

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

Кафедра «Энергетика»

Шынтаев Б.Б.

Проектирование СЭС жилого комплекса

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

специальность 5В071800 – «Электроэнергетика»

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

Кафедра «Энергетика»

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

И.о. заведующего кафедрой  
доктор PhD, ассистент профессор

Е.А. Сарсенбаев

" 8 " 05 2019 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: "Проектирование СЭС жилого комплекса"

по специальности 5B071800 – Электроэнергетика

Выполнил

Шынтаев Б.Б.

Рецензент

КазАТК, доцент кафедры

«Электроэнергетика», доктор PhD

Калиев Ж.Ж.

" 08 " 05 2019 г.

Научный руководитель

лектор

Малдыбаева Т.С.

" 08 " 05 2019 г.



Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Институт архитектуры, строительства и энергетики им. Т. Басенова

Кафедра «Энергетика»

5B071800 – Электроэнергетика

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой  
доктор PhD, ассистент профессор

Е.А. Сарсенбаев

" 28 " 01 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Шынтаеву Бакбергену Бакытулы

Тема: Проектирование СЭС жилого комплекса

Утверждена приказом проректора по академической работе № 1210-б .  
от « 30 » октября 2018 г.

Срок сдачи законченного проекта «30» апреля 2019 г.

Исходные данные к дипломному проекту: Архитектурно-строительная часть рабочего проекта жилого комплекса; данные об устанавливаемых силовых электроприемниках.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- а) проектирование системы освещения жилого комплекса;
- б) разработка плана расположения кабельных линий;
- в) выбор низковольтных коммутационных аппаратов;
- г) разработка технической спецификации электрических оборудования.

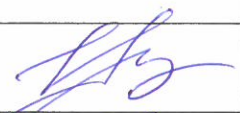
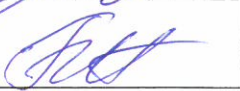
Перечень графического материала : подготовить слайды презентации.

Рекомендуемая основная литература 10 наименований.

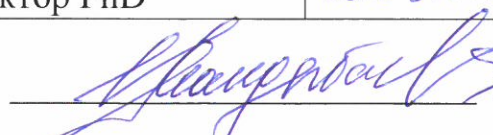
**ГРАФИК**  
подготовки дипломной работы

| Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов          | Сроки представления научному руководителю и консультантам | Примечание |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------|
| 1. Проектирование системы освещения жилого комплекса              | 29.01.2019                                                | нет        |
| 2. Разработка плана расположения кабельных линий                  | 26.02.2019                                                | есть       |
| 3. Выбор низковольтных коммутационных аппаратов                   | 22.04.2019                                                | нет        |
| 4. Разработка технической спецификации электрических оборудования | 29.04.2019                                                | нет        |

**Подписи**  
консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу  
с указанием относящихся к ним разделов работы

| Наименования разделов             | Консультанты, И.О.Ф. (уч. Степень, звание) | Дата подписания | Подпись                                                                               |
|-----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Основная часть                    | Малдыбаева Т.С.<br>лектор                  | 08.05.19        |  |
| Экономическое обоснование проекта | Малдыбаева Т.С.<br>лектор                  | 08.05.19        |  |
| Электробезопасность               | Малдыбаева Т.С.<br>лектор                  | 08.05.19        |  |
| Нормоконтролер                    | Балгаев Н.Е.<br>доктор PhD                 | 06.05.19 г.     |  |

Научный руководитель

 Малдыбаева Т.С.

Задание принял к исполнению обучающийся \_\_\_\_\_ Шынтаев Б.Б.

Дата

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2019 г.

## **АННОТАЦИЯ**

В данной дипломной работе была выполнена работа по проектированию системы электроснабжения здания жилого комплекса. Целью работы является исследование практических методов проектирования системы электроснабжения жилого здания и выявление существующих недочетов в этой сфере. Произведен расчет электрических нагрузок, выбор электрического оборудования и расчет капитальных вложений проекта. Разработаны схемы электроснабжения жилого здания, а также общие меры электробезопасности.

## **АҢДАТПА**

Бұл дипломдық жұмыста тұрғын үй кешені ғимаратының электр энергиясымен жабдықтау жүйесін жобалау жұмысы орындалды. Жұмыстың мақсаты тұрғын үй ғимараттын электр энергиясымен жабдықтау жүйесін жобалаудың практикалық әдістерін зерттеу және осы саладағы кемшіліктерді анықтау болып табылады. Жұмыс барысында электр жүктемелерін есептеу, электр жабдықтарын таңдау және жобаның күрделі салымдарын есептеу жұмыстары жүргізілді. Тұрғын үй ғимаратын электр энергиясымен жабдықтау сұлбалары және электр қауіпсіздігінің жалпы шаралары әзірленді.

## **ANNOTATION**

In this graduation project work on the design of the power supply system of the residential complex was conducted. The aim of the project is to investigate the practical methods of designing a system for the power supply of a residential building and to identify existing shortcomings in this area. While accomplishing this task electric loads, the choice of electrical equipment and the capital investments of the project were calculated. Power supply schemes for residential buildings and general electrical safety measures have also been established.

## СОДЕРЖАНИЕ

|      |                                                                        |    |
|------|------------------------------------------------------------------------|----|
|      | Введение                                                               | 7  |
| 1    | Основная часть                                                         | 8  |
| 1.1  | Краткая характеристика проектируемого объекта                          | 8  |
| 1.2  | Светотехнический расчет                                                | 9  |
| 1.3  | Выбор системы освещения                                                | 10 |
| 1.4  | Выбор типа светильника                                                 | 11 |
| 1.5  | Предварительное размещение светильников                                | 12 |
| 1.6  | Расчет освещенности методом коэффициента использования                 | 13 |
| 1.7  | Определение питающих и групповых линий и способов их прокладки         | 16 |
| 1.8  | Расчет нагрузки групповых линии освещения общедомовых помещений        | 23 |
| 1.9  | Расчет нагрузки групповых линии освещения квартир                      | 23 |
| 1.10 | Расчет нагрузки розеточных групповых линии квартир                     | 25 |
| 1.11 | Расчет силовой нагрузки проектируемого объекта                         | 25 |
| 1.12 | Расчет нагрузки жилого здания                                          | 32 |
| 1.13 | Выбор сечения кабеля и расчет потерь напряжения                        | 34 |
| 1.14 | Выбор оборудования вводно-распределительного устройства                | 36 |
| 1.15 | Выбор оборудования щита освещения общедомовых помещений                | 41 |
| 1.16 | Выбор оборудования этажных и квартирных распределительных электрощитов | 41 |
| 1.17 | Расчет токов короткого замыкания                                       | 46 |
| 2    | Экономическое обоснование проекта                                      | 52 |
| 3    | Электробезопасность                                                    | 55 |
| 3.1  | Система заземления                                                     | 55 |
| 3.2  | Общие меры безопасности                                                | 56 |
|      | Заключение                                                             | 57 |
|      | Список использованной литературы                                       | 59 |
|      | Приложение А                                                           | 60 |
|      | Приложение Б                                                           | 62 |
|      | Приложение В                                                           | 63 |

## ВВЕДЕНИЕ

Дипломная работа выполнена по теме проектирования системы электроснабжения жилого комплекса. Выбранная тема тесно связана с электроснабжением городов, общественных и жилых зданий, и без сомнений является на данный момент более чем актуальной. Актуальность затронутой темы заключается в тенденции все большей урбанизации населения, ростом городского населения и увеличением потребления электроэнергии городами в целом. На данный момент мы наблюдаем значительный прирост городского населения в стране и в мире в целом, что объясняется увеличением доли промышленного производства располагающихся на прилегающих территориях городов. Упомянутое явление вызывает потребность в новых архитектурно-инженерных решений в области гражданского строительства, в частности многоэтажных жилых зданий.

Многоэтажные здания являются наиболее востребованными в современных городах, так как они дают возможность оптимального использования полезной территории, а также снижения протяженности электрических сетей.

На данный момент, многоэтажные жилые здания обладают внушающим количеством различных электроприемников. Это объясняется развитием технологии и увеличением номенклатуры существующих электрического оборудования. Данный факт рождает необходимость внедрения новых методов расчета и проектирования систем электроснабжения жилых зданий.

Сегодня наблюдается стремительный темп развития энергетики страны, обусловленный утвержденной ныне стратегией министерства энергетики. В частности, должен отметить окончание строительства энергокольца 220 кВ вокруг города Алматы. Реализация этого проекта позволило обеспечить город устойчивым снабжением электроэнергией на перспективу роста населения и строительства новых промышленных объектов в обозримом будущем.

В данной дипломной работе рассматривается вопрос о создании проекта системы электроснабжения жилого комплекса, в виде многоэтажного жилого здания. Главной целью создания данного проекта является изучение и исследование методов расчета подобного рода проектов. Целесообразность проекта обуславливается появившимся пробелом в сфере проектирования систем электроснабжения жилых и общественных зданий.

## 1 Основная часть

### 1.1 Краткая характеристика проектируемого объекта

Проект системы электроснабжения жилого комплекса выполнен на основании архитектурно-строительных планов принятых на этапе разработки технического задания в соответствии с [3]. Проектируемое здание относится ко II-ой категории электроснабжения, класс жилья – II. Все электроприемники относятся к потребителям III категории электроснабжения по ПУЭ.

Жилые дома комплекса представляют собой десятиэтажные здания с предусмотренным техническим этажом. Технический этаж зданий расположен ниже планировочной отметки земли. Проектируемый блок жилого комплекса это – 10 этажный жилой дом. Принимаемая высота этажей – 3 м. Технический этаж жилых блоков состоит из следующих технических помещений : насосная, электрощитовая, подвальные помещения. Технические помещения являющиеся источником нежелательного шума и вибрации, расположены под помещениями не предусматривающих постоянного нахождения человека.

Строительно-архитектурным проектом жилого здания, жилые квартиры здания располагаются с первого этажа. Жилые этажи являются типовыми, начиная с 1 этажа. В проектируемом блоке предусмотрено 40 квартир: 1 комнатных – 10, 2 комнатных – 10, 3 комнатных – 10, 4 комнатных – 10. Квартиры повышенной комфортности, с площадью квартир от 66 м<sup>2</sup> до 141 м<sup>2</sup>. Данные о проектируемых квартирах типового этажа сведены в таблицу 1.1.

**Таблица 1.1 – Данные о проектируемых квартирах типового этажа**

| Наименование помещения | Площадь S, м <sup>2</sup> | Периметр, м |
|------------------------|---------------------------|-------------|
| 1 комнатная кв.        |                           |             |
| Спальня                | 21.6                      | 18.7        |
| Кухня                  | 20                        | 18.3        |
| Прихожая               | 11.9                      | 17.8        |
| С/У №1                 | 3.3                       | 7.2         |
| С/У №2                 | 5.6                       | 9.5         |
| Гардеробная            | 4.3                       | 8.3         |
| Итого                  | 66.7                      | 79.9        |
| 2 комнатная кв.        |                           |             |
| Спальня                | 20                        | 18.3        |
| Гостиная               | 29.3                      | 22.3        |
| Кухня                  | 21.6                      | 18.7        |
| Прихожая               | 11.9                      | 17.8        |
| С/У №1                 | 3.3                       | 7.2         |
| С/У №2                 | 5.6                       | 9.5         |
| Гардеробная            | 4.3                       | 8.3         |
| Итого                  | 96                        | 102.1       |

*Продолжение таблицы 1.1*

|                              |       |       |
|------------------------------|-------|-------|
| 3 комнатная кв.              |       |       |
| Спальня                      | 20    | 17.9  |
| Спальня                      | 20    | 17.9  |
| Гостиная                     | 40.2  | 26.3  |
| Кухня                        | 17.5  | 16.7  |
| Прихожая                     | 31.1  | 35.1  |
| С/У №1                       | 8.4   | 12.3  |
| С/У №2                       | 4.7   | 8.8   |
| Итого                        | 141.9 | 135   |
| 4 комнатная кв.              |       |       |
| Спальня                      | 20    | 17.9  |
| Спальня                      | 19.2  | 17.6  |
| Спальня                      | 23.1  | 19.2  |
| Гостиная                     | 20.9  | 18.3  |
| Кухня                        | 13.5  | 14.7  |
| Прихожая                     | 30.1  | 34.1  |
| С/У №1                       | 6.5   | 10.8  |
| С/У №2                       | 2.6   | 6.6   |
| Итого                        | 135.9 | 139.2 |
| Помещения общего пользования |       |       |
| Коридор                      | 35.5  | 39.5  |
| Лестничная площадка          | 12.4  | 19.2  |
| Балкон                       | 6.5   | 11.2  |
| Итого по этажу               | 494.9 | 526,1 |

Технический этаж – нежилой уровень жилого здания, предназначенный для размещения технологического оборудования.

Электрощитовая – помещение для расположения комплекса электрического оборудования.

Насосная – помещение где расположен комплекс насосного оборудования проектируемого объекта.

## 1.2 Светотехнический расчет

Искусственное освещение стало неотъемлемой частью жизни человека, так как осветительное оборудование является одним из наиболее распространенных электроприемников, применяемых во всех сферах человеческой жизнедеятельности. От качества выполненного искусственного освещения зависит множество факторов:

- производительность различных видов труда;
- безопасность жизнедеятельности человека;
- состояние и сохранность зрения человека.

В процессе проектирования электрического освещения главной целью инженера проектировщика является обеспечение требуемого уровня освещенности в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

Проектирование электроосвещения выполняется в два этапа:

- этап светотехнического расчета;
- этап электроснабжения осветительных оборудования;

Светотехнический расчет подразделяется следующим образом:

- выбор системы освещения;
- выбор типа светильников;
- предварительно размещение светильников;
- расчет освещенности.

Электроснабжение осветительных оборудования производится вместе с проектированием электроснабжения других электроприемников здания.

Светотехнический расчет производится для общедомовых территорий, а именно:

- лестничные площадки;
- лестницы;
- коридоры;
- технические этажи;
- подвалы, в которых имеются инженерные коммуникации;
- иные общедомовые помещения.

В процессе проектирования освещения данного объекта, согласно с [1], используются значения наименьшей освещенности и плоскости нормирования, сведенные в таблицу А.1 приложения А.

### **1.3 Выбор системы освещения**

Проектирование электрического освещения выполняется с помощью применения двух основных систем освещения: общего освещения и комбинированного освещения.

Для дальнейшего проектирования освещения общедомовых помещений были произведены исследования проектируемых помещений. В следствии произведенного исследования, были получены данные о условиях внешней среды в проектируемых помещениях, разряд зрительных работ производимых в данных помещениях. Были приняты приблизительные значения коэффициентов отражения. Полученные данные сведены в таблицу 1.2.

**Таблица 1.2 – Исходные данные для светотехнического расчета общедомовых помещений**

| Наименование помещения      | Условия внешней среды | Коэффициенты отражения |                   |                   | Разряд зрительных работ |
|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
|                             |                       | $\rho_{\text{п}}$      | $\rho_{\text{с}}$ | $\rho_{\text{р}}$ |                         |
| Электрощитовая              | пыльные               | 0.5                    | 0.5               | 0.1               | IV                      |
| Насосная                    | влажные               | 0.5                    | 0.5               | 0.1               | IV                      |
| Хоз.кладовая                | пыльные               | 0.5                    | 0.5               | 0.1               | VI                      |
| Подвальное помещение №1     | пыльные               | 0.5                    | 0.5               | 0.1               | VI                      |
| Подвальное помещение №2     | пыльные               | 0.5                    | 0.5               | 0.1               | VI                      |
| Подвальное помещение №3     | пыльные               | 0.5                    | 0.5               | 0.1               | VI                      |
| Подвальное помещение №4     | пыльные               | 0.5                    | 0.5               | 0.1               | VI                      |
| Полэтажный коридоры         | нормальные            | 0.7                    | 0.5               | 0.3               | VI                      |
| Тамбур                      | нормальные            | 0.7                    | 0.5               | 0.3               | VI                      |
| Этажная лестничная площадка | нормальные            | 0.7                    | 0.5               | 0.3               | VI                      |
| Лифтовый холл               | нормальные            | 0.7                    | 0.5               | 0.3               | VI                      |

В соответствии с [1], применяем комбинированную систему для помещений с IV разрядом и систему общего освещения для помещений с VI разрядом зрительных работ. Комбинированная система выполняется путем установки штепсельных розеток на месте производства работ с высокой зрительной нагрузкой.

Согласно [1], аварийное и эвакуационное освещение в данных помещениях не предусматривается.

#### **1.4 Выбор типа светильника**

Согласно с [1], выполняем систему освещения общедомовых помещений светильниками с люминесцентными лампами. Степень защиты светильников выбираем в соответствии с таблицей А.2 в приложении А и таблицей 1.2.

Освещение общедомовых помещений выполняем следующими светильниками :

- ARCTIC 218 (SAN/SMC) HF ES1;
- AOT.OPL 118 HF .

Проектом предусмотрено установка в помещениях технического этажа потолочных светильников марки «ARCTIC 218 (SAN/SMC) HF ES1».

Освещение общедомовых помещений типовых этажей решено выполнить потолочными светильниками марки «AOT.OPL 118 HF» со встроенными датчиками движения. Паспортные данные выбранных светильников сведены в таблицу А.3 в приложении А.

## 1.5 Предварительное размещение светильников

Учитывая целевое назначение общедомовых помещений, было решено разместить светильники равномерно над освещаемой поверхностью. Для расчета размещения светильников, используем геометрические данные общедомовых помещений сведенных в таблицу 1.3.

**Таблица 1.3 – Геометрические данные общедомовых помещений**

| Наименование помещения      | Площадь<br>$F$ ,<br>$m^2$ | Длина<br>$A$ ,<br>$m$ | Ширина<br>$B$ ,<br>$m$ | Высота<br>$H$ ,<br>$m$ |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Электрощитовая              | 12.2                      | 4.36                  | 2.8                    | 3                      |
| Насосная                    | 9.4                       | 4.36                  | 2.1                    | 3                      |
| Хоз.кладовая                | 23.1                      | 5                     | 4.62                   | 3                      |
| Подвальное помещение №1     | 89.3                      | 12.760                | 7                      | 3                      |
| Подвальное помещение №2     | 89.3                      | 12.76                 | 7                      | 3                      |
| Подвальное помещение №3     | 119.9                     | 17.14                 | 7                      | 3                      |
| Подвальное помещение №4     | 119.9                     | 17.14                 | 7                      | 3                      |
| Поэтажный коридоры          | 25.5                      | 12.76                 | 2                      | 3                      |
| Тамбур                      | 9.2                       | 4.62                  | 2                      | 3                      |
| Этажная лестничная площадка | 2.2                       | 2.52                  | 0.952                  | 3                      |
| Лифтовый холл               | 6.2                       | 2.9                   | 2.1                    | 3                      |

Далее приведен расчет расположения светильников электрощитового помещения.

