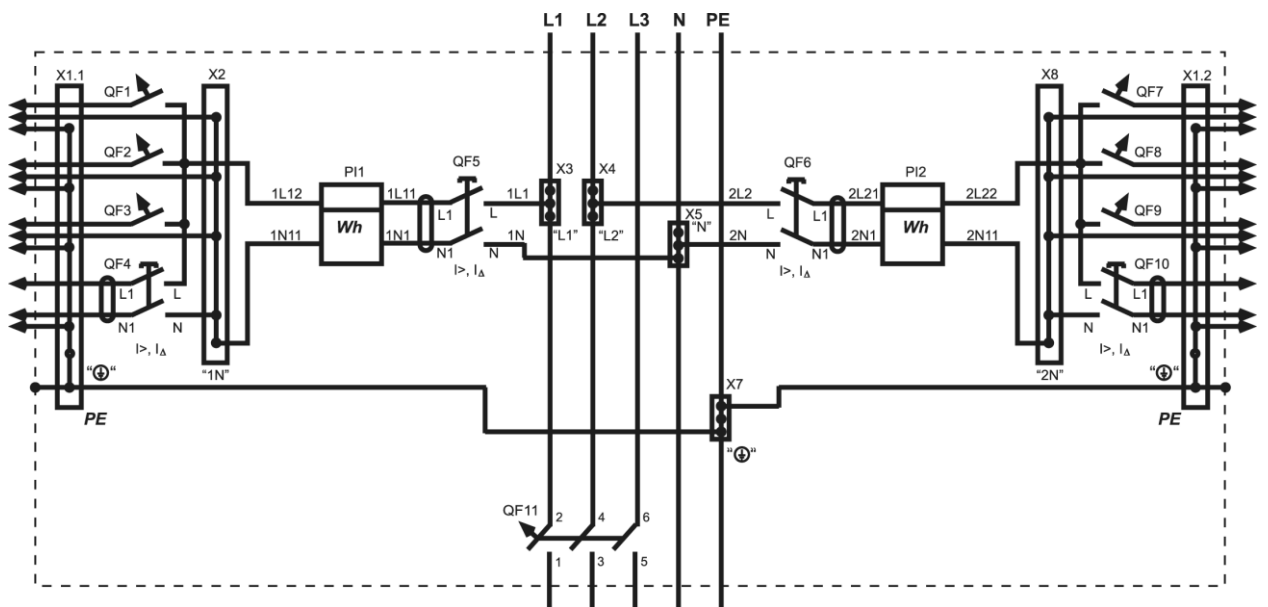


Рисунок 14– Щиток этажный – схема электрическая принципиальная

Особенности конструкции щитка этажного ЩЭУГ 2-4х40Д(100)/Сч/5/2 УХЛ4.

«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.

Конструкция «обеспечивает:

- подключение к проводам стояка питающей сети сечением до 70 мм²;
- вывод отходящих проводников скрытой проводки сечением от 1,5 до 16 мм²;
- степень защиты – IP31;
- в щитке предусмотрено отделение для размещения устройств телефонной, радиотрансляционной и телевизионной сетей.
- щитки, встраиваемые в нишу, имеют обрамления, закрывающие края ниш» [21];
- 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°;

- 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], [30].

Вывод

Для конечных электроприемников, установленных непосредственно в квартирах, выбрано современное, надежное распределительное и защитное оборудование:

- ВРУ1-23-56 УХЛ4 с защитными автоматами;
- щиток этажный ЩЭУГ 2-4х40Д(100)/Сч/5/2 УХЛ4;
- счетчик электроэнергии Меркурий 230AR-01CL;
- УЗО 22-16-2-030.

5 Электросеть распределительная и групповая

«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» [22], [31] (рисунок 15).

