

Аннотация

В выпускной квалификационной работе выполнена реконструкция электроснабжения административного здания, расположенного в Самарской области города Жигулевск.

Цель работы - обеспечение безаварийной и бесперебойной работы электроприборов в здании.

Для выполнения цели необходимо выполнить следующие действия:

- проанализировать схему электроснабжения здания;
- разработать проект по реконструкции электроснабжения здания;
- описать организационно-технологических мероприятий;
- оценить безопасность данного объекта;
- экономически подойти к вопросам по реконструкции.

Объект работы – административное здание г. Жигулевска.

Предмет работы – электрооборудование и электрохозяйство административного здания г. Жигулевска.

На основе изучения системы электроснабжения административного здания разработаны процедуры по реконструкции электроснабжения. Выполнен анализ и технико-экономическое обоснование технических решений, принятых в ходе реконструкции электроснабжения здания путем необходимых расчетов; выполнен выбор трансформатора и кабелей; реализован расчет экономической результативности проекта.

Расчетно-пояснительная записка выполнена на 55 страницах. Графическая часть работы выполнена на 6 листах формата А1.

Abstract

In final qualification work reconstruction of power supply of the office building located in the Samara region the cities of Zhigulyovsk is executed.

The work purpose - ensuring trouble-free and trouble-free operation of electric devices in the building.

For performance of the purpose, it is necessary to perform the following operations:

- to analyze the scheme of power supply of the building;
- to develop the project on reconstruction of power supply of the building;
- to describe organizational and technological actions;
- to estimate safety of this object;
- to approach economically questions on reconstruction.

Object of work – the office building of Zhigulyovsk.

Work subject – electric equipment and electrical facilities of the office building of Zhigulyovsk.

On the basis of studying of system of power supply of the office building procedures for power supply reconstruction are developed. The analysis and the feasibility study on the technical solutions made during reconstruction of power supply of the building by necessary calculations is made; the choice of the transformer and cables is executed; calculation of economic effectiveness of the project is realized.

The settlement explanatory note is executed on 55 pages. A graphic part of work is executed on 6 sheets of the A1 format.

Содержание

Введение	5
1 Анализ существующей схемы электроснабжения административного здания и разработка мероприятий по реконструкции электрооборудования и электрохозяйства административного здания	6
2 Расчет освещения здания	8
3 Расчет осветительной нагрузки	27
4 Расчет электрической нагрузки помещения	30
5 Выбор количества, типа и мощности силового трансформатора с учетом компенсации реактивной мощности	33
6 Выбор электрических аппаратов электрооборудования административного здания	38
7 Расчет токов короткого замыкания (КЗ)	41
8 Проверка электрических аппаратов и проводников	45
9 Расчет заземления ТП 0,4кВт	47
10 Экономическая эффективность работы	50
Заключение	52
Список использованных источников	53

Введение

В выпускной квалификационной работе осуществлена реконструкция электроснабжения административного здания, расположенного в Самарской области города Жигулевск. Состояние здания ветхое, электропроводка находится в неудовлетворительном состоянии для эксплуатации здания, освещение тусклое, большой перепад напряжения. Перепады напряжения способны вызвать перегрев электропроводки, что может привести к возникновению возгорания или иных чрезвычайных ситуаций. Электропроводка не пригодна для эксплуатации и опасна для жизни сотрудников здания.

Предполагается провести реконструкцию здания, с полной заменой всей электропроводки из современных материалов, заменить освещение на более экономичное. В здании имеется износ электрооборудования и электрических сетей. Внешнее электроснабжение осуществляется от ПС «Жигулевская» фидер-1 110/35/6 запитанных с одной секции шин. Отпайка от фидера-4 выполняется на изоляторах опоры № 400/12.

Цель работы - обеспечение безаварийной и бесперебойной работы электроприборов в здании.

Для выполнения цели необходимо выполнить следующие действия:

- проанализировать схему электроснабжения здания;
- разработать проект по реконструкции электроснабжения здания;
- описать организационно-технологических мероприятий;
- оценить безопасность данного объекта;
- экономически подойти к вопросам по реконструкции.

1 Анализ существующей схемы электроснабжения административного здания и разработка мероприятий по реконструкции электрооборудования и электрохозяйства административного здания

В выпускной квалификационной работе рассмотрено одноэтажное нежилое здание, расположенное по адресу: Самарская область, г. Жигулевск, ул. Комсомольская, № 18. Здание построено в 1948 году (рисунок 1.1).