Высоту от рабочей поверхности, до устанавливаемого светильника определяем по формуле:

$$H_p = H - h_c - h_p, \text{ м}, \quad (1.1)$$

где  $h_c$  – расстояние от светильника до перекрытия принимаем равным  $h_c = 0.11$  м;

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом, принятая  $h_p = 0$  м;

$$H_p = 3 - 0.11 - 0 = 2.89 \text{ м}.$$

Для принятых светильников в рассматриваемом помещении и типа КСС данных светильников, значение  $L/H_p$  принимаем равным 0.9.

Определяем места расположения светильников по формулам:

$$L = H_p \cdot 0.9, \text{ м}, \quad (1.2)$$

$$l = L \cdot 0.5, \text{ м}, \quad (1.3)$$

где  $L$  – расстояние между соседними рядами светильников;  
 $l$  – расстояние от крайнего ряда светильников до стен.

$$L = 2.89 \cdot 0.9 = 2.704 \text{ м.}$$

$$l = 2.704 \cdot 0.5 = 1.352 \text{ м.}$$

Число рядов определяем по формуле :

$$R = \frac{B - 2 \cdot l}{L} + 1, \quad (1.4)$$

$$R = \frac{2.8 - 2 \cdot 1.352}{2.704} + 1 = 1.03 \approx 1.$$

Расчетные данные предварительного расположения светильников в остальных помещениях сведены в таблицу 1.4.

## 1.6 Расчет освещенности методом коэффициента использования

Индекс электрощитового помещения находится по формуле :

$$i_n = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}, \quad (1.5)$$

$$i_n = \frac{4.36 \cdot 2.8}{2.89 \cdot (4.36 + 2.8)} = 0.59 \approx 0.6 .$$

Значение коэффициента использования С.П. принимаем равным:  $\eta_{oy} = 44\%$ .

Поправочный коэффициент принимаем равным  $z = 1.1$  .

Таблица 1.4 – Предварительные расчетные данные расположения светильников

| Наименование помещения      | Размеры помещения |              | Расчетная высота                       |                                           |                                                  | Расстояние        |                                | Число рядов, R |
|-----------------------------|-------------------|--------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------|
|                             | Высота H, м       | Ширина, В, м | От светильника до перекрытия $h_c$ , м | Расчетной поверхности над полом $h_p$ , м | От рабочей поверхности, до светильника $H_p$ , м | Между рядами L, м | От крайнего ряда до стены l, м |                |
| Электрощитовая              | 3                 | 2,8          | 0,11                                   | 0                                         | 2,89                                             | 2,703884          | 1,352                          | 1              |
| Насосная                    | 3                 | 2,1          | 0,11                                   | 0                                         | 2,89                                             | 2,004             | 1,002                          | 1              |
| Хоз.кладовая                | 3                 | 4,62         | 0,11                                   | 0,8                                       | 2,09                                             | 1,672             | 0,836                          | 2              |
| Подвальное помещение №1     | 3                 | 7            | 0,11                                   | 0                                         | 2,89                                             | 2,312             | 1,156                          | 3              |
| Подвальное помещение №2     | 3                 | 7            | 0,11                                   | 0                                         | 2,89                                             | 2,312             | 1,156                          | 3              |
| Подвальное помещение №3     | 3                 | 7            | 0,11                                   | 0                                         | 2,89                                             | 2,312             | 1,156                          | 3              |
| Подвальное помещение №4     | 3                 | 7            | 0,11                                   | 0                                         | 2,89                                             | 2,312             | 1,156                          | 3              |
| Полэтажный коридоры         | 3                 | 2            | 0,85                                   | 0                                         | 2,915                                            | 1,904             | 0,952                          | 1              |
| Тамбур                      | 3                 | 2            | 0,85                                   | 0                                         | 2,915                                            | 1,904             | 0,952                          | 1              |
| Этажная лестничная площадка | 3                 | 0,952        | 0,85                                   | 0                                         | 2,915                                            | 0,856             | 0,428                          | 1              |
| Лифтовый холл               | 3                 | 2,1          | 0,85                                   | 0                                         | 2,915                                            | 2,004             | 1,002                          | 1              |

Используя известные данные о геометрии помещения и стандартном значении освещенности помещения, определяем С.П. ряда светильников по формуле:

$$\Phi_{Rp} = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{R \cdot \eta_{oy}}, \text{ лм}, \quad (1.6)$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса принимаемый для люминесцентных светильников устанавливаемых в помещений с нормальным условием среды  $K_3 = 1.4$  и  $K_3 = 1.8$  для светильников устанавливаемых в помещениях с условиями среды отличных от нормальных;

$E_n$  – стандартное значение освещенности;

$F$  – площадь рассматриваемого помещения;

$$\Phi_{Rp} = \frac{75 \cdot 1.8 \cdot 12.2 \cdot 1.1}{1 \cdot 0.44} = 4120.2 \text{ лм}.$$

Рассчитываем количество светильников в ряду по формуле :

$$N_R = \frac{\Phi_{Rp}}{n_{cb} \cdot \Phi_l}, \quad (1.7)$$

где  $n_{cb}$  – количество источников света в светильнике, шт;

$\Phi_l$  – С.П. одного источника света, лм;

$$N_R = \frac{4120.2}{1 \cdot 1200} = 3.4 \approx 3.$$

Общее количество светильников определяем по формуле:

$$n_{cb} = N_R \cdot R, \text{ шт}, \quad (1.8)$$

$$n_{cb} = 3 \cdot 1 = 3 \text{ шт}.$$

Определяем точные места расположения светильников по формуле :

$$L_A = \frac{A - 2 \cdot l - N_R \cdot l_a}{N_R - 1}, \text{ м}, \quad (1.9)$$

$$L_A = \frac{4.36 - 2 \cdot 1.352 - 3 \cdot 0.671}{3 - 1} = 0.314 \text{ м.}$$

Для помещений, где число рядов  $n > 1$ , производится перерасчет расстояния между рядами по формуле:

$$L_B = \frac{B - 2 \cdot l - R \cdot l_b}{R - 1}, \text{ м.} \quad (1.10)$$

На основе данных светотехнического расчета, был построен план расположения светильников общедомовых помещений здания. Были распределены линии питания светильников по группам и определены способы, а так же места их прокладки.

Все расчетные данные сведены в таблицы 1.5 и 1.6.

### **1.7 Определение питающих и групповых линий и способов их прокладки**

Для проектирования системы электроснабжения объекта, определяем виды схем питания установленных электроприемников. Ввиду того, что потребители здания расположены не равномерно и на разной высоте, появляется необходимость применения смешанной схемы электроснабжения с использованием распределительных щитов электроэнергии.

Ввод и распределение электроэнергии в проектируемом объекте осуществляется путем установки вводно-распределительного устройства, в электрощитовом помещении технического этажа. Проектом предусмотрено устройство стояковых каналов с установкой этажных щитов. Марка и комплектующие электрощитов выбираются на основе расчетов сечения кабельных проводников и защитной аппаратуры. Дальнейшее распределение электроэнергии от вводно-распределительного устройства по электропотребителям жилого дома осуществляется следующими электрическими щитами:

- этажные электрощиты;
- электрощиты освещения;
- электрощиты управления лифтовыми установками;
- квартирные электрощиты.

Было принято решение о выполнении питающих линии этажных электрических щитов, магистральной схемой электроснабжения.

Радиальной схемой электроснабжения выполняются линии питания электрощитов лифтовых установок и насосного электрооборудования. Линии питания квартирных электрощитов осуществляются радиальной схемой электроснабжения, от этажных электрощитов.

Таблица 1.5 – Расчетные данные освещенности общедомовых помещений

| Наименование помещения      | Размеры помещения, м |       | Индекс помещения, $i_n$ | Коэффициент |     |       | Значение освещенности $E_{min}, \frac{\text{лк}}{\text{лм}}$ | С.П одного ряда светильников $\Phi_{Rp}, \text{лм}$ | С. П одной лампы $\Phi_{л}, \text{лм}$ | Кол-во ламп в светильнике $n_{св}, \frac{\text{шт}}{\text{шт}}$ |
|-----------------------------|----------------------|-------|-------------------------|-------------|-----|-------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                             | A                    | B     |                         | $\eta_{oy}$ | $z$ | $K_z$ |                                                              |                                                     |                                        |                                                                 |
| Эл-щитовая                  | 4,36                 | 2,8   | 0,6                     | 0,44        | 1,1 | 1,8   | 75                                                           | 4120,2                                              | 1200                                   | 1                                                               |
| Насосная                    | 4,36                 | 2,1   | 0,5                     | 0,57        | 1,1 | 1,8   | 75                                                           | 2385,3                                              | 1200                                   | 1                                                               |
| Хоз.кладовая                | 5                    | 4,62  | 1,1                     | 0,79        | 1,1 | 1,8   | 75                                                           | 2171,1                                              | 1200                                   | 1                                                               |
| Подвальное помещение №1     | 12,76                | 7     | 1,5                     | 0,85        | 1,1 | 1,8   | 75                                                           | 5201,6                                              | 1200                                   | 1                                                               |
| Подвальное помещение №2     | 12,76                | 7     | 1,5                     | 0,85        | 1,1 | 1,8   | 75                                                           | 5201,6                                              | 1200                                   | 1                                                               |
| Подвальное помещение №3     | 17,14                | 7     | 1,7                     | 0,86        | 1,1 | 1,8   | 75                                                           | 6905,8                                              | 1200                                   | 1                                                               |
| Подвальное помещение №4     | 17,14                | 7     | 1,7                     | 0,86        | 1,1 | 1,8   | 75                                                           | 6905,8                                              | 1200                                   | 1                                                               |
| Позэтажный коридоры         | 12,76                | 2     | 0,6                     | 0,68        | 1,1 | 1,4   | 100                                                          | 5779,5                                              | 1200                                   | 1                                                               |
| Тамбур                      | 4,62                 | 2     | 0,5                     | 0,58        | 1,1 | 1,4   | 100                                                          | 2453,4                                              | 1200                                   | 1                                                               |
| Этажная лестничная площадка | 2,52                 | 0,952 | 0,5                     | 0,58        | 1,1 | 1,4   | 100                                                          | 636,9                                               | 1200                                   | 1                                                               |
| Лифтовый холл               | 2,9                  | 2,1   | 0,5                     | 0,58        | 1,1 | 1,4   | 100                                                          | 1617                                                | 1200                                   | 1                                                               |

Таблица 1.6 – Расчетные данные размещения светильников

| Наименования помещений      | Размеры помещения, м |       | Расчетное расстояние до стены<br>$l$ , м | Размеры светильника |           | Количество рядов,<br>$R$ | Количество светильников |          | Расстояния между  |                   |
|-----------------------------|----------------------|-------|------------------------------------------|---------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------|
|                             | A                    | B     |                                          | $l_a$ , м           | $l_b$ , м |                          | $N_R$                   | $n_{св}$ | Свет-ми в ряду, м | Рядами свет-ов, м |
| Эл-питовая                  | 4,36                 | 2,8   | 1,352                                    | 0,671               | 0,096     | 1                        | 2                       | 2        | 0,314             | 0                 |
| Насосная                    | 4,36                 | 2,1   | 1,002                                    | 0,671               | 0,096     | 1                        | 2                       | 2        | 1,014             | 0                 |
| Хоз.кладовая                | 5                    | 4,62  | 0,836                                    | 0,671               | 0,096     | 2                        | 2                       | 4        | 1,986             | 2,756             |
| Подвальное помещение №1     | 12,76                | 7     | 1,156                                    | 0,671               | 0,096     | 3                        | 4                       | 12       | 2,588             | 2,2               |
| Подвальное помещение №2     | 12,76                | 7     | 1,156                                    | 0,671               | 0,096     | 3                        | 4                       | 12       | 2,588             | 2,2               |
| Подвальное помещение №3     | 17,14                | 7     | 1,156                                    | 0,671               | 0,096     | 3                        | 6                       | 18       | 2,1604            | 2,2               |
| Подвальное помещение №4     | 17,14                | 7     | 1,156                                    | 0,671               | 0,096     | 3                        | 6                       | 18       | 2,1604            | 2,2               |
| Позтажные коридоры          | 12,76                | 2     | 0,905                                    | 0,66                | 0,19      | 1                        | 5                       | 5        | 1,9125            | 0                 |
| Тамбур                      | 4,62                 | 2     | 0,905                                    | 0,66                | 0,19      | 1                        | 2                       | 2        | 1,49              | 0                 |
| Этажная лестничная площадка | 2,52                 | 0,952 | 0,381                                    | 0,66                | 0,19      | 1                        | 1                       | 1        | 0                 | 0                 |
| Лифтовый холл               | 2,9                  | 2,1   | 0,955                                    | 0,66                | 0,19      | 1                        | 1                       | 1        | 0                 | 0                 |

Питание осветительного оборудования и штепсельных розеток общедомовых помещений и квартир выполняются групповыми линиями.

Групповые линии квартир прокладываются в пустотах плит перекрытий и штробах стен. Распределительные и общедомовые групповые линии прокладываются :

- по техническому этажу, в металлических лотках и в ПВХ трубах в виде гофры, по стенам и перекрытиям;
- питающие стояки этажных электрощитов в гладких ПВХ трубах;
- от этажных электрощитов прокладываются к квартирным в методом штробирования стен;
- освещение общедомовых помещений типовых этажей в пустотах плит перекрытия.

Предварительный перечень питающих и групповых линий общедомовых помещений сведен в таблицу 1.7.

**Таблица 1.7 – Предварительный перечень питающих и групповых линий**

| Питающие линии                                  |                                            |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Линии                                           | Назначение                                 |
| С 1                                             | Квартирный стояк 20 квартир                |
| С 2                                             | Квартирный стояк 20 квартир                |
| С 3                                             | Многонасосная установка повышения давления |
| С 4                                             | Циркуляционный насос                       |
| С 5                                             | Циркуляционный насос отопления             |
| С 6                                             | Циркуляционный насос ГВС                   |
| С 7                                             | Подпиточный насос                          |
| С 8                                             | Дренажный насос                            |
| С 9                                             | Щит управления лифтовой установкой №1      |
| С10                                             | Щит управления лифтовой установкой №2      |
| С11                                             | Щит квартирный №1                          |
| С12                                             | Щит квартирный №2                          |
| С13                                             | Щит квартирный №3                          |
| С14                                             | Щит квартирный №4                          |
| С15                                             | Щит освещения общедомовых помещений        |
| Групповые линии освещения общедомовых помещений |                                            |
| Гр 1.1                                          | Электрощитовая                             |
| Гр 1.1                                          | Насосная                                   |
| Гр 1.1                                          | Хоз.кладовая                               |
| Гр 1.1                                          | Подвальное помещение №1                    |
| Гр 1.1                                          | Подвальное помещение №2                    |
| Гр 1.2                                          | Подвальное помещение №3                    |
| Гр 1.2                                          | Подвальное помещение №4                    |
| Гр 1.3                                          | Позэтажные коридоры                        |
| Гр 1.3                                          | Тамбур                                     |
| Гр 1.3                                          | Этажная лестничная площадка                |
| Гр 1.3                                          | Лифтовый холл                              |

В соответствии с [9] розеточные групповые линии формируем для каждой комнаты квартиры. Количество розеток согласно с [1] в жилых комнатах квартир определяем из расчета 1 розетка на каждые полные и неполные 5 м<sup>2</sup>, для коридоров 10 м<sup>2</sup>. В кухнях квартир предусматриваем не менее 5 розеток.

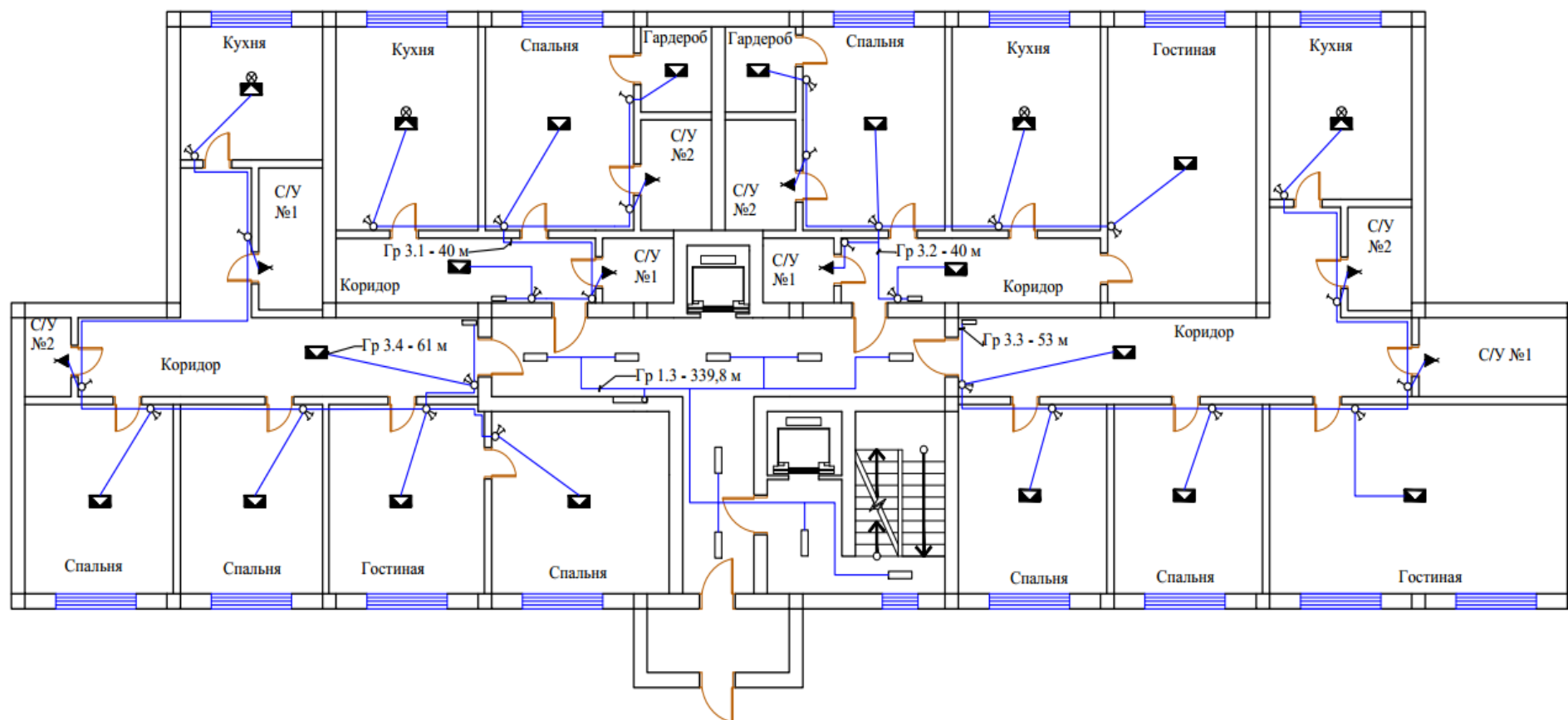
Проектом предусматривается установка в каждую комнату одной клемной колодки, для дальнейшей установки владельцем квартиры многолампового светильника. Линии питания светильников квартиры выполняются одной группой.