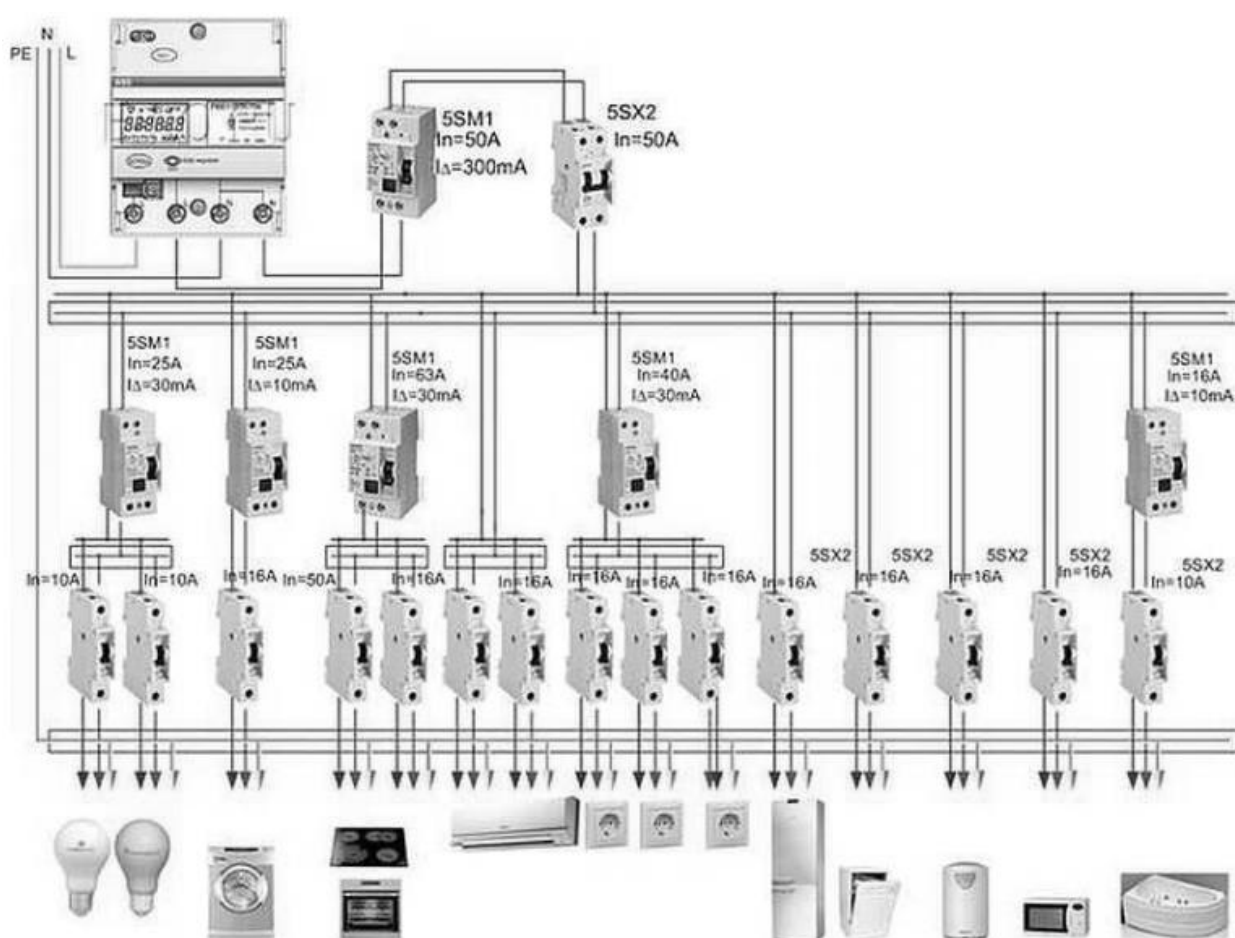


Рисунок 15– Пример подключения квартирных электропотребителей к подъездному распределительному устройству

В машинных помещениях лифтов устанавливаются штепсельные розетки для подключения лифтового низковольтного комплектного устройства (НКУ) [32].

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. 2x1.5 мм². Схема электроснабжения квартиры показана на рисунке 16.