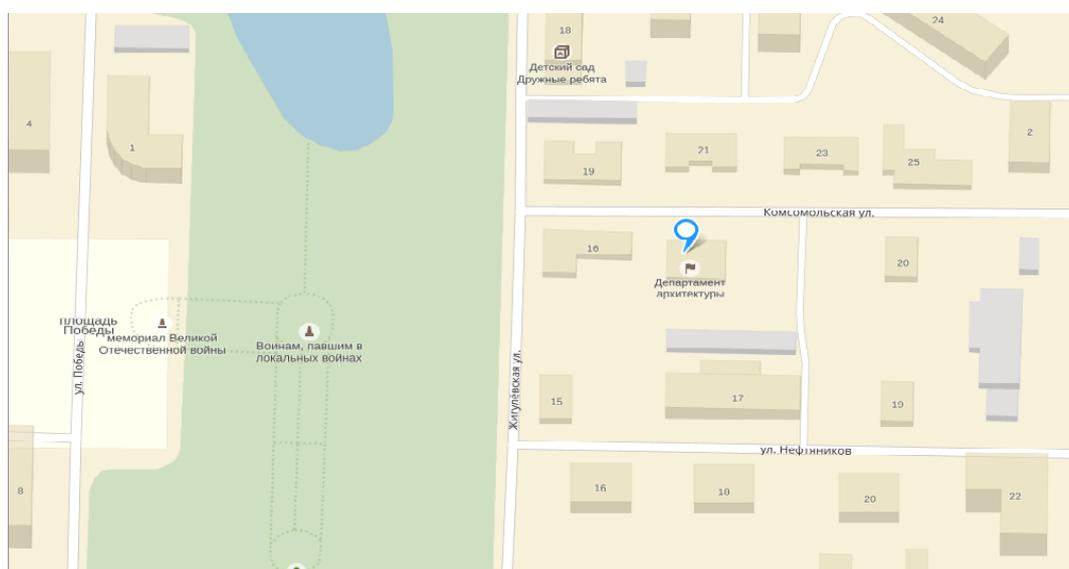


Рисунок 1.1 – Место расположения административного здания

Питание здания производится от ПС «Жигулевская 110/35/6»: через фидер-1 на КТП (комплектная трансформаторская подстанция) Жигулевская 1-73/400 по ВЛ-0,4 кВ (воздушной линии), к фидеру-4 на изоляторах опоры № 400/12 (рисунок 1.2).

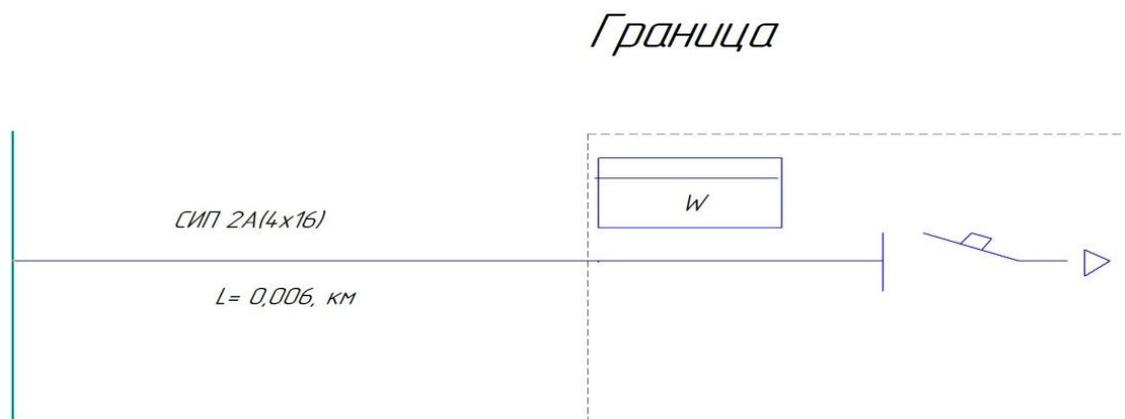


Рисунок 1.2 – Точка присоединения административного здания к электрическим сетям

При разработке реконструкции электрооборудования и электрохозяйства данного здания принято решение не менять технические характеристики электроустановок, присоединенных к электрическим сетям. Необходимо при реконструкции заменить электропроводку здания. В ВКР так же будет рассматриваться реконструкция освещения административного здания.