Расчетные данные групповых линии квартир сведены в таблицу 1.8.

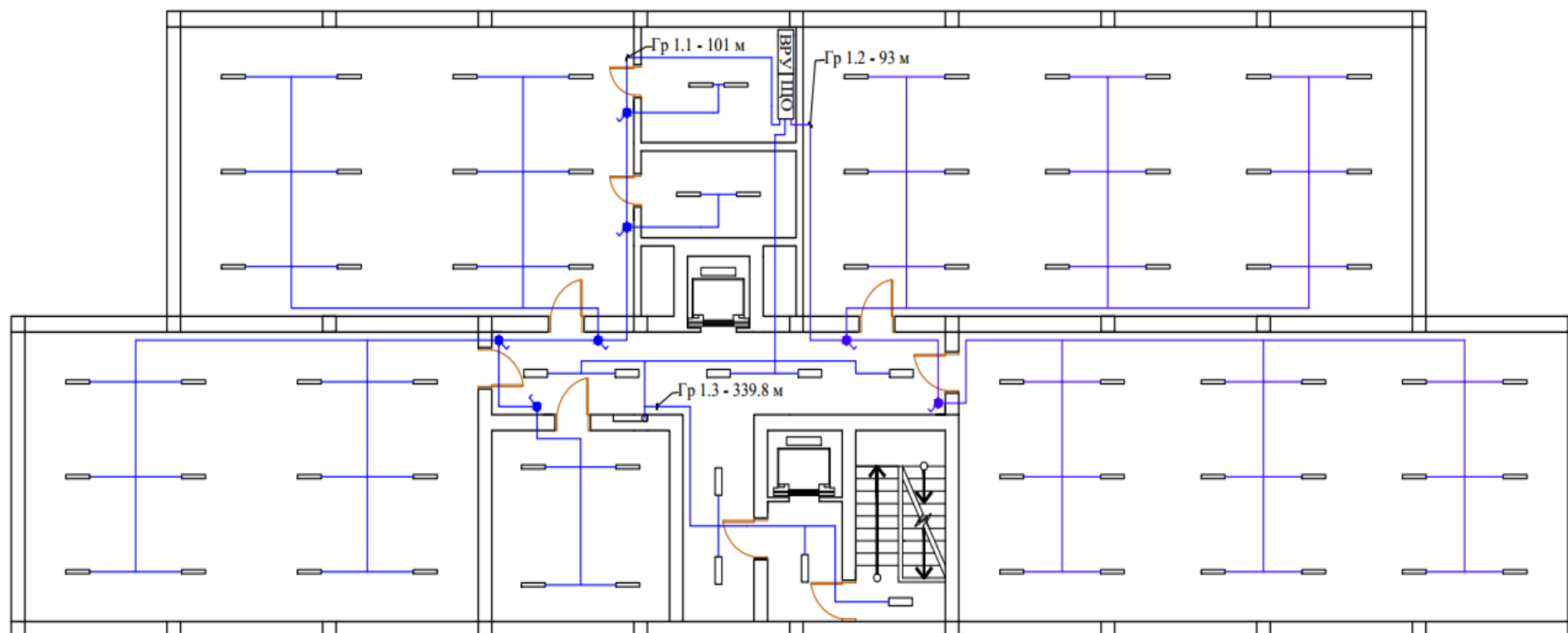
Планы расположения осветительных установок и групповых линий освещения проиллюстрированы на рисунках 1 и 2.

**Таблица 1.8 – Расчетные данные групповых линии квартир**

| Наименование помещения, м | Периметр помещения, м | Количество розеток $N_{роз}$ , шт | Обозначение групповых линии |           |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------|
|                           |                       |                                   | розеточных                  | освещения |
| 1 комнатная кв.           |                       |                                   |                             |           |
| Спальня                   | 18.7                  | 4                                 | Гр 2.1.1                    | Гр 3.1    |
| Кухня                     | 18.3                  | 5                                 | Гр 2.1.2                    | Гр 3.1    |
| Коридор                   | 17.8                  | 2                                 | Гр 2.1.3                    | Гр 3.1    |
| С/У №1                    | 7.2                   | -                                 |                             | Гр 3.1    |
| С/У №2                    | 9.5                   | -                                 |                             | Гр 3.1    |
| Гардеробная               | 8.3                   | 2                                 | Гр 2.1.1                    | Гр 3.1    |
| 2 комнатная кв.           |                       |                                   |                             |           |
| Спальня                   | 18.3                  | 4                                 | Гр 2.2.1                    | Гр 3.2    |
| Гостиная                  | 22.3                  | 5                                 | Гр 2.2.2                    | Гр 3.2    |
| Кухня                     | 18.7                  | 5                                 | Гр 2.2.3                    | Гр 3.2    |
| Коридор                   | 17.8                  | 2                                 | Гр 2.2.1                    | Гр 3.2    |
| С/У №1                    | 7.2                   | -                                 |                             | Гр 3.2    |
| С/У №2                    | 9.5                   | -                                 |                             | Гр 3.2    |
| Гардеробная               | 8.3                   | 2                                 | Гр 2.2.1                    | Гр 3.2    |
| 3 комнатная кв.           |                       |                                   |                             |           |
| Спальня                   | 17.9                  | 4                                 | Гр 2.3.1                    | Гр 3.3    |
| Спальня                   | 17.9                  | 4                                 | Гр 2.3.1                    | Гр 3.3    |
| Гостиная                  | 26.3                  | 6                                 | Гр 2.3.2                    | Гр 3.3    |
| Кухня                     | 16.7                  | 5                                 | Гр 2.3.3                    | Гр 3.3    |
| Коридор                   | 35.1                  | 4                                 | Гр 2.3.1                    | Гр 3.3    |
| С/У №1                    | 12.3                  | -                                 |                             | Гр 3.3    |
| С/У №2                    | 8.8                   | -                                 |                             | Гр 3.3    |
| 4 комнатная кв.           |                       |                                   |                             |           |
| Спальня                   | 17.9                  | 4                                 | Гр 2.4.1                    | Гр 3.4    |
| Спальня                   | 17.6                  | 4                                 | Гр 2.4.1                    | Гр 3.4    |
| Спальня                   | 19.2                  | 4                                 | Гр 2.4.2                    | Гр 3.4    |
| Гостиная                  | 18.3                  | 4                                 | Гр 2.4.2                    | Гр 3.4    |
| Кухня                     | 14.7                  | 5                                 | Гр 2.4.3                    | Гр 3.4    |
| Коридор                   | 34.1                  | 4                                 | Гр 2.4.1                    | Гр 3.4    |
| С/У №1                    | 10.8                  | -                                 |                             | Гр 3.4    |
| С/У №2                    | 6.6                   | -                                 |                             | Гр 3.4    |



**Рисунок 1 – План расположения осветительных установок и групповых линий освещения типового этажа**



**Рисунок 2 - План расположения осветительных установок и групповых линий освещения технического этажа**

## 1.8 Расчет нагрузки групповых линии освещения общедомовых помещений

Общую нагрузку освещения помещений общего пользования  $P_{\text{ос.общ}}$  (кВт) определяем по формуле :

$$P_{\text{ос.общ}} = (P_{\text{л.пл}} + P_{\text{л.хол}} + P_{\text{кор}} + P_{\text{тамб}}) + 0,5P_{\text{др}}, \text{ кВт}, \quad (1.11)$$

где  $P_{\text{л.пл}}, P_{\text{л.хол}}, P_{\text{кор}}, P_{\text{тамб}}$  – расчетные нагрузки групповых линии, кВт;

$P_{\text{др}}$  – расчетная нагрузка освещения технического этажа , кВт;

Согласно с [2], расчетную нагрузку групповых линии освещения общедомовых помещений определяем исходя от установленной мощности выбранных светильников и коэффициента спроса равным  $K_{\text{сп}} = 1$ , по формуле:

$$P_p = P_{\text{уст.св}} \cdot n_{\text{св}} \cdot K_{\text{сп}}, \text{ кВт}, \quad (1.12)$$

где  $P_{\text{уст.св}}$  – мощность светильника по паспорту

$N_{\text{св}}$  – число светильников в рассматриваемом помещений.

Групповые линии – однофазные, ток которых определяется по формуле :

$$I_p = \frac{P_p}{U \cdot \cos\varphi}, \text{ А}. \quad (1.13)$$

Расчетные данные нагрузок групповых линий общедомовых помещений сведены в таблицу 1.9.

По результатам расчета нагрузок групповых линии, определяем общую нагрузку освещения помещений общего пользования по формуле(1.11):

$$P_{\text{ос.общ}} = (0.18 + 0.18 + 0.9 + 0.36) + 0.5 \cdot 1.224 = 2.2 \text{ кВт}.$$

## 1.9 Расчет нагрузки групповых линии освещения квартир

Согласно с [3], производим расчет нагрузок групповых линий освещения оперируя величинами активных мощностей электроприемников и расчетных коэффициентов сведенных в таблицу Б.1 в приложении Б.

Нагрузку групповых линии освещения квартир определяем по формуле:

$$P_p = \sum P_y \cdot K_c \cdot K_{\text{и}}, \text{ кВт}, \quad (1.14)$$

где  $K_c, K_{\text{и}}$  – расчетные коэффициенты принимаемые по таблице В.1;

Таблица 1.9 - Расчетные данные нагрузок групповых линий освещения общедомовых помещений

| Наименования помещений      | Обозначения групповых линий | Количество светильников $n$ , шт | Установленная мощность светильников $P_{уст.св}$ , кВт | Коэффициент спроса, $K_{сп}$ | $\cos\varphi$ | Расчетная мощность $P_p$ , кВт | $I_p$ , А |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------|---------------|--------------------------------|-----------|
| Электрощитовая              | Гр 1.1                      | 2                                | 0.018                                                  | 1                            | 0.96          | 0.036                          | 0.17      |
| Насосная                    | Гр 1.1                      | 2                                | 0.018                                                  | 1                            | 0.96          | 0.036                          | 0.17      |
| Хоз.кладовая                | Гр 1.1                      | 4                                | 0.018                                                  | 1                            | 0.96          | 0.072                          | 0.34      |
| Подвальное помещение №1     | Гр 1.1                      | 12                               | 0.018                                                  | 1                            | 0.96          | 0.216                          | 1.02      |
| Подвальное помещение №2     | Гр 1.1                      | 12                               | 0.018                                                  | 1                            | 0.96          | 0.216                          | 1.02      |
| Итого по группе             |                             |                                  |                                                        |                              |               | 0.576                          | 2.72      |
| Подвальное помещение №3     | Гр 1.2                      | 18                               | 0.018                                                  | 1                            | 0.96          | 0.324                          | 1.53      |
| Подвальное помещение №4     | Гр 1.2                      | 18                               | 0.018                                                  | 1                            | 0.96          | 0.324                          | 1.53      |
| Итого по группе             |                             |                                  |                                                        |                              |               | 0.648                          | 3.06      |
| Позтажные коридоры          | Гр 1.3                      | 50                               | 0.018                                                  | 1                            | 0.96          | 0.9                            | 4.26      |
| Тамбур                      | Гр 1.3                      | 20                               | 0.018                                                  | 1                            | 0.96          | 0.36                           | 1.70      |
| Этажная лестничная площадка | Гр 1.3                      | 10                               | 0.018                                                  | 1                            | 0.96          | 0.18                           | 0.85      |
| Лифтовый холл               | Гр 1.3                      | 10                               | 0.018                                                  | 1                            | 0.96          | 0.18                           | 0.85      |
| Итого                       |                             |                                  |                                                        |                              |               | 1.62                           | 7.67      |

Установленную мощность осветительных оборудования групповых линии освещения квартир, определяем из расчета :

- на освещение гостиных комнат 40 Вт/м<sup>2</sup>;
- на освещение жилых комнат и спален 30 Вт/м<sup>2</sup>;
- на освещение столовых и кухонь 30 Вт/м<sup>2</sup>;
- на освещение коридоров 25 Вт/м<sup>2</sup>;
- на освещение сантехнических узлов 20 Вт/м<sup>2</sup>;
- на освещение кладовых помещений 20 Вт/м<sup>2</sup>.

Расчетные данные нагрузок групповых линии освещения квартир сведены в таблицу 1.10.

### **1.10 Расчет нагрузки розеточных групповых линии квартир**

Розеточная групповая линия является одним из наиболее многочисленных групповых линии, в силу их повышенной ответственности.

Расчетная нагрузка розеточных групповых линии определяется по формуле:

$$P_{розN} = P_{розу} \cdot N_{роз} \cdot K_{и}, \text{ кВт}, \quad (1.15)$$

где  $P_{розу}$  – удельная мощность одной штепсельной розетки принимаем согласно с [1];

$N_{роз}$  – количество розеток ;

$K_{од.роз}$  – коэффициент одновременности, который определяется в зависимости от количества питаемых розеток и обозначен в [1].

План расположения розеточных групповых линий проиллюстрированы на рисунках 3 и 4. Расчетные данные нагрузок розеточных групповых линии квартир сведены в таблицу 1.11.

### **1.11 Расчет силовой нагрузки проектируемого объекта**

Силовую нагрузку проектируемого объекта составляют лифтовые установки здания и комплекс насосного оборудования расположенного в помещениях именуемого насосной.

Паспортные данные электродвигателей насосных оборудования и принятых лифтовых установок сведены в таблицу Б.2 в приложении Б.

Таблица 1.10 – Расчетные данные нагрузок групповых линии освещения квартир

| Наименование помещений | Обозначения групповых линии | Площадь помещений $F$ , $m^2$ | Установленная мощность $P_y$ , кВт | Коэффициенты     |                        | Расчетная мощность $P_p$ , кВт | $I_p$ , А |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------|--------------------------------|-----------|
|                        |                             |                               |                                    | спроса, $K_{сп}$ | использования, $K_{и}$ |                                |           |
| 1 комнатная кв.        |                             |                               |                                    |                  |                        |                                |           |
| Спальня                | Гр 3.1                      | 21.6                          | 0.648                              | 0.6              | 0.6                    | 0,233                          | 1.05      |
| Кухня                  | Гр 3.1                      | 20                            | 0.6                                | 1                | 0.8                    | 0,48                           | 2.18      |
| Коридор                | Гр 3.1                      | 11.9                          | 0.297                              | 0.8              | -                      | 0,237                          | 1.07      |
| С/У №1                 | Гр 3.1                      | 3.3                           | 0.066                              | 0.6              | -                      | 0,039                          | 0.17      |
| С/У №2                 | Гр 3.1                      | 5.6                           | 0.112                              | 0.6              | -                      | 0,067                          | 0.30      |
| Гардеробная            | Гр 3.1                      | 4.3                           | 0.086                              | 0.6              | -                      | 0,051                          | 0.23      |
| Итого по группе        |                             |                               |                                    |                  |                        | 1.107                          | 5         |
| 2 комнатная кв.        |                             |                               |                                    |                  |                        |                                |           |
| Спальня                | Гр 3.2                      | 20                            | 0.6                                | 0.6              | 0.6                    | 0,216                          | 0.98      |
| Гостиная               | Гр 3.2                      | 29.3                          | 1.172                              | 0.8              | 0.8                    | 0,750                          | 3.40      |
| Кухня                  | Гр 3.2                      | 21.6                          | 0.648                              | 1                | 0.8                    | 0,518                          | 2.35      |
| Коридор                | Гр 3.2                      | 11.9                          | 0,297                              | 0.8              | -                      | 0,237                          | 1.07      |
| С/У №1                 | Гр 3.2                      | 3.3                           | 0,066                              | 0.6              | -                      | 0,039                          | 0.17      |
| С/У №2                 | Гр 3.2                      | 5.6                           | 0,112                              | 0.6              | -                      | 0,067                          | 0.30      |
| Гардеробная            | Гр 3.2                      | 4.3                           | 0,086                              | 0.6              | -                      | 0,051                          | 0.23      |
| Итого по группе        |                             |                               |                                    |                  |                        | 1,878                          | 8.53      |
| 3 комнатная кв.        |                             |                               |                                    |                  |                        |                                |           |
| Спальня                | Гр 3.3                      | 20                            | 0,6                                | 0.6              | 0.6                    | 0,216                          | 0.98      |
| Спальня                | Гр 3.3                      | 20                            | 0,6                                | 0.6              | 0.6                    | 0,216                          | 0.98      |
| Гостиная               | Гр 3.3                      | 40.2                          | 1,608                              | 0.8              | 0.8                    | 1,029                          | 4.67      |
| Кухня                  | Гр 3.3                      | 17.5                          | 0,525                              | 1                | 0.8                    | 0,42                           | 1.90      |
| Коридор                | Гр 3.3                      | 31.1                          | 0,777                              | 0.8              | -                      | 0,621                          | 2.82      |