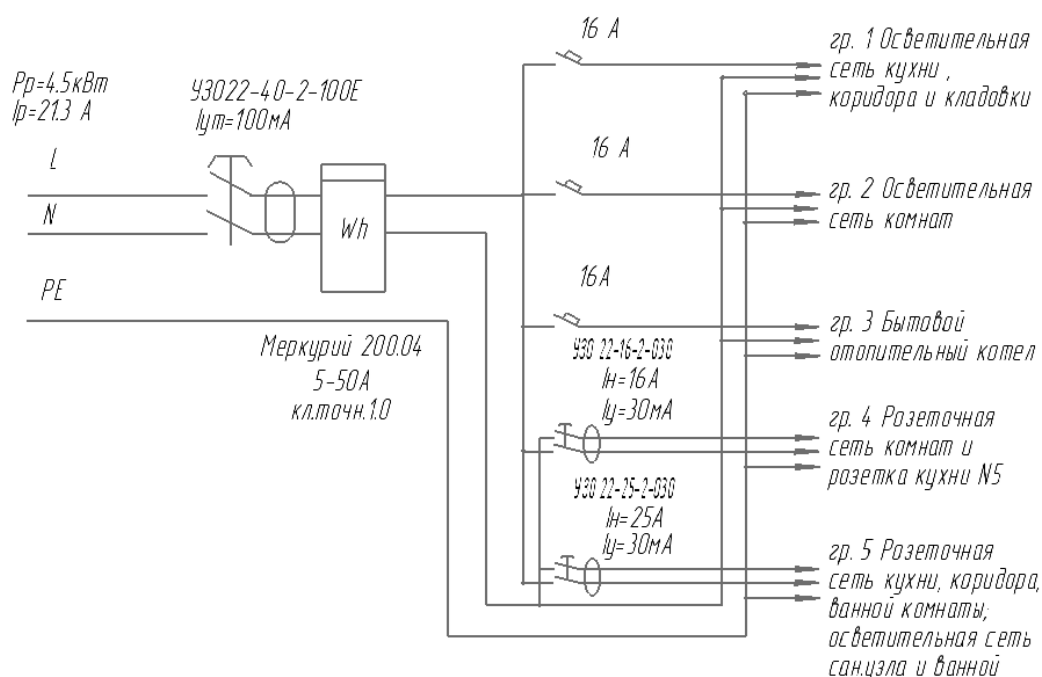


Рисунок 16– Схема электроснабжения квартиры

Назначение групповых линий квартиры с указанием выбранных кабельных линий:

- гр. 1 – осветительная сеть кухни, коридора и кладовки- ВВГнг 3x1.5 мм²;
- гр. 2 – осветительная сеть комнат - ВВнгГ- 3x1.5 мм²;
- гр. 3 – бытовой отопительный котел - ВВГнг- 3x1.5 мм²;

- гр. 4 – розеточная сеть комнат и розетка кухни N5- ВВГнг-3х1.5 мм²;

- гр. 5 – осветительная сеть сан. узла и ванной, розеточная сеть кухни, коридора и ванной комнаты - ВВГнг-3х2.5 мм².

Назначение розеток в квартире:

- N1 – воздухоочиститель h=2.3 м (на 1-ом этаже h=1.1 м);
- N2 – бытовые приборы мощностью до 2.2 кВт (2 шт), h=1.1 м;
- N3 – электророзжиг плиты h=0.2 м;
- N4 – холодильник h=0.3 м;
- N5 – телевизор, компьютер h=0.3 м;
- N6 – бытовой отопительный котел h=0.2 м;
- N7 – розетка в ванной комнате h=1.1 м

Высота установки от пола:

- а) выключателей- 0.8 м;
- б) штепсельных розеток в комнатах и прихожих- 0.3 м.

Групповая осветительная сеть квартир выполняется кабелем марки ВВГнг, прокладываемым скрыто под слоем штукатурки по кирпичным стенам, в бороздах перегородок, в пустотах плит перекрытий. План расположения электроосвещения типового этажа представлен в графической части работы.

«Ответвления от горизонтальной трассы к стоякам производятся через протяжные коробки. Вертикальные прокладки распределительных линий и сетей освещения лестничных клеток ведутся в штрабах стен» [23].

Сети прокладываются открыто по техподполью, открыто по потолку и стенам техподполья.

Групповые сети (см. рисунок 17) домоуправления выполняются проводом марки ПВ в поливинилхлоридных трубах и кабелем марки ВВГнг и разделены на девять групп:

- №1 – освещение поэтажного коридора;
- №2 – телевизионный усилитель;

6 Электроосвещение

Руководящим документом для выбора общедомового освещения является ВСН 59 – 88 [16]. 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.