Анализ данного объекта привел к выводам, что необходима также замена освещения для повышения энергоэффективности. Освещение должно обеспечивать необходимые условия для работы сотрудников административного здания, создавая нормативную освещенность [11].

2 Расчет освещения здания

2.1 Расчет общего освещения

Общее освещение рассчитано по методу коэффициента использования светового потока [4,5,6]. Этот метод применяется для расчетов освещения, как для ламп накаливания, так для люминесцентных ламп и светодиодных ламп.

Освещение в здании должно обеспечивать нормальное условие для работы сотрудников административного здания.

Для освещения помещений требуются светильники, которые более экономичны, но также и более энергоэффективны.

При выборе светильников для помещений в здании необходимо учитывать погодные условия, которые влияют на распределение светового потока, поэтому необходимо предусмотреть освещение помещений в пасмурную погоду [6,11].

Светильники распределены на классы и типы кривой силы света.

К 1 классу относятся светильники: это класс прямого света, который составляет 80% светового потока.

К 2 классу относятся светильники преимущественно прямого света, они составляют 60-80 % светового потока.

К 3 классу относятся светильники рассеянного света, которые составляют 40-60% светового потока.

Рассчитаем световой поток по формуле 2.1 для помещения №1:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} \quad (2.1)$$

где E_n – нормированный уровень освещения, S – площадь помещения, K_z – коэффициент запаса (для помещений берем 1,4), N - число принятых светильников, η - коэффициент использования.

Чтобы найти коэффициент использования для светильников необходимо узнать индекс помещения (i) и коэффициенты отражения потолка, пола и стен ($\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{р}}$, $\rho_{\text{с}}$).

Расчет проводим по формуле 2.2 .

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)}, \quad (2.2)$$

где S – площадь помещения, h_1 - высота потолка (2,9 м), h_2 – высота рабочей поверхности (0,8 м), a – длина помещения , b – ширина помещения.

Рассчитаем помещение № 1, данные этого помещения:

$$S = 18 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,50 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Определим индекс помещения по формуле 2.3:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{18}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,5 + 5,25)} = 1 \quad (2.3)$$

Затем в зависимости от индекса помещения и коэффициентов отражения потолка, пола и стен ($\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{р}}$, $\rho_{\text{с}}$), найдем приближенное значение коэффициента использования (η) в относительных единицах. Коэффициент отражения выражается в процентном соотношении следующим образом:

70 % - белый,

50%- светлый,

30 % - серый,

10% - темный,

0 % - черный.

Для данного помещения коэффициенты отражения составляют: 70 % - потолок, 50 % - стены, 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Данные светодиодной лампы ПСВО – СЭП – 032-3200: $U_{пер.} = 165-280 \text{ В}$, $U_{пост.} = 128-400 \text{ В}$, $R_{потр.} = 32 \text{ Вт}$. Степень защиты IP21, $I = 0,35 \text{ А}$.

Рассчитаем сколько данных светильников, потребуется в этом помещении по формуле 2.4

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 5 \text{ шт.} \quad (2.4)$$

Данные помещения №2:

$$S = 14,3 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 2,72 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Определим индекс помещения по формуле 2.5:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{14,3}{(2,9 - 0,8) \cdot (2,72 + 5,25)} = 0,8 \quad (2.5)$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок, 50 % - стены, 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,36.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.6:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 14,3 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,36} = 5 \text{ шт} \quad (2.6)$$

Данные помещения № 3:

$$S = 22,9 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 4,4 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Расчет производим аналогичным способом, что и помещение №1 и № 2:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{22,9}{(2,9 - 0,8) \cdot (4,4 + 5,25)} = 1,13$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 50 % - стены , 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,46.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.7:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 22,9 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,46} = 6 \text{ шт} \quad (2.7)$$

Данные помещения № 4:

$$S = 39 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 7,4 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{38}{(2,9 - 0,8) \cdot (7,4 + 5,25)} = 1,4$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 50 % - стены , 10 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.8:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 38 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,49} = 10 \text{ шт} \quad (2.8)$$