Продолжение таблицы 1.10

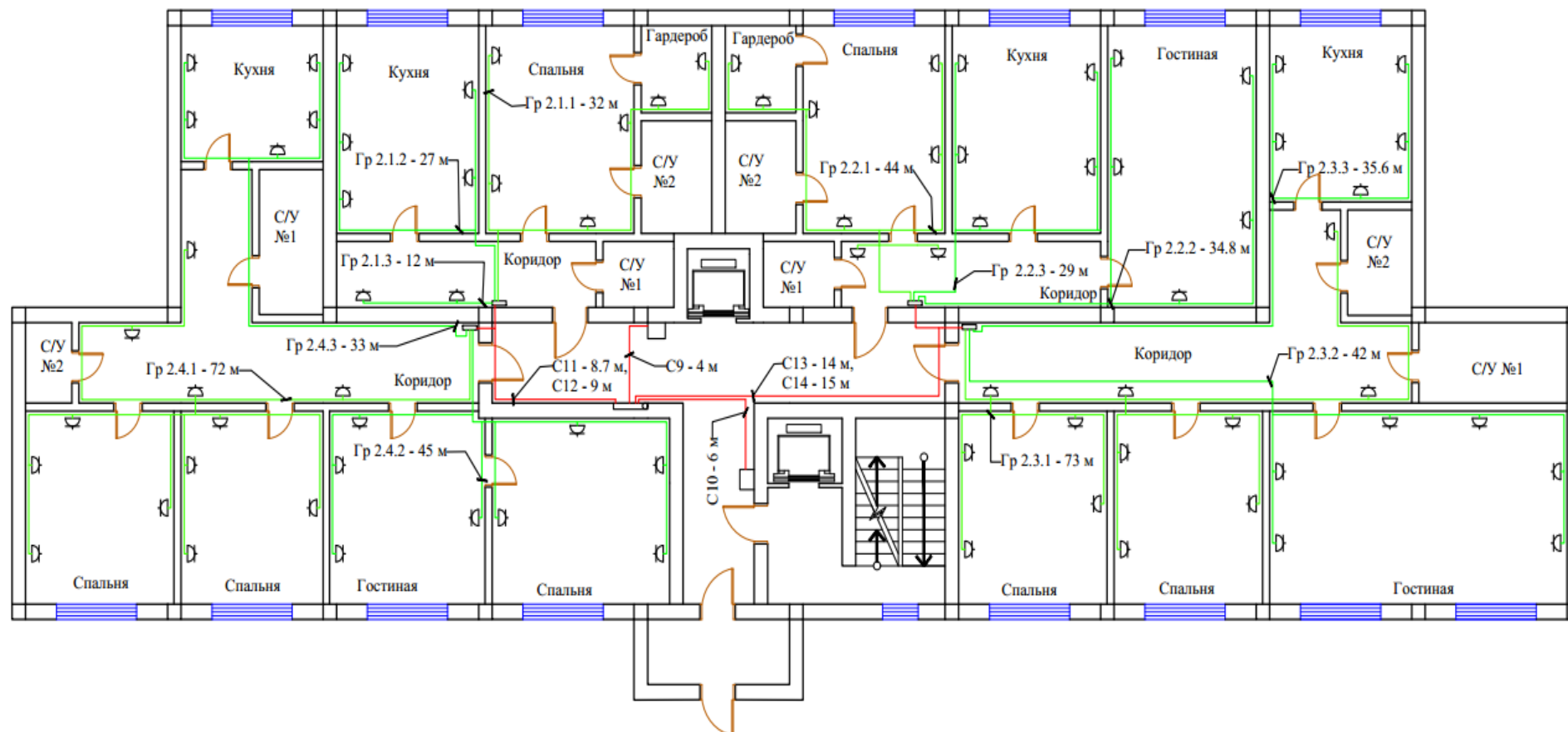
|                 |        |      |        |     |     |       |       |
|-----------------|--------|------|--------|-----|-----|-------|-------|
| С/У №1          | Гр 3.3 | 8.4  | 0,168  | 0.6 | -   | 0,100 | 0.45  |
| С/У №2          | Гр 3.3 | 4.7  | 0,094  | 0.6 | -   | 0,056 | 0.25  |
| Итого по группе |        |      |        |     |     | 2,658 | 12.08 |
| 4 комнатная кв. |        |      |        |     |     |       |       |
| Спальня         | Гр 3.4 | 20   | 0,6    | 0.6 | 0.6 | 0,216 | 0.98  |
| Спальня         | Гр 3.4 | 19.2 | 0,576  | 0.6 | 0.6 | 0,207 | 0.94  |
| Спальня         | Гр 3.4 | 23.1 | 0,693  | 0.6 | 0.6 | 0,249 | 1.13  |
| Гостиная        | Гр 3.4 | 20.9 | 0,836  | 0.8 | 0.8 | 0,535 | 2.43  |
| Кухня           | Гр 3.4 | 13.5 | 0,405  | 1   | 0.8 | 0,324 | 1.47  |
| Коридор         | Гр 3.4 | 30.1 | 0,7525 | 0.8 | -   | 0,602 | 2.73  |
| С/У №1          | Гр 3.4 | 6.5  | 0,13   | 0.6 | -   | 0,078 | 0.35  |
| С/У №2          | Гр 3.4 | 2.6  | 0,052  | 0.6 | -   | 0,031 | 0.14  |
| Итого по группе |        |      |        |     |     | 2,242 | 10.19 |

Таблица 1.11 – Расчетные данные нагрузок розеточных групповых линии квартир

| Наименования помещений | Обозначения групповых линии | Количество розеток $N_{роз}$ , шт | Удельная мощность на одну розетку $P_{роз,уд}$ , кВт | Коэффициент одновременности для сети розеток, $K_{од,роз}$ | Расчетная нагрузка розеточных групповых линии $P_{роз,N}$ , кВт | $\cos\varphi$ | $I_p$ , А |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------|-----------|
| 1 комнатная кв.        |                             |                                   |                                                      |                                                            |                                                                 |               |           |
| Спальня                | Гр 2.1.1                    | 4                                 | 0.1                                                  | 0.9                                                        | 0.36                                                            |               |           |
| Гардеробная            | Гр 2.1.1                    | 2                                 | 0.1                                                  | 0.9                                                        | 0.18                                                            |               |           |
| Итого по группе        |                             |                                   |                                                      |                                                            | 0.54                                                            | 0.9           | 2.72      |
| Коридор                | Гр 2.1.3                    | 2                                 | 0.1                                                  | 0.9                                                        | 0.18                                                            |               |           |
| Итого по группе        |                             |                                   |                                                      |                                                            | 0.18                                                            | 0.9           | 0.9       |
| Кухня                  | Гр 2.1.2                    | 5                                 | 0.1                                                  | 0.9                                                        | 0.45                                                            |               |           |
| Итого по группе        |                             |                                   |                                                      |                                                            | 0.45                                                            | 0.9           | 2.27      |
| 2 комнатная кв.        |                             |                                   |                                                      |                                                            |                                                                 |               |           |
| Спальня                | Гр 2.2.1                    | 4                                 | 0.1                                                  | 0.9                                                        | 0.36                                                            |               |           |
| Коридор                | Гр 2.2.1                    | 2                                 | 0.1                                                  | 0.9                                                        | 0.18                                                            |               |           |
| Гардеробная            | Гр 2.2.1                    | 2                                 | 0.1                                                  | 0.9                                                        | 0.18                                                            |               |           |
| Итого по группе        |                             |                                   |                                                      |                                                            | 0.72                                                            | 0.9           | 3.63      |
| Гостиная               | Гр 2.2.2                    | 5                                 | 0.1                                                  | 0.9                                                        | 0.45                                                            |               |           |
| Итого по группе        |                             |                                   |                                                      |                                                            | 0.45                                                            | 0.9           | 2.27      |
| Кухня                  | Гр 2.2.3                    | 5                                 | 0.1                                                  | 0.9                                                        | 0.45                                                            |               |           |
| Итого по группе        |                             |                                   |                                                      |                                                            | 0.45                                                            | 0.9           | 2.27      |
| 3 комнатная кв.        |                             |                                   |                                                      |                                                            |                                                                 |               |           |
| Спальня                | Гр 2.3.1                    | 4                                 | 0.1                                                  | 0.8                                                        | 0.32                                                            |               |           |
| Спальня                | Гр 2.3.1                    | 4                                 | 0.1                                                  | 0.8                                                        | 0.32                                                            |               |           |
| Коридор                | Гр 2.3.1                    | 4                                 | 0.1                                                  | 0.8                                                        | 0.32                                                            |               |           |
| Итого по группе        |                             |                                   |                                                      |                                                            | 0.96                                                            | 0.9           | 4.84      |
| Гостиная               | Гр 2.3.2                    | 6                                 | 0.1                                                  | 0.8                                                        | 0.48                                                            |               |           |

Продолжение таблицы 1.11

|                 |          |   |     |     |      |     |      |
|-----------------|----------|---|-----|-----|------|-----|------|
| Итого по группе |          |   |     |     | 0.48 | 0.9 | 2.42 |
| Кухня           | Гр 2.3.3 | 4 | 0.1 | 0.8 | 0.32 |     |      |
| Итого по группе |          |   |     |     | 0.32 | 0.9 | 1.61 |
| 4 комнатная кв. |          |   |     |     |      |     |      |
| Спальня         | Гр 2.4.1 | 4 | 0.1 | 0.8 | 0.32 |     |      |
| Спальня         | Гр 2.4.1 | 4 | 0.1 | 0.8 | 0.32 |     |      |
| Коридор         | Гр 2.4.1 | 4 | 0.1 | 0.8 | 0.32 |     |      |
| Итого по группе |          |   |     |     | 0.96 | 0.9 | 4.84 |
| Спальня         | Гр 2.4.2 | 4 | 0.1 | 0.8 | 0.32 |     |      |
| Гостиная        | Гр 2.4.2 | 4 | 0.1 | 0.8 | 0.32 |     |      |
| Итого по группе |          |   |     |     | 0.64 | 0.9 | 3.23 |
| Кухня           | Гр 2.4.3 | 3 | 0.1 | 0.8 | 0.24 |     |      |
| Итого по группе |          |   |     |     | 0.24 | 0.9 | 1.21 |



**Рисунок 3 – План расположения розеточных групповых линий типового этажа**

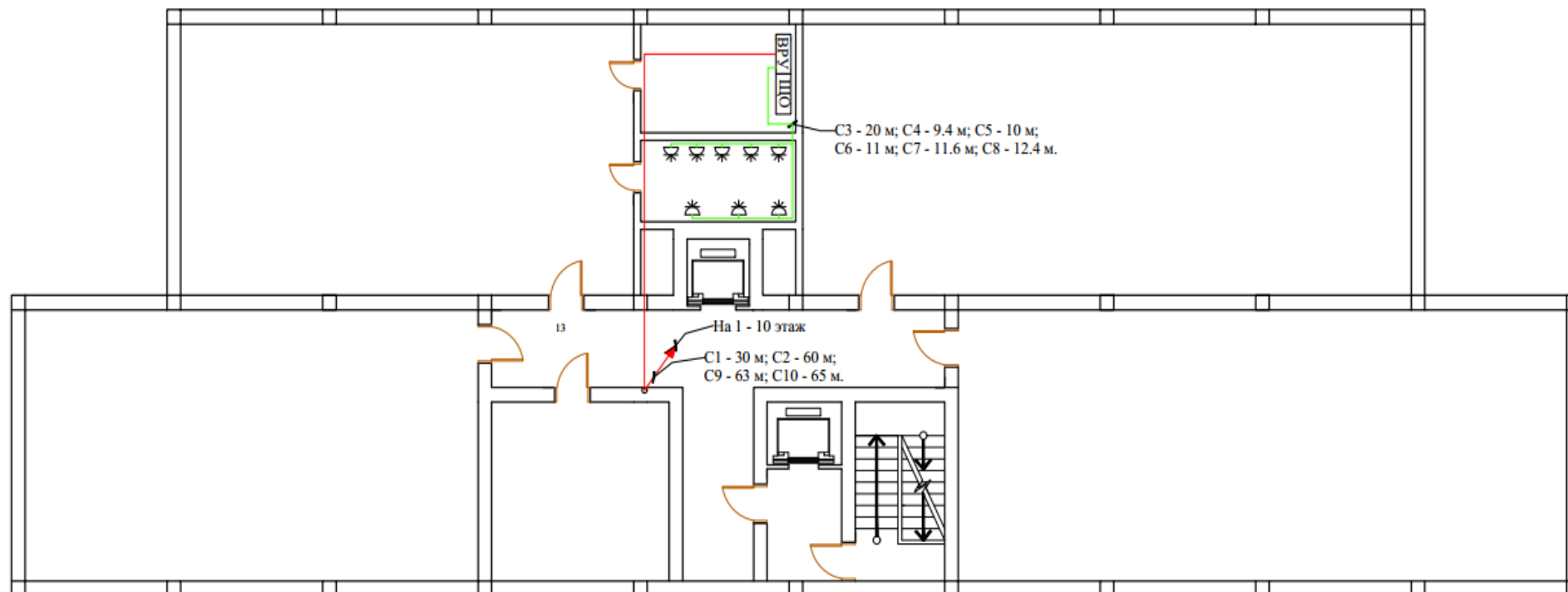


Рисунок 4 - План расположения розеточных групповых линий технического этажа

Расчетную мощность электродвигателей определяем по формулам:

$$P_{рл} = P_{л} \cdot K_{с_{л}}, \quad (1.16)$$

$$P_{р_{насос}} = P_{насос} \cdot K_{с_{насос}}, \quad (1.17)$$

где  $P_{л}$  – установленная мощность электродвигателя каждого из лифтов, принимаемая согласно таблице Б.2 в приложении Б;

$K_{с_{л}}$  – коэффициент спроса лифтов определяемый по таблице Б.2;

$P_{насос}$  – установленная мощность электродвигателей насосных оборудований, принимаемая по таблице Б.2 в приложении Б;

$K_{с_{насос}}$  – коэффициент спроса для электродвигателей насосных оборудований, принимаемый по таблице Б.2 в приложении Б;

Расчетные данные силовых нагрузок сведены в таблицу 1.12.

Расчетную нагрузку силовых электрооборудований жилого здания, определяем по формуле:

$$P_{сил} = \sum_{i=1}^n P_{рлi} + \sum_{i=1}^m P_{р_{насос}} \quad (1.18)$$

$$P_{сил} = (6 + 6) + (2.31 + 0.238 + 0.634 + 0.118 + 0.385 + 0.49) = 16.175 \text{ кВт}$$

## 1.12 Расчет нагрузки жилого здания

Согласно с исходными данными на проектирование системы электроснабжения данного объекта, был выбран метод основанный на удельных нагрузках.

Проектируемые квартиры – повышенной комфортности с газовыми плитами.

Удельные нагрузки взяты с [2] и сведены в таблицу Г.1 в приложении Г. Согласно с [1], значение  $\cos\varphi$  для квартир принимается равным 0.92.

Электрическую нагрузку приведенную к вводному устройству здания и к шинам ТП, рассчитываем по формуле:

$$P_{кв} = P_{кв_{у}} \cdot N, \text{ кВт}, \quad (1.19)$$

где  $P_{кв_{у}}$  – удельная нагрузка на одну квартиру ;

$N$  – количество квартир, присоединенных к вводу в дом ;

Таблица 1.12 - Расчетные данные силовых нагрузок

| Наименования помещений                     | Обозначения питающих линии | Кол-во ЭП, п | Установленная мощность $P_{\text{н}}$ , кВт | Коэффициенты |                                | Расчетная нагрузка электродвигателя |              |             | $I_p$ , А |
|--------------------------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------------------------|--------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                                            |                            |              |                                             | $K_c$        | $\cos\varphi/\text{tg}\varphi$ | $P_p$ , кВт                         | $Q_p$ , кВар | $S_p$ , кВа |           |
| Многонасосная установка повышения давления | С 3                        | 3            | 1.1                                         | 0.7          | 0.96/0.29                      | 2,31                                | 0,66         | 2,40        | 3.65      |
| Циркуляционный насос                       | С 4                        | 1            | 0.34                                        | 0.7          | 0.59/1.36                      | 0,238                               | 0,32         | 0,40        | 0.61      |
| Циркуляционный насос отопления             | С 5                        | 1            | 0.906                                       | 0.7          | 0.58/1.4                       | 0,634                               | 0,88         | 1,09        | 1.65      |
| Циркуляционный насос ГВС                   | С 6                        | 1            | 0.169                                       | 0.7          | 0.55/1.5                       | 0,118                               | 0,17         | 0,21        | 0.32      |
| Подпиточный насос                          | С 7                        | 1            | 0.55                                        | 0.7          | 0.93/0.39                      | 0,385                               | 0,15         | 0,41        | 0.62      |
| Дренажный насос                            | С 8                        | 1            | 0.7                                         | 0.7          | 0.57/1.4                       | 0,49                                | 0,68         | 0,84        | 1.28      |
| Щит управления лифтовой установкой №1      | С9                         | 1            | 7.5                                         | 0.8          | 0.65/1.17                      | 6                                   | 7,02         | 9,23        | 14        |
| Щит управления лифтовой установкой №2      | С10                        | 1            | 7.5                                         | 0.8          | 0.65/1.17                      | 6                                   | 7,02         | 9,23        | 14        |
| Итого                                      |                            |              |                                             |              | 0.69/1.04                      | 16.17                               | 16.9         | 23.39       | 36        |
| Щит освещения                              | С15                        | 1            | 2.844                                       | 1            | 0.96/0.29                      | 2.844                               | 0.82         | 2.95        | 4.5       |

$$P_{\text{кв}} = 2 \cdot 40 = 80 \text{ кВт.}$$

$P_{\text{кв}y}$  определяем по таблице В.1 в приложении В. Расчетную нагрузку проектируемого объекта в целом определяем по формуле:

$$P_{\text{жд}} = P_{\text{кв}} + 0.9P_{\text{сил}}, \text{ кВт,} \quad (1.20)$$

$$P_{\text{жд}} = 80 + 0.9 \cdot 16.175 = 94.55 \text{ кВт.}$$

### 1.13 Выбор сечения кабеля и расчет потерь напряжения

Выбора сечения кабеля выполняем по расчетному току линии. Выбор марок и сечения кабеля производим по условию:

$$I_{\text{доп}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{п}} \geq I_{\text{р.узла}}, \quad (1.21)$$

где  $I_{\text{р.узла}}$  – расчетный ток узла электроприемников;

$K_{\text{т}}$  – поправочный коэффициент на температуру;

$K_{\text{п}}$  – поправочный коэффициент на метод прокладки кабеля;

$I_{\text{доп}}$  – длительно-допустимый ток определенного сечения;

Значение  $I_{\text{доп}}$  определяем по таблицам приведенным в [3].

Потери напряжения более 5% во внутренних сетях не допускается, и определяются по формуле:

$$\Delta U = \frac{M}{S \cdot k}, \%, \quad (1.22)$$

где  $S$  – площадь сечения токопроводящей жилы, мм<sup>2</sup>;

$M$  – момент нагрузки определяемый по формуле:

$$M = P_{\text{р}} \cdot L, \text{ кВт} \cdot \text{м,} \quad (1.23)$$

где  $P_{\text{р}}$  – расчетная мощность нагрузки, кВт;

$L$  – протяженность линии, м;

$k$  – коэффициент, зависящий от количества фаз линии, материала жилы (для медных жил: трехфазная линия –  $k = 72$ , однофазная линия –  $k = 12$ ).

Далее приведен расчет линии С1.