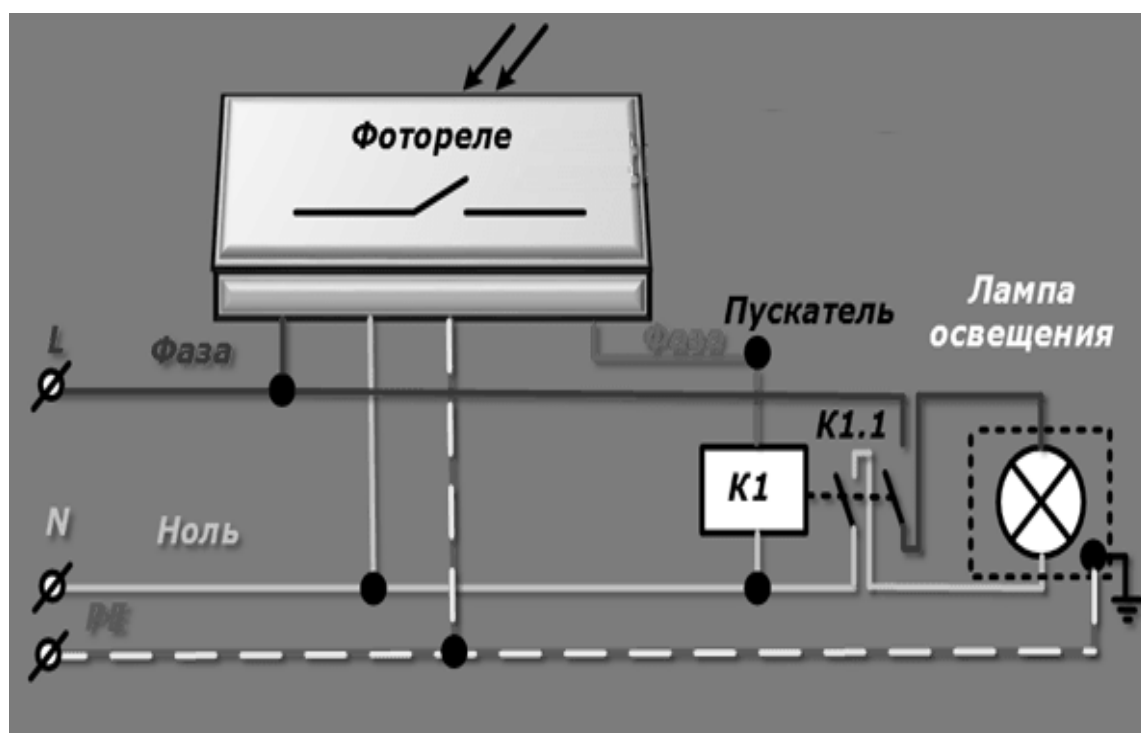


Рисунок 18– Схема подключения лампы освещения подъезда через фотореле и пускатель (контактор)

Электроосвещение лестничных площадок и входов в жилой дом управляется автоматически от фотореле, установленного в щите ВРУ (см.

рисунок 18) и, кроме того, на промежуточных площадках предусматривается установка автоматических выключателей типа АВ-01 с выдержкой времени. Фотодатчик монтируется с внутренней стороны рамы окна и экранируется от прямых солнечных лучей.

Дополнительно для экономии электроэнергии можно использовать светильники с индивидуальными датчиками движения (см. рисунок 19). «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» [24].

Наиболее оптимальными по соотношению цена/качество/продолжительность эксплуатации являются светодиодные светильники.

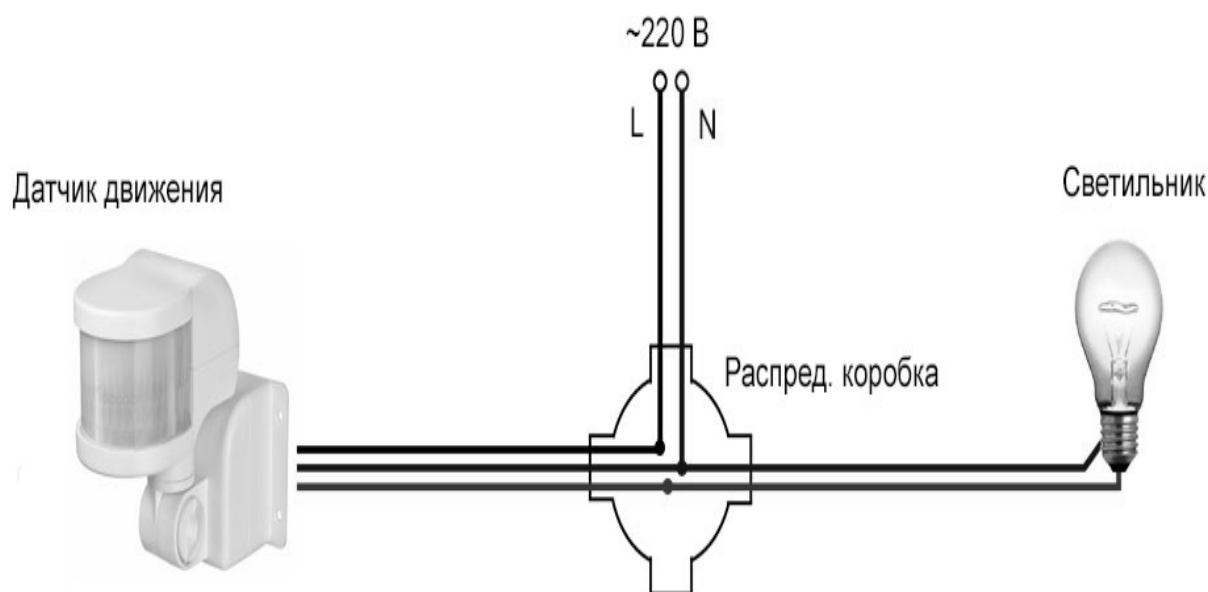


Рисунок 19– Схема подключения светильника с индивидуальным датчиком движения

«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» [25].