Данные помещения № 5:

$$S = 11,7 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 2,2 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{11,7}{(2,9 - 0,8) \cdot (2,2 + 5,25)} = 0,74$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 30 % - потолок , 10 % - стены , 10 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,1.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.9:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{75 \cdot 11,7 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,1} = 3 \text{ шт} \quad (2.9)$$

Данные помещения № 6:

$$S = 18,6 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,5 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{18,6}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,5 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок, 50 % - стены, 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.10:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18,6 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.10)$$

Данные помещения № 7:

$$S = 20,8 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,92 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h1 - h2) \cdot (a + b)} = \frac{20,8}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,92 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 50 % - стены , 30 % - полы. Таким образом коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2. 11:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 20,8 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 4 \text{ шт} \quad (2.11)$$

Данные помещения № 8:

$$S = 13 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 2,6 \text{ м}$$

$$h1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h1 - h2) \cdot (a + b)} = \frac{13}{(2,9 - 0,8) \cdot (2,6 + 5,25)} = 0,78$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 30 % - стены , 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,31.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.12:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 13 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,31} = 5 \text{ шт} \quad (2.12)$$

Данные помещения № 9:

$$S = 21,3 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 4,38 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{21,3}{(2,9 - 0,8) \cdot (4,38 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок, 50 % - стены, 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.13:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 21,3 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 7 \text{ шт} \quad (2.13)$$

Данные помещения № 10:

$$S = 18,6 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,5 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{18,6}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,5 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок, 50 % - стены, 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.14:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18,6 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.14)$$

Данные помещения № 11:

$$S = 18 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,45 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{18}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,45 + 5,25)} = 0,98$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок, 50 % - стены, 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.15:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.15)$$

Данные помещения № 12:

$$S = 18,9 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,6 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{18,9}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,6 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок, 50 % - стены, 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.16:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18,9 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.16)$$

Данные помещения № 13:

$$S = 18,6 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,5 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{18,6}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,5 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок, 50 % - стены, 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.17:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18,6 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.17)$$

Данные помещения № 14:

$$S = 19,2 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,63 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{19,2}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,63 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 50 % - стены , 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.18:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 19,3 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.18)$$

Данные помещения № 15:

$$S = 19,4 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,66 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{19,4}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,66 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 50 % - стены , 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.19:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 19,4 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.19)$$

Данные помещения № 16:

$$S = 14,6 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 2,67 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{14,6}{(2,9 - 0,8) \cdot (2,67 + 5,25)} = 0,87$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок, 50 % - стены, 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,4.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.20:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 14,6 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,4} = 3 \text{ шт} \quad (2.20)$$

Данные помещения № 17:

$$S = 18,2 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,43 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{18,2}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,43 + 5,25)} = 0,99$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 50 % - стены , 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.21:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18,2 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.21)$$

Данные помещения № 18:

$$S = 18,3 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,45 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{18,3}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,45 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 50 % - стены , 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.22:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18,3 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.22)$$

Данные помещения № 19:

$$S = 18,7 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,6 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{18,7}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,6 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок, 50 % - стены, 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.23:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{\text{св}} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18,7 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.23)$$

Данные помещения № 20:

$$S = 18,9 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,56 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{18,9}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,56 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 50 % - стены , 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.24:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18,9 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.24)$$

Данные помещения № 21:

$$S = 19,5 \text{ м}^2$$

$$a = 5,25 \text{ м}$$

$$b = 3,75 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{19,5}{(2,9 - 0,8) \cdot (3,75 + 5,25)} = 1$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 50 % - стены , 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.25:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 19,5 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,43} = 6 \text{ шт} \quad (2.25)$$

Данные помещения № 22:

$$S = 8 \text{ м}^2$$

$$a = 4,44 \text{ м}$$

$$b = 1,8 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{8}{(2,9 - 0,8) \cdot (4,44 + 1,8)} = 0,6$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок, 50 % - стены, 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,3.

Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.26:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,3} = 3 \text{ шт} \quad (2.26)$$

Данные помещения № 23:

$$S = 26,3 \text{ м}^2$$

$$a = 14,6 \text{ м}$$

$$b = 1,8 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{26,3}{(2,9 - 0,8) \cdot (14,6 + 1,8)} = 0,76$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 50 % - стены , 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,43.