Исходные данные по линии С1:

$$P_p = 40 \text{ кВт};$$

$$I_p = 66.1 \text{ А};$$

$$L = 30 \text{ м.}$$

Линия С1, трехфазная. Предварительно выбрали кабель марки : ВВГ 4х25+1х16. Кабель прокладывается в трубах, в пучке из пяти кабелей. поправочные коэффициенты принимаем для кабеля с ПВХ изоляцией  $K_p = 0.78$  и  $K_T = 1$ . В соответствии с [3], для выбранного кабеля  $I_{доп}$  составляет 95 А.

Производим проверку выбранной марки кабеля по условию (1.21):

$$95 \cdot 1 \cdot 0.78 = 74.1 \text{ А} \geq 66.1 \text{ А.}$$

Условие выполняется. Производим проверку выбранной марки кабеля по условию (1.22):

$$M = 40 \cdot 30 = 1800 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

$$\Delta U = \frac{1800}{25 \cdot 72} = 1 \% \leq 5 \% .$$

Условие выполняется. Окончательно выбираем кабель марки с длительно допустимым током  $I_{доп} = 95 \text{ А}$  .

Расчет всех линий и сетей производится аналогично. Результаты расчетов сведены в таблицу 1.13.

**Таблица 1.13 – Результаты расчетов выбора кабельной продукции**

| Маркировка<br>линии | $P_p$ ,<br>кВт | $I_p$ ,<br>А | $I_{доп}$ ,<br>А | Длина<br>участка<br>$L$ , м | Момент<br>нагрузки,<br>кВт · м | $\Delta U$ ,<br>% | Марка кабеля,<br>количество и<br>сечение жил |
|---------------------|----------------|--------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|
| С 1                 | 40             | 66.1         | 95               | 45                          | 1800                           | 1                 | ВВГнг 4х25+1х16                              |
| С 2                 | 40             | 66.1         | 95               | 75                          | 2400                           | 1.6               | ВВГнг 4х25+1х16                              |
| С 3                 | 2.31           | 3.65         | 25               | 20                          | 46.2                           | 0.25              | ВВГнг 5х2.5                                  |
| С 4                 | 0.238          | 0.61         | 25               | 9.4                         | 2.23                           | 0.01              | ВВГнг 5х2.5                                  |
| С 5                 | 0.634          | 1.65         | 25               | 10                          | 6.34                           | 0.03              | ВВГнг 5х2.5                                  |
| С 6                 | 0.118          | 0.32         | 25               | 11                          | 1.298                          | 0.00              | ВВГнг 5х2.5                                  |
| С 7                 | 0.385          | 0.62         | 25               | 11.6                        | 4.466                          | 0.02              | ВВГнг 5х2.5                                  |

*Продолжение таблицы 1.13*

|          |       |       |    |       |         |      |                |
|----------|-------|-------|----|-------|---------|------|----------------|
| C 8      | 0.49  | 1.28  | 25 | 12.4  | 6.076   | 0.03 | ВВГнг 5х2.5    |
| C9       | 6     | 14    | 25 | 63    | 378     | 2.1  | ВВГнг 5х2.5    |
| C10      | 6     | 14    | 25 | 65    | 390     | 2.16 | ВВГнг 5х2.5    |
| C11      | 9     | 44.5  | 55 | 8,7   | 78.3    | 0.65 | ВВГнг 3х10+1х6 |
| C12      | 9     | 44.5  | 55 | 9     | 81      | 0.67 | ВВГнг 3х10+1х6 |
| C13      | 9     | 44.5  | 55 | 14    | 126     | 1.05 | ВВГнг 3х10+1х6 |
| C14      | 9     | 44.5  | 55 | 15    | 135     | 1.12 | ВВГнг 3х10+1х6 |
| C15      | 2.844 | 4.5   | 25 | 2     | 5.68    | 0.03 | ВВГнг 5х2.5    |
| Гр 1.1   | 0.576 | 2.72  | 25 | 101   | 58.176  | 1.93 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 1.2   | 0.648 | 3.06  | 25 | 93    | 60.264  | 2    | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 1.3   | 1.62  | 7.67  | 25 | 339.8 | 550.476 | 4.9  | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 3.1   | 1.107 | 5     | 25 | 40    | 44.28   | 1.47 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 3.2   | 1.878 | 8.53  | 25 | 40    | 75.12   | 2.50 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 3.3   | 2.658 | 12.08 | 25 | 53    | 140.874 | 4.69 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 3.4   | 2.242 | 10.19 | 25 | 61    | 136.762 | 4.55 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.1.1 | 0.54  | 2.72  | 25 | 32    | 17.28   | 0.57 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.1.2 | 0.45  | 2.27  | 25 | 27    | 12.15   | 0.40 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.1.3 | 0.18  | 0.9   | 25 | 12    | 2.16    | 0.07 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.2.1 | 0.72  | 3.63  | 25 | 44    | 31.68   | 1.05 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.2.2 | 0.45  | 2.27  | 25 | 34.8  | 15.66   | 0.52 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.2.3 | 0.45  | 2.27  | 25 | 29    | 13.05   | 0.43 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.3.1 | 0.96  | 4.84  | 25 | 73    | 70.08   | 2.33 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.3.2 | 0.48  | 2.42  | 25 | 42    | 20.16   | 0.67 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.3.3 | 0.32  | 1.61  | 25 | 35.6  | 11.392  | 0.37 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.4.1 | 0.96  | 4.84  | 25 | 72    | 69.12   | 2.30 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.4.2 | 0.64  | 3.23  | 25 | 45    | 28.8    | 0.96 | ВВГнг 3х2.5    |
| Гр 2.4.3 | 0.24  | 1.21  | 25 | 33    | 7.92    | 0.26 | ВВГнг 3х2.5    |

#### **1.14 Выбор оборудования вводно-распределительного устройства**

Вводно-распределительное устройство в проектируемом объекте является исходной точкой распределения электрической энергии по потребителям. Проектом предусматривается установка трех-панельного ВРУ. Первая панель – вводная, вторая панель – распределительная (квартирные потребители), третья панель – хозяйственная (освещение общедомовых

помещений, питание комплекса насосного оборудования и лифтовых установок).

Выбор оборудования вводной панели ВРУ. Исходя из категорий электроснабжения проектируемого объекта, принимаем к установке вводной панели ВРУ с автоматическим включением резерва марки «ВРУ1-18-80 УХЛ4». В вводной панели ВРУ устанавливаются вводной автоматические выключатели для обеспечения отключения питания жилого здания, электромагнитных контакторов устройства автоматического включения резерва и счетчик для контроля расхода электроэнергии в здании. Выбор оборудования вводной панели ВРУ производим исходя от общего расчетного тока, который составляет  $I_p = 191.6 \text{ A}$ .

В соответствии с [1], для защиты питающих и групповых линии от токов короткого замыкания и токов перегрузок, выбираем выключатели с комбинированными расцепителями. Выбор автоматических выключателей производим по нижеуказанным условиям :

$$U_0, \text{ В} \geq U_{\text{сети}}, \text{ В}, \quad (1.24)$$

$$I_{\text{ном.т}}, \text{ А} \geq 1.1 \cdot I_p, \text{ А}, \quad (1.25)$$

$$I_{\text{ном.э}}, \text{ А} \geq K_{\text{пуск}} \cdot I_p, \text{ А}, \quad (1.26)$$

$$I_{\text{д.доп}}, \text{ А} \geq I_{\text{ном.т}}, \text{ А}, \quad (1.27)$$

где  $I_p$  – общий расчетный ток ;

$I_{\text{ном.т}}$  – номинальный ток теплового расцепителя;

$I_{\text{ном.э}}$  – номинальный ток электромагнитного расцепителя;

$I_{\text{д.доп}}$  – длительно допустимый ток защищаемой линии;

$K_{\text{пуск}}$  – пусковой коэффициент принятый равным  $K_{\text{пуск}} = 7$ .

В качестве вводного автоматического выключателя выбираем трехполюсный автоматический выключатель марки «ВА 88-35 (3ф) 250А» ( $I_{\text{ном.т}} = 250 \text{ А}$ ;  $I_{\text{ном.э}} = 2500 \text{ А}$ ). Производим проверку выбранного выключателя по условиям (1.24), (1.25) :

$$400 \text{ В} \geq 380 \text{ В},$$

$$250 \text{ А} \geq 1.1 \cdot 191.6 \text{ А}.$$

Условия выполняются. Утверждаем установку выбранного выключателя марки «ВА 88-35 (3ф) 250А».

В качестве электромагнитных контакторов выбираем контакторы марки «КТИ 5225 225А 400В» с номинальным током  $I_{\text{ном}} = 225 \text{ А}$ .

Выбор счетчика. На вводной панели ВРУ устанавливаем счетчик электроэнергии контролирующей электропотребление всего дома. Выбор счетчика электроэнергии производим в зависимости от значения общего расчетного тока ВРУ.

В электрических сетях, с напряжением 0.4 кВ, потребляемой активной мощностью свыше 60 кВт и током более 100 А, подключение трехфазного счетчика электроэнергии выполняется через трансформаторы тока. Так как  $I_p = 191.6 \text{ А} > 100 \text{ А}$ , выполняем подключение трехфазного счетчика электроэнергии через трансформатор тока (ТТ). Согласно с [1], выбираем многотарифный трехфазный счетчик с электронным интерфейсом марки «ОТАН САР4У-Э712 5А».

Трансформатор тока выбирается согласно с условиями указанных в [3] и выражаемого условиями :

$$\frac{I_p}{K_T}, \text{ А} \geq I_{\text{ном.сч}} \cdot 0.4, \text{ А}, \quad (1.28)$$

$$\frac{I_p \cdot 0.15}{K_T}, \text{ А} \geq I_{\text{ном.сч}} \cdot 0.05, \text{ А}, \quad (1.29)$$

где  $K_T$  — коэффициент трансформации ТТ.

Выбираем трансформатор тока марки «ТТ-0,66 200\5», коэффициент трансформации которого составит  $200/5 = 40$ . Производим проверку выбранного трансформатора тока по условиям (1.28) и (1.29) :

$$\frac{191.6}{40} \text{ А} \geq 5 \cdot 0.4 \text{ А},$$

$$\frac{191.6 \cdot 0.15}{40} \text{ А} \geq 5 \cdot 0.05 \text{ А}.$$

Условия выполняются. Принимаем к установке электросчетчик «ОТАН САР4У-Э712 5А» и трансформатор тока «ТТ-0,66 200\5».

Выбор оборудования распределительной панели ВРУ. Проектом предусматриваем питание магистральных линии С1 и С2 данной панелью распределения электроэнергии. Для защиты магистральных питающих линии, предусматриваем установку автоматических выключателей.

Выбор автоматических выключателей для защиты магистральных линии С1 и С2 ( $I_p = 66.1 \text{ А}$ ,  $I_{\text{д.доп}} = 95 \text{ А}$ ,  $U_{\text{сети}} = 380 \text{ В}$ ) Выбираем автоматический

выключатель марки «ВА 88-32 (3ф) 80А» ( $I_{\text{ном.т}} = 80 \text{ А}$ ,  $I_{\text{ном.э}} = 800 \text{ А}$ ).  
производим проверку по условиям (1.24), (1.25) и (1.27):

$$400 \text{ В} \geq 380 \text{ В},$$

$$80 \text{ А} \geq 1.1 \cdot 66.1 \text{ А},$$

$$95 \text{ А} \geq 80 \text{ А}.$$

Условия выполняются. Утверждаем установку выбранных выключателей марки «ВА 88-32 (3ф) 80А».

Выбор оборудования хозяйственной панели ВРУ. Для защиты хозяйственной панели и возможности отключения панели в случае возникновения коротких замыканий и перенапряжений планируем установку вводного автоматического выключателя. Выбор выключателя осуществляется по величине общего расчетного тока хозяйственной панели, который составляет  $I_p = 40 \text{ А}$ . Выбираем выключатель «ВА 88-32 (3ф) 50А» ( $I_{\text{ном.т}} = 50 \text{ А}$ ,  $I_{\text{ном.э}} = 500 \text{ А}$ ). Производим проверку по условиям (1.24), (1.25) :

$$400 \text{ В} \geq 380 \text{ В},$$

$$50 \text{ А} \geq 1.1 \cdot 40 \text{ А}.$$

Условия выполняются. Утверждаем установку выключателя марки «ВА 88-32 (3ф) 50А».

Также на хозяйственной панели устанавливаем счетчик для контроля расхода электроэнергии. Выбор счетчика осуществляется в зависимости от общего расчетного тока вводно-распределительного оборудования. Так как  $I_p = 40 \text{ А} < 100 \text{ А}$ , следовательно применяем непосредственное включение счетчика. Выбираем трехфазный счетчик ДАЛА САР4У-Э721 ТХ IP П RS

От хозяйственной панели ВРУ предусматриваем питание следующих линий: С3, С4, С5, С6, С7, С8, С9, С10, С15. Принимая во внимание характер нагрузки на данных линиях и необходимого множителя номинального тока в виде пускового коэффициента  $K_{\text{пуск}} = 7$ , к выбираем выключатели с времятоковой характеристикой «С».

Для защиты оборудования и линиях С3, С4, С5, С6, С7, С8 выбираем автоматические выключатели марки «ВА47-29 3Р 10 А» с времятоковой характеристикой «С», так как расчетный ток перечисленных линий не превышает 10 А. Производим проверку выбранного типа выключателя для наиболее нагруженной линии С3, по условиям (1.24), (1.25), (1.26) и (1.27):

$$400 \text{ В} \geq 380 \text{ В},$$

$$10 \text{ A} \geq 1.1 \cdot 3.65 \text{ A},$$

$$50 \text{ A} \geq 7 \cdot 3.65 \text{ A},$$

$$25 \text{ A} \geq 10 \text{ A}.$$

Условия выполняются. Утверждаем установку выключателей марки «ВА47-29 ЗР 10 А» с времятоковой характеристикой «С».

Для защиты оборудования и линии С15 выбираем автоматические выключатель марки «ВА47-29 ЗР 10 А» с времятоковой характеристикой «С». Производим проверку выбранного выключателя по условиям (1.24), (1.25) и (1.27):

$$400 \text{ В} \geq 380 \text{ В},$$

$$10 \text{ A} \geq 1.1 \cdot 4.5 \text{ A},$$

$$25 \text{ A} \geq 10 \text{ A}.$$

Условия выполняются. Утверждаем установку выбранного выключателя марки «ВА47-29 ЗР 10 А» с времятоковой характеристикой «С».

Для защиты оборудования и линиях С9 и С10 выбираем автоматические выключатель марки «ВА47-29 ЗР 25 А» с времятоковой характеристикой «С». Производим проверку выбранного выключателя по условиям (1.24), (1.25), (1.26) и (1.27):

$$400 \text{ В} \geq 380 \text{ В},$$

$$25 \text{ A} \geq 1.1 \cdot 14 \text{ A},$$

$$125 \text{ A} \geq 7 \cdot 14 \text{ A},$$

$$25 \text{ A} \geq 25 \text{ A}.$$

Условия выполняются. Утверждаем установку выбранного выключателя марки «ВА47-29 ЗР 25 А» с времятоковой характеристикой «С».

Однолинейная схема вводно-распределительного устройства проиллюстрирована на рисунке 5.

### **1.15 Выбор оборудования щита освещения общедомовых помещений**

Проектом предусматриваем установку щита освещения (ЩО). Проектом предусматривается питание от щита освещения следующих однофазных групповых линий освещения общедомовых помещений: Гр 1.1, Гр 1.2, Гр 1.3.

Выбираем двухполюсный автоматический выключатель марки «ВА47-29 2Р 10 А» с времятоковой характеристикой «В», так как ток на линиях не превышает 10 А. Производим проверку выбранного выключателя для наиболее нагруженной линии, по условиям (1.24), (1.25) и (1.27):

$$230 \text{ В} \geq 220 \text{ В},$$

$$10 \text{ А} \geq 1.1 \cdot 7.67 \text{ А},$$

$$25 \text{ А} \geq 10 \text{ А}.$$

Условия выполняются. Утверждаем установку выбранного выключателя марки «ВА47-29 2Р 10 А» с времятоковой характеристикой «В».

Однолинейная схема электрощита освещения проиллюстрирована на рисунке 6.

### **1.16 Выбор оборудования этажных и квартирных распределительных электрощитов**

Проектом предусматриваем установку этажного распределительного электрощита предназначенного для приема, а также распределения электрической энергии по потребителям жилого этажа. Подключение к магистральным линиям С1 и С2 проходящих в по стояковым каналам решено выполнить с использованием ответвительных сжимов. Благодаря установке данного щита обеспечиваем распределение и защиту от перегрузок и токов короткого замыкания линий питания квартирных электрощитов. Проектом предусматривается питание от данного электрощита следующих однофазных линий питания квартирных электрощитов: С11, С12, С13, С14.