Вывод

Основополагающие принципы энергосбережения в подъезде многоквартирного дома:

- использовать энергосберегающие светильники класса А+ со светодиодными источниками света;
- индивидуально управлять работой светильника, например, по сигналу от датчиков движения, освещения, звуковых детекторов.

7 Электробезопасность

Все нетоковедущие металлические части электрооборудования подлежат заземлению путем металлического соединения с нулевым защитным проводником сети.

Групповые сети, питающие общее освещение и штепсельные розетки, предусмотрены однофазными трехпроводными с прокладкой самостоятельного нулевого защитного проводника, начиная от этажных щитов.

Распределительные сети предусмотрены трехфазными пятипроводными с прокладкой самостоятельного нулевого защитного проводника, начиная от распределительного устройства.

С целью уравнивания потенциалов в электрощитовой устанавливается главная заземляющая шина (ГЗШ), а по техподполью прокладывается магистраль, являющаяся продолжением главной заземляющей шины к которой подсоединяются все входящие в здание металлические трубопроводы, заземлитель устройства повторного заземления нулевого провода. Соединения выполняются стальной полосой сечением 25x4 мм. ГЗШ и магистраль изготавливается из стали сечением 8x50 мм.

В щитах ЩР, ЩКУ, РУ лифтов устанавливаются РЕ-шины из меди ПМТ сечением 3x16 мм. Основная схема уравнивания потенциалов показана на рисунке 20.

В ванных помещениях предусматривается дополнительная система уравнивания потенциалов, к которой присоединяются все сторонние проводящие части (см. рисунки 21, 22). Соединения выполняются кабелем марки ВВГнг сечением 1x4 мм². На вводе предусмотрено устройство повторного заземления нулевого провода.