Так как это помещение коридорного типа, берем $E_n = 75$. Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.27:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{75 \cdot 26,3 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,38} = 2 \text{ шт} \quad (2.27)$$

Данные помещения № 24:

$$S = 39,1 \text{ м}^2$$

$$a = 21,7 \text{ м}$$

$$b = 1,8 \text{ м}$$

$$h_1 = 2,9 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,8 \text{ м}$$

Рассчитаем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h_1 - h_2) \cdot (a + b)} = \frac{39,1}{(2,9 - 0,8) \cdot (21,7 + 1,8)} = 0,79$$

Для данного помещения коэффициенты отражения приблизительно составляют: 70 % - потолок , 50 % - стены , 30 % - полы. Таким образом, коэффициент использования равен 0,38.

Так как это помещение коридорного типа, берем $E_n=75$. Далее рассчитаем количество светодиодных светильников помещения по формуле 2.28:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{\Phi_{св} \cdot \eta} = \frac{75 \cdot 39,1 \cdot 1,4}{3200 \cdot 0,38} = 3 \text{ шт} \quad (2.28)$$

Для помещений административного здания рассчитали количество светильников типа ПСВО – СЭП – 032-3200. Общее освещение административного здания рассчитано по методу коэффициента использования светового потока. По рассчитанному количеству светильников сделаем расчет осветительной нагрузки.

3 Расчет осветительной нагрузки

Чтобы рассчитать осветительную нагрузку, воспользуемся формулой 3.1

$$P_{\text{осв.}} = N \cdot n \cdot P_{\text{одн.л.}}, \quad (3.1)$$

где $P_{\text{осв}}$ – активная нагрузка освещения; N – число ламп в помещении; n – число ламп в светильнике; $P_{\text{одн.л.}}$ – мощность данной лампы.

Расчетная реактивная мощность освещения для помещения определяется по формуле 3.2:

$$Q_{\text{осв.}} = P_{\text{осв.}} \cdot \text{tg}\varphi \quad (3.2)$$

где $Q_{\text{осв.}}$ – реактивная нагрузка освещения для данного помещения; $P_{\text{осв.}}$ – активная нагрузка; $\text{tg}\varphi$ – коэффициент реактивной мощности освещения.

Расчет полной мощности освещения рассчитывается по формуле 3.3:

$$S_{\text{осв.}} = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad (3.3)$$

где $S_{\text{осв.}}$ – полная осветительная мощность; P – активная мощность; Q – реактивная мощность.

Данные расчета приведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Расчет осветительной мощности

Номер кабинета	Кол. светильников	Тип светильников	cos φ	tgφ	Осветительная нагрузка		
					P, кВт	Q, квар	S, кВА
1	5	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,16	0,096	0,186
2	5	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,16	0,096	0,186
3	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
4	10	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,32	0,196	0,375
5	3	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,096	0,0576	0,112
6	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
7	4	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,128	0,0768	0,149
8	5	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,16	0,096	0,186
9	7	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,224	0,1344	0,261
10	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
11	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223

Продолжение таблицы 3.1

12	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
13	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
14	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
15	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
16	3	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,096	0,0576	0,112
17	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
18	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
19	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
20	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
21	6	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,192	0,1152	0,223
22	3	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,096	0,0576	0,112
23	2	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,064	0,0384	0,641
24	3	ПСВО – СЭП – 032-3200	0,85	0,6	0,096	0,0576	0,112
Итого	128				4,48	2,46	5,331

4 Расчет электрической нагрузки помещения

Электрическая нагрузка представляет собой потребляемую мощность электроприборами за определенный период времени [12].

Для данного помещения электрическую нагрузку, рассчитаем по методу упорядоченных диаграмм (коэффициента максимум).

Расчет нагрузки по помещению в 0,4 кВт различных электроприборов приведен в таблице 4.1.

Расчет активной мощности по формуле 4.1

$$P_p = P_{ном} \cdot K_c, \quad (4.1)$$

где P_p - активная мощность нагрузки; P_H – установленная мощность электроприемников; K_c – коэффициент спроса.

Расчет реактивной мощности производится по формуле 4.2, 4.3:

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_c = 1,1 \cdot P_H \cdot K_c \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ при } n_{\varepsilon} \leq 10 \quad (4.2)$$

$$Q_p = Q_c = P_H \cdot K_c \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ при } n_{\varepsilon} \geq 10 \quad (4.3)$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ – соответствует коэффициенту мощности.