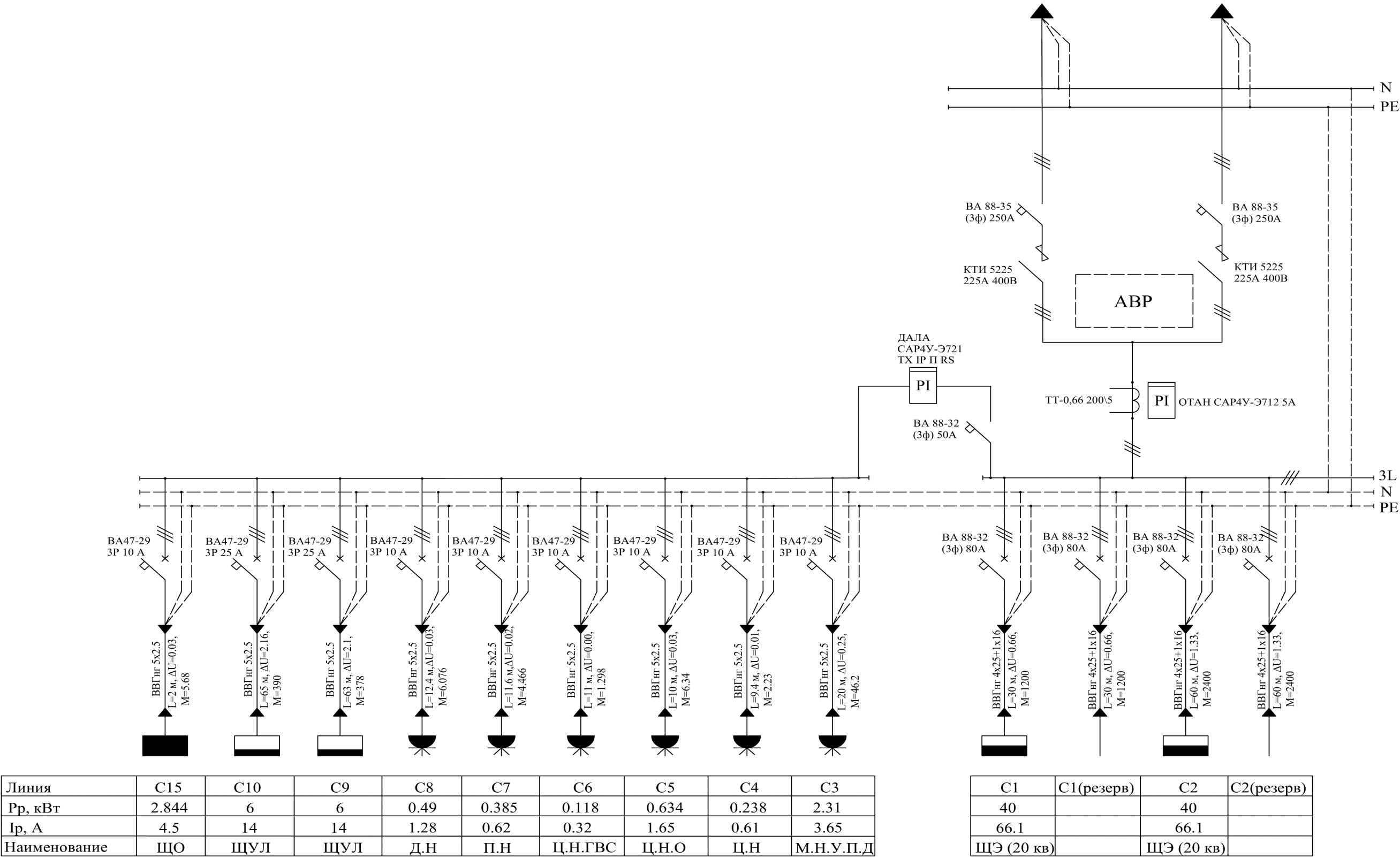
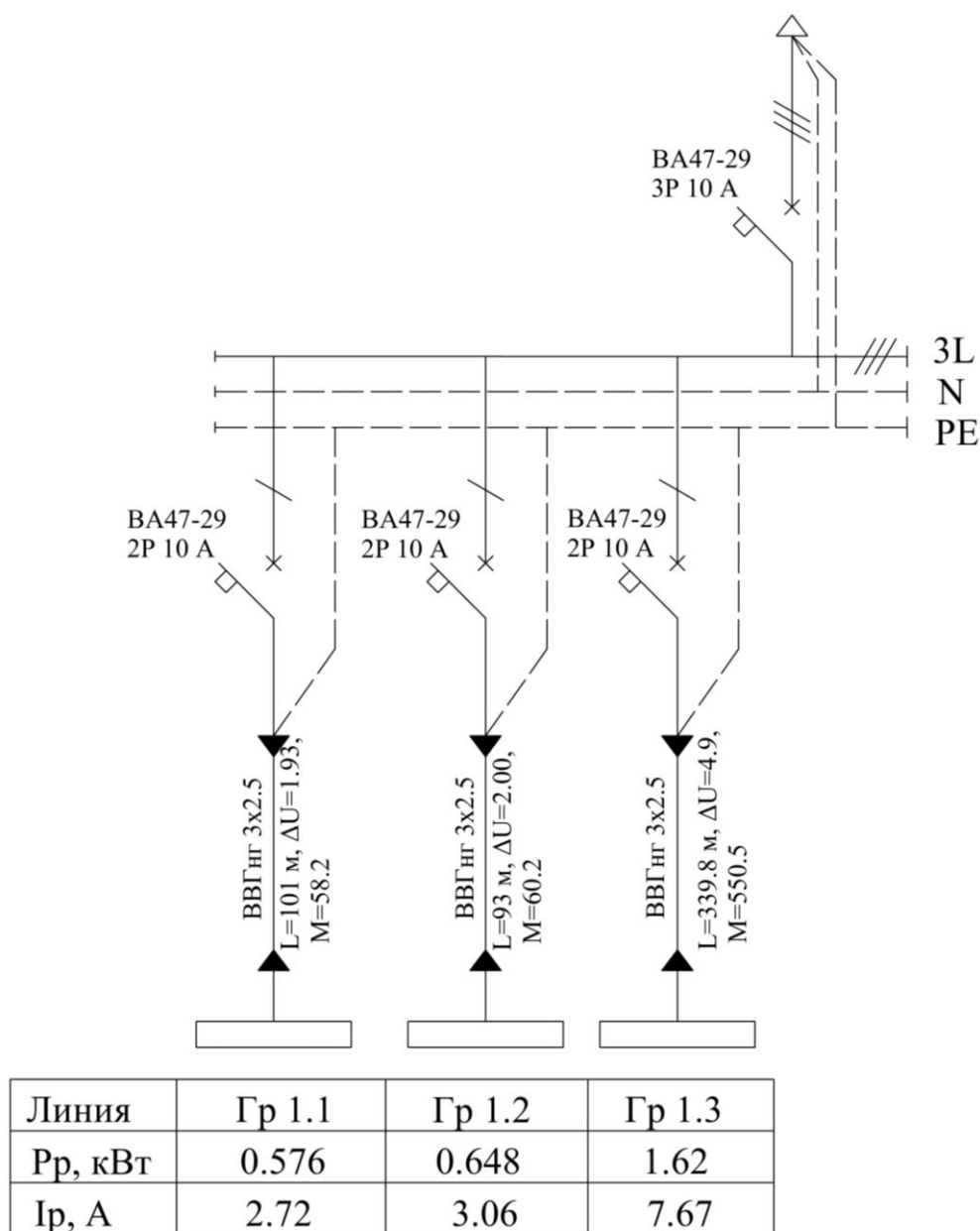


Рисунок 5 – Однолинейная схема вводно-распределительного устройства



**Рисунок 6 – Однолинейная схема электрощита освещения**

Для расчета и выбора защитных аппаратов устанавливаемых в этажных электрощитах, согласно [2], мощность каждой квартиры принимаем как для одной квартиры, т.е  $P_{кв} = 9$  кВт. Расчетный ток одной линии равен  $I_p = 44.5$  А. Выбираем автоматический выключатель марки «BA47-29 2P 50 А» с время токовой характеристикой типа «В».

Производим проверку выбранного выключателя для наиболее нагруженной линии, по условиям (1.24), (1.25) и (1.27):

$$230 \text{ В} \geq 220 \text{ В},$$

$$50 \text{ А} \geq 1.1 \cdot 44.5 \text{ А},$$

$$55 \text{ A} \geq 50 \text{ A}.$$

Условия выполняются. Утверждаем установку выбранного выключателя марки «ВА47-29 2Р 50 А» с времятоковой характеристикой «В».

Также на этажном электрощите устанавливаем счетчик для контроля расхода электроэнергии каждой квартиры. Выбор счетчика осуществляется в зависимости от расчетного тока квартиры. Так как  $I_p = 44.5 \text{ A} < 100 \text{ A}$ , следовательно применяем непосредственное включение счетчика. Выбираем трехфазный счетчик ОРМАН СО-Э711 ТХ Р PLC IP П RS. Согласно с [1], принимаем к дифференциальных выключателей на отходящей линии к квартире марки «ВД1-63 2Р 50 А 100 мА».

На типовом этаже расположены 4 квартиры. В каждой квартире устанавливаются квартирные электрощиты выполняющие функцию распределения электроэнергии по групповым линиям квартиры. В каждой квартире предусматривается 4 групповых линии питающих светильники и штепсельные розетки. В соответствии с [1], для защиты групповых линии штепсельных розеток принимаем к установке автоматические выключатели марки «ВА47-29 2Р 10 А» с время-токовой характеристикой типа «С». Так же, для защиты групповых линии освещения квартир выбираем выключатели марки «ВА47-29 2Р 16 А» с время-токовой характеристикой «С». Проектом предусмотрена установка на каждой групповой розеточной линии квартиры дифференциальных выключателей марки «ВД1-63 2Р 16А 30мА». Произвели проверку выбранного автоматического выключателя для наиболее нагруженной групповой линии освещения «Гр 3.3» по условиям (1.24), (1.25) и (1.27):

$$230 \text{ В} \geq 220 \text{ В},$$

$$16 \text{ А} \geq 1.1 \cdot 12.08 \text{ А},$$

$$25 \text{ А} \geq 16 \text{ А}.$$

Условия выполняются. Принимаем к установке для защиты групповых линии освещения автоматический выключатель марки «ВА47-29 2Р 16 А».

Произвели проверку выбранного выключателя для наиболее нагруженной групповой линии штепсельных розеток «Гр 2.4.1» по условиям (1.24), (1.25) и (1.27):

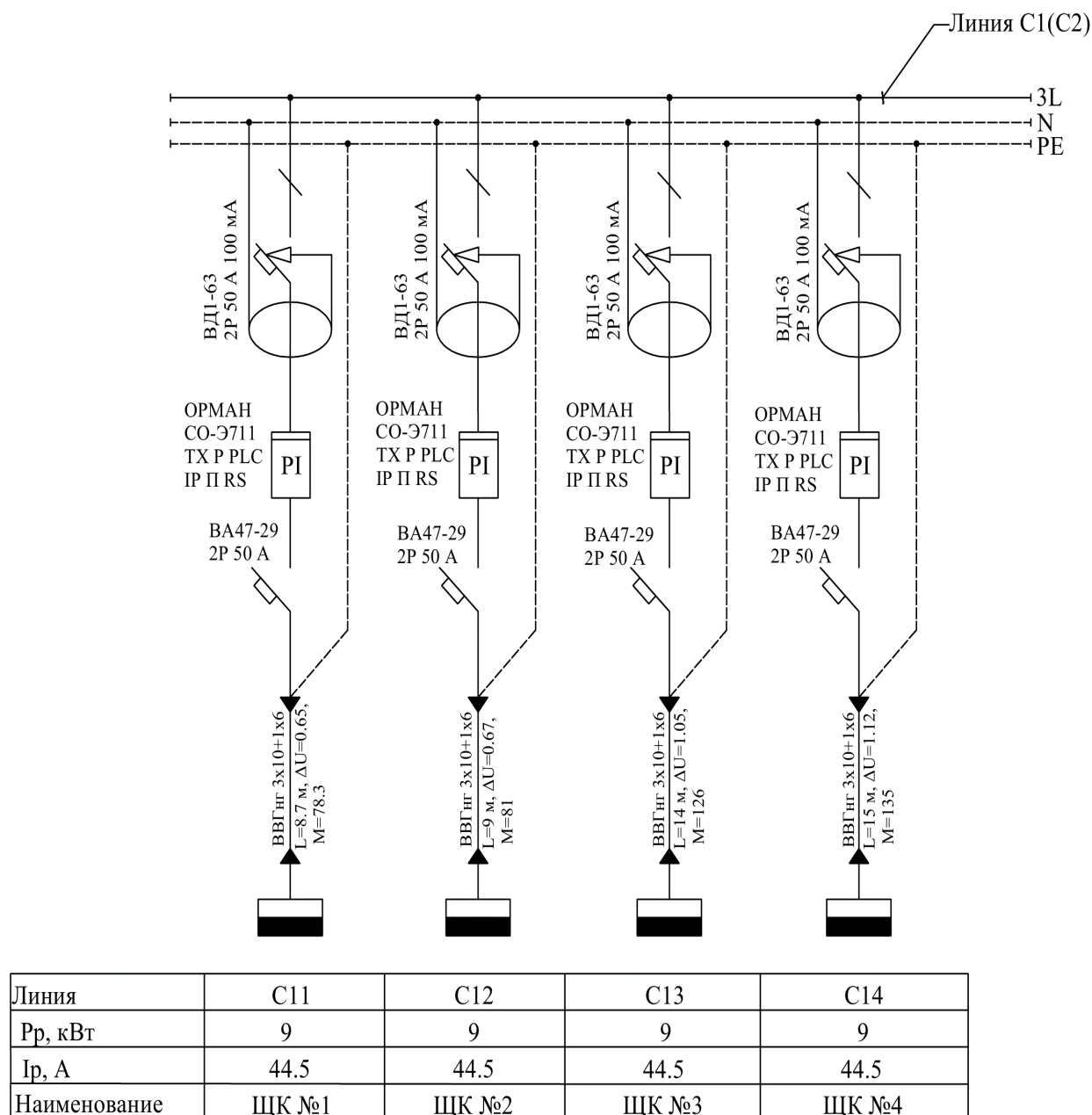
$$230 \text{ В} \geq 220 \text{ В},$$

$$10 \text{ А} \geq 1.1 \cdot 4.84 \text{ А},$$

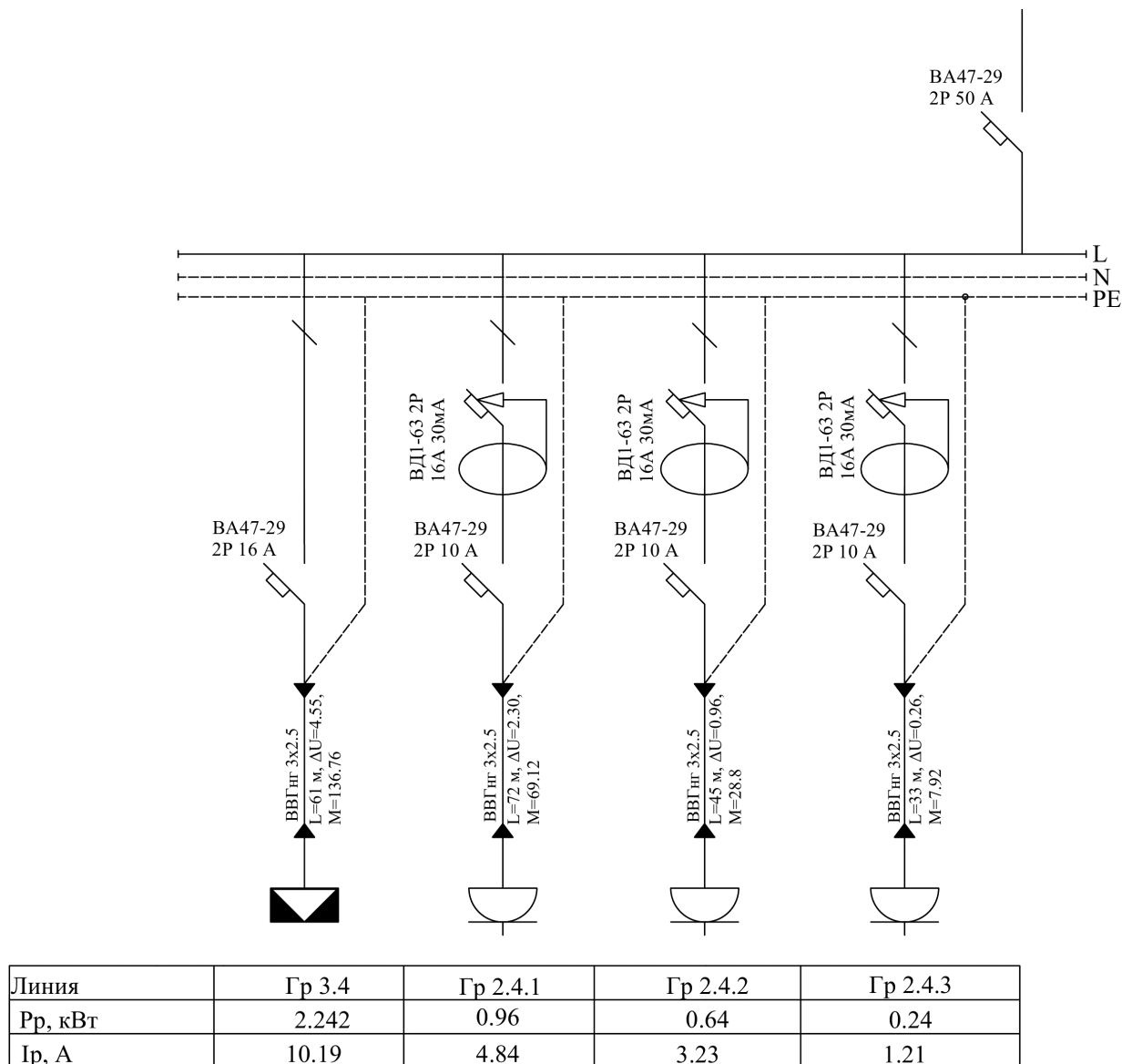
$$25 \text{ А} \geq 10 \text{ А}.$$

Условия выполняются. Принимаем к установке для защиты групповых линии освещения автоматический выключатель марки «BA47-29 2P 10 А».

Однолинейные схемы этажных и квартирных распределительных электрощитов проиллюстрированы на рисунках 7 и 8.



**Рисунок 7 – Однолинейная схема этажного распределительного электрощита**



**Рисунок 8 – Однолинейная схема распределительного электрощита 4 комнатной квартиры**

### 1.17 Расчет токов короткого замыкания

Расчет токов короткого замыкания производится в соответствии с требованиями [1] и [3]. Расчет произведен по методике изложенного в [10].