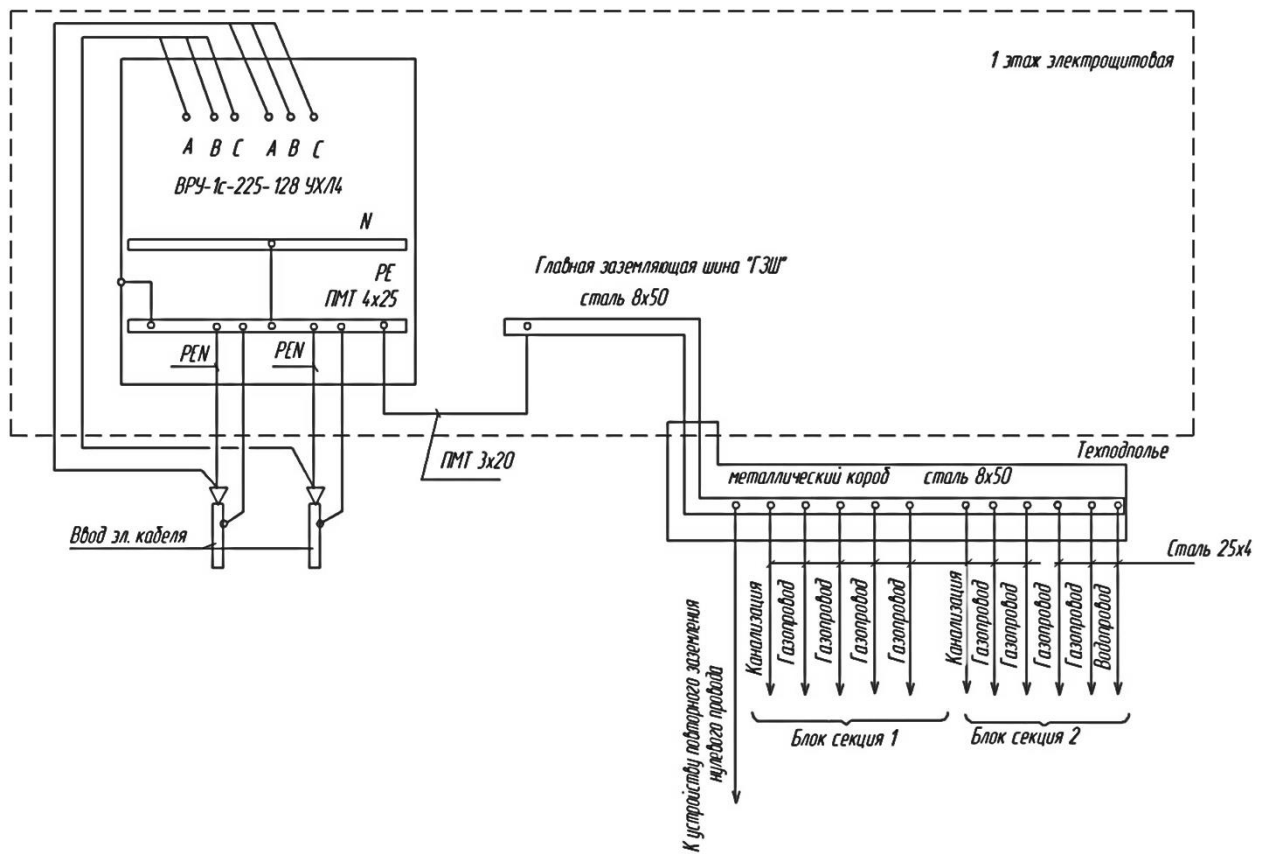


Рисунок 20– Схема основной системы уравнивания потенциалов

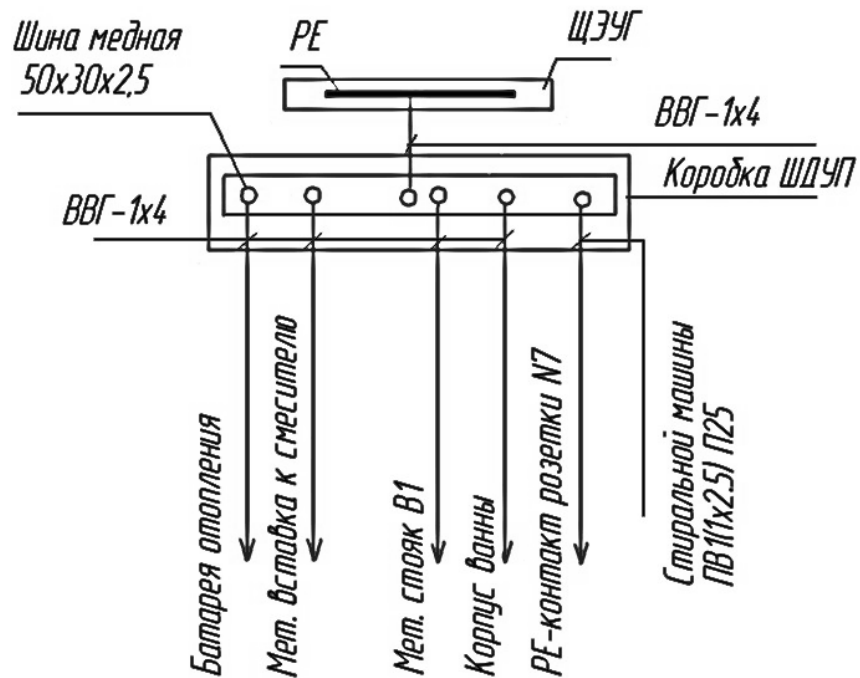


Рисунок 21– Схема №1 дополнительной системы уравнивания потенциалов ванных комнат

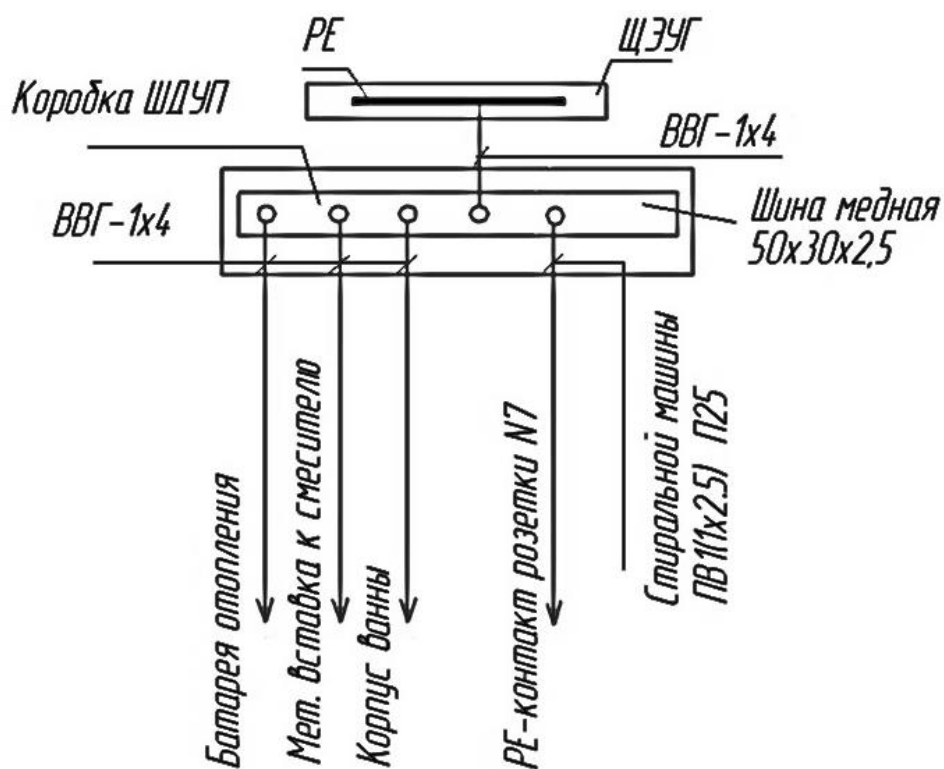


Рисунок 22– Схема №2 дополнительной системы уравнивания потенциалов ванных комнат

Вывод

Электробезопасности жителей в данном проекте уделяется повышенное внимание. Все нетоковедущие металлические части электрооборудования заземлены путем металлического соединения с нулевым защитным проводником сети. Реализованы основная и дополнительная схема уравнивания потенциалов для помещений с повышенной влажностью.