В соответствии с [3], в качестве расчетного вида КЗ принимаем:

- трехфазное КЗ;
- однофазное КЗ;

Расчет тока трехфазного КЗ, ведется по формуле:

$$I_{\text{кз}}^{(3)} = \frac{U_{\text{срНН}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{r_{\Sigma}^2 + x_{\Sigma}^2}}, \text{ кА.} \quad (1.30)$$

Расчет тока однофазного КЗ, ведется по формуле:

$$I_{\text{кз}}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{срНН}}}{\sqrt{(2r_{\Sigma} + r_{0\Sigma})^2 + (2x_{\Sigma} + x_{0\Sigma})^2}}, \text{ кА,} \quad (1.31)$$

где  $U_{\text{срНН}}$  – среднее напряжение сети;

$r_{\Sigma}, x_{\Sigma}, r_{0\Sigma}, x_{0\Sigma}$  – совокупность электросопротивлений прямого и обратного порядка соответственно до рассматриваемой точки КЗ, мОм;

Совокупность электросопротивлений прямого и обратного порядка до точки КЗ определяем по формулам:

$$r_{\Sigma} = r_{\text{т}} + r_{\text{ТА}} + r_{\text{КВ}} + r_{\text{к}} + r_{1\text{кб}} + r_{\text{д}}, \text{ мОм,} \quad (1.32)$$

$$x_{\Sigma} = x_{\text{т}} + x_{\text{ТА}} + x_{\text{КВ}} + x_{1\text{кб}}, \text{ мОм,} \quad (1.33)$$

$$r_{0\Sigma} = r_{0\text{т}} + r_{\text{ТА}} + r_{\text{КВ}} + r_{\text{к}} + r_{0\text{кб}} + r_{\text{д}}, \text{ мОм,} \quad (1.34)$$

$$x_{0\Sigma} = x_{0\text{т}} + x_{\text{ТА}} + x_{\text{КВ}} + x_{0\text{кб}}, \text{ мОм.} \quad (1.35)$$

где  $r_{\text{т}}, x_{\text{т}}$  – электросопротивления прямого порядка питающего силового трансформатора, мОм;

$r_{0\text{т}}, x_{0\text{т}}$  – электросопротивления обратного порядка питающего силового трансформатора, мОм;

$r_{\text{ТА}}, x_{\text{ТА}}$  – электросопротивления первичных обмоток ТТ, мОм;

$r_{\text{КВ}}, x_{\text{КВ}}$  – электросопротивления токовых катушек автоматических выключателей, мОм;

$r_{\text{к}}$  – электросопротивления контактов пускателей, мОм;

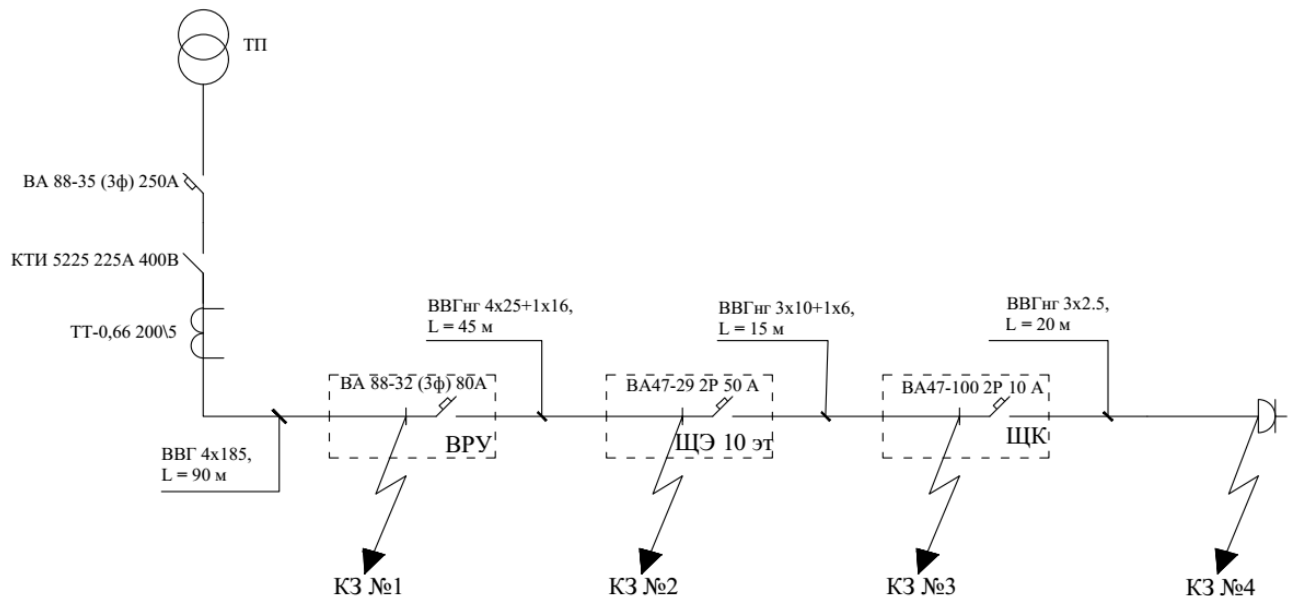
$r_{1\text{кб}}, x_{1\text{кб}}$  – электросопротивления прямого порядка кабельных линий, мОм;

$r_{0\text{кб}}, x_{0\text{кб}}$  – электросопротивления обратного порядка кабельных линий, мОм;

$r_{\text{д}}$  – электросопротивление дуги в точке КЗ, мОм.

При расчете значения короткого замыкания в сети 0.4 кВ, электросопротивления обратного порядка трансформаторов, принимаем равными электросопротивлениям прямого порядка.

Производим расчет токов короткого замыкания от ТП до самой удаленной штепсельной розетки магистральной линии С1. Схема к расчету представлена на рисунке 9.



**Рисунок 9 – Схема замещения расчетной линии**

Расчет тока КЗ в точке №1 ( $I_{кз1}$ ):

Компания застройщик заключила договор с энергосбытовой компанией о электроснабжении проектируемого жилого здания от трансформаторной подстанции, в которой установлено два трансформатора ТМ – 630/10, один из которых в горячем резерве. От шин 0.4 кВ напряжения трансформаторов по лучевой схеме протянуты кабели марки «ВВГ 4х185». Паспортные данные трансформатора сведены в таблицу 1.14.

**Таблица 1.14 - Параметры трансформатора ТМ-630/10**

| Тип       | $S_{нт}$ , кВА | $I_x$ , % | $U_{кз}$ , % | $\Delta P_{хх}$ , кВт | $\Delta P_{кз}$ , кВт |
|-----------|----------------|-----------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| ТМ-630/10 | 630            | 1.7       | 5.5          | 1.25                  | 7.6                   |

Определим активное и индуктивное электросопротивления прямого порядка понижающих трансформаторов :

$$r_T = \frac{P_{к.ном} U_{нн.ном}^2}{S_{т.ном}^2} \cdot 10^6, \text{ мОм}, \quad (1.36)$$

$$r_T = \frac{7.6 \cdot 0.4^2}{630^2} \cdot 10^6 = 3.06 \text{ мОм}.$$

$$x_T = \sqrt{u_K^2 - \left( \frac{100 \cdot P_{K.HOM}}{S_{T.HOM}} \right)^2} \cdot \frac{U_{HH.HOM}^2}{S_{T.HOM}} \cdot 10^4, \text{ мОм}, \quad (1.37)$$

$$x_T = \sqrt{5.5 - \left( \frac{100 \cdot 7.6}{630} \right)^2} \cdot \frac{0.4^2}{630} \cdot 10^4 = 13.63 \text{ мОм}.$$

Активное и индуктивное электросопротивления прямого и обратного порядка кабельной линии определяем по формулам:

$$r_{1\text{каб}} = r_{1y} \cdot L, \text{ мОм}, \quad (1.38)$$

$$x_{1\text{каб}} = x_{1y} \cdot L, \text{ мОм}, \quad (1.39)$$

$$r_{0\text{каб}} = r_{0y} \cdot L, \text{ мОм}, \quad (1.40)$$

$$x_{0\text{каб}} = x_{0y} \cdot L, \text{ мОм}. \quad (1.41)$$

Справочные данные электросопротивлений электрических оборудований и проводников 0.4 кВ сведены в таблицу 1.15.

**Таблица 1.15 – Справочные данные сопротивлений электрических оборудований и проводников 0.4 кВ**

| Наименования электрических оборудований и проводников | Активное и индуктивное сопротивление прямой последовательности<br>$r_1/x_1$ , мОм | Активное и индуктивное сопротивление обратной последовательности<br>$r_0/x_0$ , мОм |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ВА 88 – 35 (3ф) 250А, ( $r_{KE}, x_{KE}$ )            | 0.65/0.17                                                                         | -                                                                                   |
| КТИ 5225 225А 400В, ( $r_K$ )                         | 0.15/-                                                                            | -                                                                                   |
| ТТ-0.66 200/5, ( $r_{TA}, x_{TA}$ )                   | 0.11/0.17                                                                         | -                                                                                   |
| ВВГ 4х185, ( $r_y, x_y$ )                             | 0.115/0.069                                                                       | 0.37/0.27                                                                           |
| ВА 88-32 (3ф) 80А, ( $r_{KE}, x_{KE}$ )               | 2.15/1.2                                                                          | -                                                                                   |
| ВВГ 4х25 + 1х16, ( $r_y, x_y$ )                       | 0.3/0.73                                                                          | 1.63/0.91                                                                           |
| ВА47-29 2Р 50 А, ( $r_{KE}, x_{KE}$ )                 | 6.2/3.5                                                                           | -                                                                                   |
| ВВГнг 3х10+1х6, ( $r_y, x_y$ )                        | 3.54/0.094                                                                        | 4.07/1.69                                                                           |
| ВА47-29 2Р 10 А, ( $r_{KE}, x_{KE}$ )                 | 13.5/8.3                                                                          | -                                                                                   |
| ВВГнг 3х2.5, ( $r_y, x_y$ )                           | 8.5/0.12                                                                          | 2.4/1.8                                                                             |

Активное электросопротивление дуги короткого замыкания  $r_d = 7$  мОм. Расчетные данные сопротивлений кабельных линий сведены в таблицу 1.16.

**Таблица 1.16 – Расчетные данные сопротивлений кабельных линий 0.4 кВ**

| Наименования электрических проводников | Активное и индуктивное сопротивление прямой последовательности<br>$r_{1\text{каб}}/x_{1\text{каб}}, \text{ мОм}$ | Активное и индуктивное сопротивление обратной последовательности<br>$r_{0\text{каб}}/x_{0\text{каб}}, \text{ мОм}$ |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ВВГ 4x185, (L = 90м)                   | 10.35/6.21                                                                                                       | 33.3/24.33                                                                                                         |
| ВВГ 4x25 + 1x16, (L = 45м)             | 38.7/4                                                                                                           | 73.3/40.9                                                                                                          |
| ВВГнг 3x10+1x6, (L = 15м)              | 53.1/1.41                                                                                                        | 61/25.3                                                                                                            |
| ВВГнг 3x2.5, (L = 20м)                 | 170/2.4                                                                                                          | 186/36                                                                                                             |

Расчетные данные полных сопротивлений кабельных линий до точек КЗ сведены в таблицу 1.17.

**Таблица 1.17 – Расчетные данные полных сопротивлений 0.4 кВ до точек КЗ**

| Точки КЗ, № | Активное и индуктивное сопротивление прямой последовательности<br>$r_{\Sigma}/x_{\Sigma}, \text{ мОм}$ | Активное и индуктивное сопротивление обратной последовательности<br>$r_{0\Sigma}/x_{0\Sigma}, \text{ мОм}$ |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КЗ №1       | 21.32/20.18                                                                                            | -                                                                                                          |
| КЗ №2       | 69.2/25.4                                                                                              | -                                                                                                          |
| КЗ №3       | 121.5/30.3                                                                                             | 187/109.3                                                                                                  |
| КЗ №4       | 304.9/40.9                                                                                             | 386.5/153.57                                                                                               |

Ток КЗ №1 определяем по формуле (1.30):

$$I_{\text{кз1}} = \frac{400}{\sqrt{3}\sqrt{21.32^2 + 20.18^2}} = 7.8 \text{ кА}.$$

Уставка электромагнитного расцепителя для автоматического выключателя «ВА 88 – 35 (3ф) 250А» составляет  $I_{\text{ном.э}} = 2500 \text{ А}$ . Производим проверку отключающей способности автоматического выключателя по условию:

$$I_{\text{кз}} > I_{\text{ном.э}}, \quad (1.42)$$

$$7800 \text{ А} > 2500 \text{ А}.$$

Выключателем «ВА 88 – 35 (3ф) 250А» отключение аварийного участка в точке КЗ №1 обеспечивается.

Ток КЗ №2 определяем по формуле (1.30) :

$$I_{\text{кз1}} = \frac{0.4}{\sqrt{3}\sqrt{69.17^2 + 25.38^2}} = 3.13 \text{ кА}.$$

Уставка электромагнитного расцепителя для автоматического выключателя «ВА 88-32 (3ф) 80А» составляет  $I_{\text{ном.э}} = 800 \text{ А}$  . Производим проверку отключающей способности автоматического выключателя по условию (1.42) :

$$3130 \text{ А} > 800 \text{ А} .$$

Выключателем «ВА 88-32 (3ф) 80А» отключение аварийного участка в точке КЗ №2 обеспечивается.

Ток однофазного КЗ в точке КЗ №3 определяем по формуле (1.31) :

$$I_{\text{кз}}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 230}{\sqrt{(2 \cdot 121.47 + 187.02)^2 + (2 \cdot 30.29 + 109.27)^2}} = 0.861 \text{ кА}.$$

Уставка электромагнитного расцепителя для автоматического выключателя «ВА47-29 2Р 50 А» составляет  $I_{\text{ном.э}} = 500 \text{ А}$  . Производим проверку отключающей способности автоматического выключателя по условию (1.42) :

$$800 \text{ А} > 500 \text{ А} .$$

Выключателем «ВА47-29 2Р 50 А» отключение аварийного участка в точке КЗ №3 обеспечивается.

Ток однофазного КЗ в точке КЗ №4 определяем по формуле (1.31) :

$$I_{\text{кз}}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 230}{\sqrt{(2 \cdot 304.9 + 386.52)^2 + (2 \cdot 40.99 + 153.57)^2}} = 0.389 \text{ кА}.$$

Уставка электромагнитного расцепителя для автоматического выключателя «ВА47-29 2Р 10 А» составляет  $I_{\text{ном.э}} = 50 \text{ А}$  . Производим проверку отключающей способности автоматического выключателя по условию (1.42) :

$$389 \text{ А} > 30 \text{ А} .$$

Выключателем «ВА47-29 2Р 10 А» отключение аварийного участка в точке КЗ №4 обеспечивается. Токи уставок электромагнитных расцепителей всех выбранных автоматических выключателей обеспечивают защиту электрических сетей и электроприемников.

## **2 Экономическое обоснование проекта**

Одним из важных критериев оценки проектируемого объекта является его стоимость. Стоимость данного проекта определяется капитальными вложением которое рассчитывается как сумма ценовых предложений принятых на установку тех или иных электрооборудований и кабельной продукции.

Капитальное вложение представляет собой оценочную стоимость проекта, определяющее его перспективу на строительство и дельнейшую рентабельность. Проектировщик во многом скован выделенным бюджетом на строительство, и исходя из этого на стадии проектирования ведется выбор наиболее подходящего оборудования из соотношения цена-качество. Учитывая упомянутый факт, выбор самого дорогого оборудования не является лучшим выбором.

С помощью определения капитальных вложений, выводят окончательную сметную документацию проекта. Сметная документация выполняется в обязательном образом, и представляет собой совокупную стоимость строительства. В сметную документацию входит расчет денежных вложений на трудозатраты и оплату труда строителей и другого персонала принимающего участие в разработке а так же строительстве проекта.

На данный момент существует достаточное количество предприятий выполняющих поставку той или иной аппаратуры. Данный факт обуславливает отличный выбор ценовых предложений, что ведет к естественному удешевлению выбранных устройств путем выбора наилучшего предложения в соотношений цена-качество.

В составленной технической спецификации указаны наименования организации поставляющих выбранную продукцию, марка выбранных аппаратов и установок, ценовое предложение и итоговые капитальные вложения на покупку основных электрооборудований и установок. В техническую спецификацию не включены стоимости установочной продукции, так как выбор и установка данной продукции предоставляется владельцу жилплощади.

Требуемая информация для составления технической спецификации электрооборудования данного проекта была получена из официальных каталогов указанных поставщиков.

Расчет капитальных вложений данного проекта сведен в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Техническая спецификация проекта

| Наименование оборудования и материалов           | Марка, обозначение оборудования и материалов | Поставщик               | Ед.изм-я | Кол-во | Цена единицы с учетом НДС, тг | Цена за партию, тг |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|----------|--------|-------------------------------|--------------------|
| Вводная панель ВРУ                               | Инд.заказ                                    |                         |          |        |                               |                    |
| Автоматические выключатели                       | ВА 88-35 (3ф) 250А                           | ТОО «ТД ИЭК.КАЗ»        | шт       | 2      | 64804                         | 129608             |
| Электромагнитные контакторы                      | КТИ 5225 225А 400В                           | ТОО «ТД ИЭК.КАЗ»        | шт       | 2      | 67228                         | 134456             |
| Многотарифный трехфазный счетчик                 | ОТАН САР4У-Э712 5А                           | ТОО «Корпорация Сайман» | шт       | 1      | 64800                         | 64800              |
| Трансформатор тока                               | ТТ-0,66 200\5                                | ТОО "Светотехника - 1"  | шт       | 1      | 2884                          | 2884               |
| Распределительная панель                         | Инд.заказ                                    |                         |          |        |                               |                    |
| Автоматические выключатели                       | ВА 88-32 (3ф) 80А                            | ТОО «ТД ИЭК.КАЗ»        | шт       | 4      | 17766                         | 71064              |
| Хозяйственная панель                             | Инд.заказ                                    |                         |          |        |                               |                    |
| Автоматические выключатели                       | ВА 88-32 (3ф) 50А                            | ТОО «ТД ИЭК.КАЗ»        | шт       | 1      | 17766                         | 17766              |
| Многотарифный трехфазный счетчик                 | ДАЛА САР4У-Э721 ТХ IP II RS                  | ТОО «Корпорация Сайман» | шт       | 1      | 22200                         | 22200              |
| Автоматические выключатели с характеристикой «С» | ВА47-29 3Р 10 А                              | ТОО «ТД ИЭК.КАЗ»        | шт       | 7      | 2096                          | 14672              |
| Автоматические выключатели с характеристикой «С» | ВА47-29 3Р 25 А                              | ТОО «ТД ИЭК.КАЗ»        | шт       | 2      | 2154                          | 4308               |
| Щит освещения                                    | Инд.заказ                                    |                         |          |        |                               |                    |
| Автоматические выключатели с характеристикой «В» | ВА47-29 2Р 10 А»                             | ТОО «ТД ИЭК.КАЗ»        | шт       | 3      | 1622                          | 4866               |
| Этажные распределительные электрощиты            | ЩЭ 4 (1000x960x155)                          | ТОО «ТД ИЭК.КАЗ»        | шт       | 10     | 29080                         | 290080             |
| Автоматические выключатели с характеристикой «С» | ВА47-29 2Р 50 А                              | ТОО «ТД ИЭК.КАЗ»        | шт       | 40     | 2032                          | 81280              |
| Многотарифный однофазный счетчик                 | ОРМАН СО-Э711 ТХ Р PLC IP II RS              | ТОО «Корпорация Сайман» | шт       | 40     | 27600                         | 1104000            |

Продолжение таблицы 2.1

|                                                  |                             |                                |    |           |       |         |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----|-----------|-------|---------|
| УЗО                                              | ВД1-63 2Р 50 А 100 мА       | ТОО «ТД ИЭК КАЗ»               | шт | 40        | 8126  | 325040  |
| Квартирные электрощиты                           | ЩРВ-П 8 IP41                | ТОО «ТД ИЭК КАЗ»               | шт | 40        | 2270  | 90800   |
| Автоматические выключатели с характеристикой «С» | ВА47-29 2Р 10 А             | ТОО «ТД ИЭК КАЗ»               | шт | 120       | 1140  | 136800  |
| Автоматические выключатели с характеристикой «С» | ВА47-29 2Р 16 А             | ТОО «ТД ИЭК КАЗ»               | шт | 40        | 1030  | 41200   |
| УЗО                                              | ВД1-63 2Р 16А 30мА          | ТОО «ТД ИЭК КАЗ»               | шт | 120       | 5554  | 666480  |
| Кабель силовой сечением:                         |                             |                                |    |           |       |         |
| 4x25+1x16                                        | ВВГнг-0.66                  | ООО "РТК "Новые Технологии"    | м  | 120       | 11.55 | 1386    |
| 5x2.5                                            | ВВГнг-0.66                  | ООО "РТК "Новые Технологии"    | м  | 203       | 504.4 | 102393  |
| 3x10+1x6                                         | ВВГнг-0.66                  | ООО "РТК "Новые Технологии"    | м  | 467       | 11.55 | 5393.85 |
| 3x2.5                                            | ВВГнг-0.66                  | ООО "РТК "Новые Технологии"    | м  | 1207<br>2 | 11.55 | 139431  |
| 4x185                                            | ВВГнг-0.66                  | ООО "РТК "Новые Технологии"    | м  | 90        | 15580 | 1402171 |
| Светильники люминесцентные                       | ARCTIC 218 (SAN/SMC) HF ES1 | ООО «МГК «Световые Технологии» | шт | 68        | 17500 | 1190000 |
| Светильники люминесцентные                       | AOT.OPL 118 HF              | ООО «МГК «Световые Технологии» | шт | 90        | 25815 | 2323350 |
| Итого                                            |                             |                                |    |           |       | 8366429 |

### 3 Электробезопасность

#### 3.1 Система заземления

Для обеспечения защитного заземления все металлические нетоковедущие компоненты электрического оборудования должны быть подключены к защитному проводнику РЕ. Принятые к установке штепсельные розетки имеют защитный контакт, который соединен с защитным проводником РЕ питающего кабеля. В электрощитах предусматривается установка отдельных шин заземления РЕ и шин нулевого рабочего проводника.

Электроснабжение здания осуществляется системой TN-C-S, что подразумевает повторное заземление на проектируемом объекте. Повторное заземление решено выполнить горизонтальными заземлителями прокладываемых по периметру здания на уровне 60 см ниже уровня земли и на расстоянии 2 м от фундамента. Выбираем в качестве горизонтального заземлителя стальные полосы сечением 40х4 мм.

Согласно с [3], сопротивление заземляющего устройства регламентируется и для не производственных объектов должно составлять не более 4 Ом.

Удельное сопротивление грунта определяем по формуле:

$$\rho_{\text{гр}} = K_{\text{сез}} \cdot \rho, \quad (3.1)$$

где  $K_{\text{сез}}$  – сезонный коэффициент принимаемый равным  $K_{\text{сез}} = 2.3$ ;

$\rho$  – удельное сопротивление грунта, принимаемое для III климатической зоны равной  $\rho = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ;

$$\rho_{\text{гр}} = 2.3 \cdot 100 = 230 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Определяем сопротивление горизонтального заземлителя по формуле :

$$R_3 = \frac{0.4 \cdot \rho_{\text{гр}}}{L_{\text{п}}} \cdot \lg \frac{2 \cdot L_{\text{п}}^2}{b \cdot t}, \quad (3.2)$$

где  $L_{\text{п}}$  – длина полосы 118.64 м;

$b$  – ширина полосы, м;

$t$  – уровень прокладывания электрода, м;

$\rho_{\text{гр}}$  – расчетное удельное сопротивление грунта;

$$R_3 = \frac{0.4 \cdot 230}{118.64} \cdot \lg \frac{2 \cdot 118.64^2}{0.4 \cdot 0.6} = 3.85 \text{ Ом}.$$

$R_3 = 3.85 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$ , выбранное заземляющее устройство соответствует требованиям ПУЭ.

### 3.2 Общие меры безопасности

Электрический ток – это источник повышенной опасности, так как его невозможно определить не имея соответствующей аппаратуры. В целях предотвращения поражения электрическим током требуется, обеспечить правильные условия эксплуатации электрооборудования путем исключения возможности случайного или косвенного прикосновения человеком токоведущих частей. В связи с этим, электрооборудования устанавливаются на высоте недоступной для человека без соответствующего приспособления и ограничивают доступ к токоведущим частям.

Электрощиты устанавливаются в специально отведенных помещениях и выполняются в виде запираемых шкафов, корпус которых покрыт специализированным диэлектрическим покрытием. Электрические контакты электроприемников и других коммутационных аппаратов должны выполняться закрытыми от случайных прикосновений.

Ремонтные работы должны выполняться в соответствии с правилами изложенных в [3] сотрудниками с соответствующей квалификацией. Согласно с [3], для обеспечения безопасной работы персонала, предусмотрены следующие технологические меры:

- ограниченный доступ к токоведущим частям;
- применение механических и электрических блокировок;
- заземление и зануление корпусов электрических установок;
- использование предупредительной сигнализации;
- использование всевозможных средств защиты;
- соблюдение правил безопасности труда.

Во время подготовки рабочего места вместе с отключением питания ремонтируемого участка, должны быть выполнены следующие меры:

- выполнены все меры по недопущению непроизвольного включения ремонтируемого оборудования или отрезка сети;
- на механических и автоматических блокировках коммутационных аппаратов вывешены предупреждающие и запрещающие замыкать контакты данных аппаратов плакаты, приводящих к появлению напряжения на ремонтируемом участке;
- произведена проверка на предмет отсутствия напряжения на концах ремонтируемого участка цепи или оборудования;
- ремонтируемый участок заземлен.

Мероприятия по организации безопасности работ в электроустановках:

- назначение работ нарядом, перечнем работ или распоряжением, в порядке текущей эксплуатации;
- надзор за выполняемыми работами на электроустановках.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В период урбанизации населения появляется необходимость в развитии отрасли строительства многоэтажных жилых зданий и методов проектирования систем электроснабжения. Наблюдается усложнение систем электроснабжения, в следствии внедрения автоматизированных систем и увеличении номенклатуры используемых электрооборудований, чем обуславливается актуальность изучения темы проектирования системы электроснабжения жилого здания.

В данной дипломной работе нами был выполнен проект системы электроснабжения жилого комплекса. Разработка проекта велась в 3 этапа:

- предварительное проектирование;
- разработка технического задания;
- эскизное проектирование.

На этапе предварительного проектирования нами были изучены типовые проекты систем электроснабжения жилых зданий и требования нормативно-технических документов в области градостроительства. Далее мы произвели анализ изученного материала и приступили к разработке технического задания. На этапе разработки технического задания мы составили исходные данные к проектированию и задачи данного проекта. Поставленными перед нами задачами стали:

- расчет нагрузок жилого здания;
- выбор оптимального электрооборудования;
- построение схем электроснабжения;
- определение капитальных вложений проекта;
- составление мер общей безопасности эксплуатации системы.

На этапе эскизного проектирования нами была составлена пояснительная записка, где мы выполнили все поставленные перед нами задачи на этапе разработки технического задания.

В процессе выполнения дипломной работы были определены следующие трудности в области проектирования систем электроснабжения жилых зданий с которыми мы столкнулись:

- недостаточность специализированной технической литературы в области современного электроснабжения и электрооборудования жилых и общественных зданий;
- соблюдение большого количества требований нормативно-технических документов;
- объем производимых расчетов при проектировании жилых зданий сравнительно больше, чем для производственных объектов.

Перечисленные трудности безусловно обуславливают сложность проектирования систем электроснабжения жилых зданий. Имеющаяся на данный момент техническая литература по этой теме, во многом издана в советский период, чем объясняется ее не соответствие современным

требованиям. На наш взгляд существует острая необходимость издания специализированной литературы посвященных на данную тему, отвечающих всем требованиям и нынешним реалиям. Это позволило бы существенно облегчить процесс обучения и подготовки специалистов в отрасли проектирования электроснабжения жилых и общественных зданий.

Подводя итоги можно отметить, что данная тема является уникальной, так как процесс выполнения дипломной работы, был тесно связан с обработкой большого количества информации о международных стандартах и нормативов, соблюдение которых является обязательным требованием. Изучение нормативно-технических документов и работа со справочной литературой и стандартами является частью процесса выполнения непосредственных обязанностей, с которыми сталкивается каждый инженер.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Свод правил Республики Казахстан: СП РК 4.04-106-2013. Электрооборудование жилых и общественных зданий: нормативно технический материал. – Астана: АО «КазНИИСА», 2015. – 119 с.

2 Свод правил Республики Казахстан: СП РК 4.04-103-2013. Правила расчета электрических нагрузок городских квартир и коттеджей повышенной комфортности: нормативно технический материал. – Астана: АО «КазНИИСА», 2015. – 20 с.

3 Правила устройства электроустановок РК. - Алматы: Бастау, Казэнергонадзор, 2008. - 588с.

4 Цигельман И.Е. Электроснабжение гражданских зданий и коммунальных предприятий: Учеб. для электромеханич. спец. техникумов. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Высш. шк. 1988. – 319 с.

5 Г.В. Мирер, И.К. Тульчин, Г.С. Гринберг, В.Н. Смирнов. Электрические сети жилых зданий. – Москва: Энергия, 1974. – 264 с.

6 Маньков В.Д. Основы проектирования систем электроснабжения. Справочное пособие. – Санкт-Петербург: НОУ ДПО «УМИТЦ «Электро Сервис», 2010. – 664 с.

7 Киреева Э.А., Цырук С.А. Электроснабжение жилых и общественных зданий – Москва: НТФ «Энергопрогресс», 2005. – 96 с.

8 Дремяцкий Н.Г. Справочник проектировщика-электрика жилых и гражданских зданий. Москва: Энергия, 1978г.-247 с.

9 Свод правил Республики Казахстан: СП РК 3.02-101-2012. Здания жилые многоквартирные: нормативно технический материал. – Астана: АО «КазНИИСА», 2015. – 66 с.

10 ГОСТ 28249-93. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ.

## Приложение А

**Таблица А.1 – Значения наименьшей освещенности и плоскости нормирования**

| Наименования помещений                           | Наименьшая освещенность, при люминесцентных лампах ( $E_n$ ), лк | Плоскость нормирования: (Г-горизонтальная) высота плоскости над полом, м |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Жилые комнаты                                    | 100                                                              | Г; 0.8                                                                   |
| Кухни                                            | 100                                                              | Г; 0.8                                                                   |
| Санитарные узлы:                                 | 75                                                               | В; 0.8                                                                   |
| Лестницы, поэтажные коридоры                     | 100                                                              | Площадки и ступени лестниц, пол коридоров                                |
| Тепловые пункты, насосные, <u>электрошитовые</u> | 75                                                               | Пол                                                                      |
| Подвал                                           | 30                                                               | Пол                                                                      |
| Хоз. <u>кладовая</u>                             | 75                                                               | Г; 0.8                                                                   |

**Таблица А.2 – Минимально допустимая степень защиты светильников**

| Минимально допустимая степень защиты светильников | Тип источника света | Условия среды |         |       |             |                    |         |        |
|---------------------------------------------------|---------------------|---------------|---------|-------|-------------|--------------------|---------|--------|
|                                                   |                     | Нормальные    | Влажные | Сырые | Особо сырые | Химически активные | Пыльные | Жаркие |
| 1                                                 | 2                   | 3             | 4       | 5     | 6           | 7                  | 8       | 9      |
| 1. IP20                                           | ЛЛ                  | +             | *       | -     | -           | -                  | *       | +      |
| 2. IP20                                           | ГЛВД                | +             | *       | *     | -           | -                  | *       | +      |
| 3. IP23                                           | ЛЛ, ГЛВД            | (-)           | +       | *     | *           | *                  | *       | *      |
| 4. IP23                                           | ЛЛ                  | +             | *       | (-)   | -           | -                  | -       | *      |
| 5. IP23                                           | ГЛВД                | +             | *       | (-)   | -           | -                  | -       | *      |
| 6. IP23                                           | ГЛВД                | (-)           | (-)     | *     | -           | *                  | +       | +      |
| 7. IP23                                           | ГЛВД                | (-)           | (-)     | *     | *           | *                  | +       | *      |
| 8. IP51                                           | ЛЛ                  | (-)           | (-)     | +     | +           | +                  | +       | +      |
| 9. IP53                                           | ГЛВД                | (-)           | (-)     | +     | +           | +                  | +       | *      |
| 10. IP54                                          | ЛЛ                  | (-)           | (-)     | +     | +           | +                  | +       | *      |
| 11. P54                                           | ГЛВД                | (-)           | (-)     | +     | +           | +                  | +       | *      |

## Продолжение приложения А

**Таблица А.3 – Паспортные данные светильников**

| Параметры                           | Марка светильника              |                   |
|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------|
|                                     | ARCTIC 218<br>(SAN/SMC) HF ES1 | ALS.OPL 136<br>HF |
| Длина, $l_a$ , м                    | 0.671                          | 1.270             |
| Ширина, $l_b$ , м                   | 0.096                          | 0.106             |
| Высота, $l_c$ , м                   | 0.110                          | 0.085             |
| Тип ИС                              | ЛЛ                             | ЛЛ                |
| Цоколь                              | G13                            | G13               |
| Количество ламп                     | 1                              | 1                 |
| Мощность светильника, Вт            | 18                             | 18                |
| Балласт                             | ЭПРА                           | ЭПРА              |
| Коэффициент мощности ( $\cos\phi$ ) | >0.96                          | >0.96             |
| Напряжение, В                       | 230                            | 230               |
| Класс защиты от поражения током     | I                              | I                 |
| Климатическое исполнение            | УХЛ2                           | УХЛ4              |
| Класс пожароопасности               | П-П                            | -                 |
| Коэффициент пульсации               | <5%                            | <5%               |
| Степень защиты(IP)                  | IP65                           | IP54              |
| Класс энергоэффективности           | A                              | A                 |
| Блок аварийного питания             | Нет                            | Нет               |
| КПД( $\eta$ ), %                    | 70                             | 65                |
| Тип КСС                             | Г                              | Д                 |
| Световой поток                      | 1200                           | 1200              |

## Приложение Б

**Таблица Б.1 - Величины мощностей отдельных электроприемников и расчетных коэффициентов**

| Наименования электроприемников                                                                        | Номинальная или установленная мощность          | Расчетные коэффициенты |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
|                                                                                                       |                                                 | спроса $K_c$           | использования $K_{и}$ |
| Освещение гостиных                                                                                    | От 35 Вт/м <sup>2</sup> до 40 Вт/м <sup>2</sup> | 0.8                    | 0.8                   |
| Освещение жилых комнат и спален                                                                       | От 25 Вт/м <sup>2</sup> до 30 Вт/м <sup>2</sup> | 0.6                    | 0.6                   |
| Освещение кухонь                                                                                      | От 25 Вт/м <sup>2</sup> до 30 Вт/м <sup>2</sup> | 1.0                    | 0.8                   |
| Освещение холлов, коридоров и т.п.                                                                    | От 20 Вт/м <sup>2</sup> до 25 Вт/м <sup>2</sup> | 0.8                    | —                     |
| Розеточная сеть (телерадиоаппаратура, холодильники, пылесосы, утюги, торшеры, настольные лампы и пр.) | 100 Вт/розетка                                  | —                      | От 0.7 до 1.0         |

**Таблица Б.2 - Паспортные данные электроприводов насосного оборудования и принятых лифтовых установок**

| № | Наименование ЭП                                                     | n | P <sub>н</sub> , кВт | I <sub>н</sub> , А | K <sub>c</sub> | Cosφ |
|---|---------------------------------------------------------------------|---|----------------------|--------------------|----------------|------|
| 1 | Многонасосная установка повышения давления (2рабочих, 1 резервный). | 3 | 1.1                  | 5.2                | 0.7            | 0.96 |
| 2 | Циркуляционный насос                                                | 1 | 0.34                 | 1.5                | 0.7            | 0.59 |
| 3 | Циркуляционный насос отопления                                      | 1 | 0.906                | 4.1                | 0.7            | 0.58 |
| 4 | Циркуляционный насос ГВС                                            | 1 | 0.169                | 0.8                | 0.7            | 0.55 |
| 5 | Подпиточный насос                                                   | 1 | 0.55                 | 0.9                | 0.7            | 0.93 |
| 6 | Дренажный насос                                                     | 1 | 0.7                  | 3.2                | 0.7            | 0.57 |
| 7 | Лифтовая установка                                                  | 2 | 7.5                  | 36                 | 0.8            | 0.65 |

## Приложение В

**Таблица В.1 – Расчетные удельные электрические нагрузки городских квартир повышенной комфортности**

| Уровень электрофикации квартиры                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Значение расчетной удельной электрической нагрузки кВт/квартира при общем количестве квартир в жилом доме |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1                                                                                                         | 3     | 6    | 9    | 12   | 15   | 18   | 24   | 40   | 60   | 100  | 200  | 400  | 600  | 1000        |
| В домах с плитами на природном газе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 9.00                                                                                                      | 6.33  | 5.29 | 4.36 | 3.72 | 3.26 | 2.94 | 2.51 | 2.00 | 1.78 | 1.62 | 1.47 | 1.24 | 1.08 | 0.99        |
| В домах с электроплитами мощностью до 10.5 кВт включительно                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 16.00                                                                                                     | 13.05 | 8.34 | 6.41 | 5.39 | 4.77 | 4.36 | 3.83 | 3.18 | 2.83 | 2.51 | 2.16 | 1.88 | 1.77 | <b>1.76</b> |
| <p><b>ПРИМЕЧАНИЕ 1</b> Для выбора приборов учета и аппаратов защиты на вводе квартиры следует принимать удельную нагрузку одной квартиры.</p> <p><b>ПРИМЕЧАНИЕ 2</b> Расчетные удельные электрические нагрузки для количества жилищ не указанного в таблице, определяют интерполяцией.</p> <p><b>ПРИМЕЧАНИЕ 3</b> Расчетные удельные электрические нагрузки не учитывают общедомовую силовую нагрузку, осветительную и силовую нагрузки встроенных (пристроенных) помещений общественного назначения, нагрузку рекламы, применение в квартирах полного электроотопления и электроподогрева воды, а также нагрузку противообледенительной системы кровли крыши на основе нагревательных кабелей.</p> |                                                                                                           |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |             |