Заключение

Проект электрооборудования жилого дома выполнен в соответствии с ПУЭ, СП 31-110-2003, СП 256.1325800.2016, САНПиН 2.2.1/2.1.1. 1278-03, РД 34.20.185-94, ГОСТ Р 50571. 15-97 и ГОСТ Р 50571.10-96.

Проект электротехнической части жилого дома разработан на основании задания на ВКР, архитектурно-строительных и санитарно-технических норм.

В качестве вводного устройства принят щит типа ВРУ-1С-225-128УХЛ4 с АВР для двух секций. В щите размещаются автоматические выключатели с втычными контактами типа ВА 04-36 и счетчики учета электроэнергии на вводах.

В качестве распределительного устройства принят щит типа ВРУ-1С-300+300-225 УХЛ4. В щите размещаются автоматические выключатели типа ВА 5131 для защиты распределительных линий, автоматические выключатели ВА-24-29 и устройство защитного отключения УЗО-22 с $I_n=16A$ и током утечки 30 мА для защиты групповых линий осветительной сети, счетчики для учета электроэнергии потребителей домоуправления типа "Меркурий 230AR-01CL ,5(50) А, кл.1.0.

В нишах стен на лестничных площадках устанавливаются совмещенные щиты типа ЩЭУГ. В щитах размещаются счетчики общеквартирного учета типа "Меркурий 200.04", 5(50)А, кл.1,0; автоматические выключатели защиты групповых линий, устройства защитного отключения УЗО 22-16-2-030 $I_n=16A$ $I_y=30mA$ и УЗО 22-25-2-030 $I_n=25A$, $I_y=30mA$ (в розеточных группах).

Электроосвещение лестничных площадок и входов в жилой дом управляется автоматически от фотореле, установленного в щите ВРУ и, кроме того, на промежуточных площадках предусматривается установка автоматических выключателей типа АВ-01 с выдержкой времени.

Список используемых источников

1. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. 3-е изд. М.: Эксмо, 2016. 750 с.
2. Вводно-распределительные устройства [Электронный ресурс] / Информационный ресурс «Электросам.Ру» URL: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/jelektropitanie/vvodno-raspre-delitelnoe-ustroistvo/> (дата обращения 11.02.2021).
3. Вводно-распределительные устройства ВРУ1-23-56 [Электронный ресурс] / Офиц. сайт завода «Электрошит» URL: https://www.esnn.ru/catalog/13/26_vru-1-23-56_vr32.html (дата обращения 10.02.2021).
4. ВСН 59 – 88 Ведомственные строительные нормы. Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4294854/4294854755.pdf> (дата обращения 15.01.2021).
5. Кабельные линии напряжением до 229 кВ [Электронный ресурс] / Информационный ресурс «RusCable.Ru» URL: <https://www.ruscable.ru/info/pue/2-3.html> (дата обращения 13.02.2021).
6. Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование организаций и учреждений : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника", профиль "Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений" / Э. А. Киреева. М.: КНОРУС, 2016. 233 с.
7. Компания IEGroup – разработка и производство высокотехнологического оборудования [Электронный ресурс]. URL: www.incotex.com (дата обращения 15.01.2021).

8. Нагрузки жилых зданий [Электронный ресурс] / Информационный ресурс «Top Engineering». URL: <http://www.topeng.ru/sp31-110-2003-61.html> (дата обращения 04.01.2021).

9. Общая схема электроснабжения жилого дома [Электронный ресурс] / Информационный ресурс «Elektrik Info». URL: <http://elektrik.info/main/electrodom/628-elektrosnabzhenie-mnogokvartirnogo-doma.html> (дата обращения 05.01.2021).

10. Питание трансформаторных подстанций [Электронный ресурс] / Информационный ресурс «Globe Core». URL: <https://oils.globecore.ru/naznachenie-i-tipy-transformatornyh-p.html> (дата обращения 05.01.2021).

11. Питающие, распределительные и групповые сети в электроснабжении [Электронный ресурс] / Информационный ресурс «Школа электрика» URL: <http://electricalschool.info/main/elsnabg/1799-pitajushhie-raspredelitelnye-i.html#:~:text=%D0%B2>. (дата обращения 11.02.2021).

12. Подключение датчиков освещенности и датчиков движения [Электронный ресурс] / Информационный ресурс «Sestek.Ru» URL: https://sestek.ru/page/podkliuchi_datchik_sveta.html (дата обращения 14.02.2021).

13. Потери энергии в электрических сетях и установках: учеб. пособие / Г. В. Маслакова [и др.]. Липецк: Липец. гос. техн. ун-т, 2018. 79 с.

14. РД 34.20.185-94 Инструкция по проектированию городских электрических сетей. Офиц. изд. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004921> (дата обращения 05.01.2021).

15. РМ-2696 Инструкция по расчету электрических нагрузок жилых зданий. Офиц. изд. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293784/4293784789.pdf> (дата обращения 05.01.2021).

16. Рябчинский М.Н. Электроснабжение жилых и общественных зданий. Автоматизация городского хозяйства №6(48), 2016 URL:

https://controleng.ru/wp-content/uploads/ce48_elektrosnabzhenie_zhilykh_i_obshchestvennykh_zdaniy.pdf (дата обращения 04.01.2021).

17. Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. 184 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SIVKOV/uchebnrab/Tab1/Power-supply-IDO.pdf> (дата обращения 05.01.2021).

18. Система заземления TN-C-S – схема и описание [Электронный ресурс]: Интернет-портал «Электромонтаж». URL: <https://electricvdome.ru/zazemlenie/sistema-zazemlenija-tn-c-s.html> (дата обращения 06.04.2020).

19. СНиП 2.04.05-86 Отопление, вентиляция и кондиционирование [Электронный ресурс]. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294815/4294815604.pdf> (дата обращения 06.04.2020).

20. СП 256.1325800.2016 Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139957> (дата обращения 10.03.2021).

21. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. Офиц. изд. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035252> (дата обращения 05.01.2021).

22. Счетчик электрической энергии трехфазный статический «Меркурий 230», «Mercury 230». Руководство по эксплуатации АВЛГ.411152.021 РЭ. URL: <https://www.incotexcom.ru/files/em/docs/merkuriy-230-avlg-411152-021-re-izm-4-2020-07-27.pdf> (дата обращения 05.01.2021).

23. Черненко А.Н. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Системы электроснабжения городов». ТГУ, 2018 г.

24. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования : учеб. пособие / В.П. Шеховцов. 3-е изд., испр. М. : Форум; ИНФРА-М, 2019. 214 с. URL: <http://znanium.com/catalog/product/1009603> (дата обращения 06.04.2020).

25. Электроснабжение жилых домов [Электронный ресурс] / Информационный ресурс «Инженерные сети и коммутации». URL: <https://proekt-sam.ru/proektsistem/elektrosnabzhenie-mnogokvartirnogo-doma.html> (дата обращения 04.01.2021).

26. Энергосбережение и энергоэффективность. Инновационные технологии и оборудование [Электронный ресурс] / Информационный ресурс «Энергосэйв» URL: <https://energysaving-expo.ru/> (дата обращения 14.02.2021).

27. Энергоэффективные технологии [Электронный ресурс] / Информационный ресурс «МАЭ» URL: <https://sro150.ru/vopros-otvet/148-energoeffektivnost-i-energoberegayushchie-tekhnologii-energoberezhenie-programma-energoberezheniya> (дата обращения 24.02.2021).

28. BF-80/1 Maschinenfabrik Reinhausen GmbH – MR : Design Submittal of 20 MVA Transformers [Electronic resource]. URL: <https://ru.scribd.com/document/23590321/4605-DS-002-B-Design-Submittal-of-20-MVA-Transformers> (дата обращения 21.03.2021).

29. Connecting Wire Details [Электронный ресурс]. URL: https://www.electronics-notes.com/articles/electronic_components/cables/awg-swg-connecting-wires.php (дата обращения 10.03.2021).

30. IEA Electricity Information 2015 [Electronic resource]. URL: <https://www.iea.org/Textbase/nptoc/elec2013toc.pdf> (дата обращения 15.03.2021).

31. Osbert J. C. High Rupturing Capacity (HRC) Fuses [Electronic resource]. URL: <https://owlcation.com/stem/High-Rupturing-Capacity-HRC-Fuses> (дата обращения 20.03.2021).

32. Regulation (EU) 2019/943 of the European Parliament and of the Council on the internal market for electricity, Chapter IV, Art. 20.1. [Electronic resource]. URL: <https://www.entsoe.eu/outlooks/midterm/> (дата обращения 15.03.2021).