Расчет полной мощности рассчитывается по формуле 4.4:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}. \quad (4.4)$$

Таблица 4.1– Расчет нагрузки в 0,4 кВт

Наименование узлов питания и групп ЭП	Кол.ЭП, п, шт.	Установленная мощность, $P_{ном.}$ (ПВ 100%),кВт		K_c	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	Расчетная нагрузка		
		Одного ЭП P_n ,кВт	Всех ЭП $P_{н.}$,кВт				P ,кВт	Q ,квар	S ,кВА
Освещение	128	0,032	4,096	0,85	0,7	1	3,48	2,95	4,56
Холодильник	2	0,4	0,16	0,8	0,65	1,168	0,128	0,14	0,189
Компьютер	40	0,55	22	0,6	0,65	1,168	13,2	15,4	20,28
Кондиционеры	4	1,5	6	0,7	0,75	0,882	4,2	3,7	5,59
Принтер	41	0,5	20,5	0,3	0,65	1,168	6,15	7,18	9,45
Микроволновая печь	3	1,5	4,5	0,3	1	-	13,5	0	13,5
Куллер	2	0,2	0,4	0,5	0,75	0,882	0,2	0,17	0,26

Продолжение таблицы 4.1

Кофемашина	2	0,1	0,2	0,3	1	-	0,06	0	0,06
Электрочайник	4	1,2	4,8	0,3	1	-	1,44	0	1,44
Розетки	42						-	-	-
Итого							42,3	28,54	55,32

5 Выбор количества, типа и мощности силового трансформатора с учетом компенсации реактивной мощности

В выпускной квалификационной работе выбор количества трансформаторов производится с учетом категории надежности электроприборов.[18]

Выбор трансформатора является достаточно сложной задачей, которая имеет одно или несколько решений. Один трансформатор применяется на подстанции, если потребитель является 3-й или 2-й категории по степени надежности, нагрузка которой составляет не меньше 15 - 20 %. Поэтому берем коэффициент загрузки в пределах $K_3 = 0,9-0,95$. Поскольку это офисное здание, то оно относится к 3-ей по категории надежности, то выбираем однострансформаторную подстанцию.[18,25]

Исходные данные при выборе ТП:

$$P_{p\Sigma} = 42,3 \text{ кВт}; \quad Q_{p\Sigma} = 28,56 \text{ квар}; \quad S_{p\Sigma} = 55,32 \text{ кВА}.$$

Выбор мощности подстанции по формуле 5.1:

$$S_{p.T} = \frac{P_{p\Sigma}}{K_3 \cdot N_T} = \frac{42,3}{0,9 \cdot 1} = 47 \text{ кВА} \quad , \quad (5.1)$$

где K_3 – коэффициент загрузки трансформатора; N_T – число трансформатора на подстанции.

Первый вариант: выбираем трансформатор для ТП типа ТМ 40/10/0,4:

$$P_{x.x} = 0,175 \text{ кВт}; \quad P_{кз} = 0,88 \text{ кВт}; \quad U_{кз,\%} = 4,5; \quad I_{x.x,\%} = 3; \quad S_{ном} = 40 \text{ кВА};$$

Для второго варианта выбираем трансформатор того же типа ТМ 63/10/0,4. Данные этого трансформатора:

$$P_{x.x} = 0,23 \text{ кВт}; \quad P_{кз} = 1,2 \text{ кВт}; \quad U_{кз,\%} = 4,5; \quad I_{x.x,\%} = 2,8; \quad S_{ном} = 63 \text{ кВА};$$

Выбор трансформатора для ТП 6/0,4 кВт приведены в таблицу 5.1:

Таблица 5.1 – Выбор трансформатора для ТП 6/0,4 кВТ

Расчет		Значение
$\Delta P_T = N_T \cdot (P_{xx} + K_3^2 \cdot P_{кз})$		0,88 кВт
$\Delta Q_T = N_T \cdot (i_o + K_3^2 \cdot U_{кз}) \cdot \frac{S_H}{100}$		2,85 квар
$P_p = P_{p\Sigma} + \Delta P_T$		43,18 кВт
$Q_p = Q_{p\Sigma} + \Delta Q_T$		31,41квар
$Q_{\min} = 50\% \cdot Q_p$		15,7квар
$Q'_{\text{э1}} = Q_p - 0.7 \cdot Q_{\text{сд}}$		9,43квар
$Q''_{\text{э1}} = \alpha \cdot P_p$		12,09квар
$Q_{\text{э1}}$		9,43квар
$Q'_{\text{э2}} = Q_{\min} + Q_{\text{к}}$		15,7квар
$Q''_{\text{э2}} = Q_{\min} - Q_{\text{КД}} = Q_{\min} - (Q_p - Q_{\text{э1}})$		-6,28квар
$Q_{\text{ку. max}} = 1,1 \cdot Q_p - Q_{\text{э1}}$		25,12 квар
$Q_{\text{ку. min}} = Q_{\min} - Q_{\text{э2}}$		0
Вариант 1 ТМ-40/6/0,4 кВА	$N_T = \frac{P_{p\Sigma}}{K_3 \cdot S_{\text{ном}}}$	1

Продолжение таблицы 5.1

Расчет		Значение
$Q_{эH} = Q_{э1} - (Q_p - Q_{p\Sigma})$		6,58 квар
$Q_T = \sqrt{(N_T \cdot K_3 \cdot S_{н.Т})^2 - P_{p\Sigma}^2}$		11,36квар
$Q_{ку.маx} = 1,1 \cdot Q_p - Q_T$		23,19квар
$Q_{ку.миn} = Q_{миn} - Q_T$		4,34квар
$Q_{КУ.э} = Q_{КУ.маx} - Q_{КУ.н}$		18,85квар
$Z_{общие} = E \cdot (K_{ТП} + K_{КУ}) + C \cdot \Delta P_T$		11742 руб.
Вариант 2 ТМ-60/6/0,4 кВА	$N_T = \frac{P_{p\Sigma}}{K_3 \cdot S_{ном}}$	1
$Q_{эH} = Q_{э1} - (Q_p - Q_{p\Sigma})$		6,58квар
$Q_T = \sqrt{(N_T \cdot K_3 \cdot S_{н.Т})^2 - P_{p\Sigma}^2}$		38,3квар
$Q_{ку.маx} = 1,1 \cdot Q_p - Q_T$		-3,74
$Q_{ку.миn} = Q_{миn} - Q_T$		22,6
$Q_{КУ.э} = Q_{КУ.маx} - Q_{КУ.н}$		26,34
$Z_{общие} = E \cdot (K_{ТП} + K_{КУ}) + C \cdot \Delta P_T$		16062

Так как затраты 1 варианта намного меньше (11742 руб.), чем 2 вариант (16062 руб.) то выбираем трансформатор ТМ 40/10/0,4.

Выбираем комплектную трансформаторную подстанцию киоскового типа мощностью 2500 кВА, с первичным напряжением 10 кВ и вторичным напряжением 0,4 кВ.

Внешний вид КТП представлен на рисунке 5.1



Рисунок 5.1- Внешний вид КТП

Данные КТП приведены в таблице 5.2:

Таблица 5.2- Данные КТП

Параметры	Данные
Тип подстанции	Тупиковая
Номинальная мощность трансформатора	40
Напряжение на высокой стороне (ВН)	10;6
Напряжение на низкой стороне (НН)	0,4
Количество трансформаторов	1
Тип высоковольтного ввода (ВН)	Воздушный, кабельный
Тип нейтрали трансформатора на низкой стороне (НН)	Воздушный, кабельный
Ток термической стойкости на стороне ВН в течении 1с, кА	3,86

Продолжение таблицы 5.2

Параметры	Данные
Тип панели РУ	ЩО70-ЗАТ-03 УЗ
Номинальный ток трансформатора на линии НН, А	57,8
Номинальный ток отходящих линий 0,4 кВТ, А	16

Выбранные типы выключателей на отходящей линии представлены в таблице 5.3

Таблица 5.3- Выключатели

Потребитель	S_p , кВА	I_p -А	Тип выключателя	$I_{ном}$, А
Здание администрации	55,32	80	ВА-TS160	100

6 Выбор электрических аппаратов электрооборудования административного здания

Питание подводится к зданию кабелем 0,4 кВ от КТП. Кабель 0,4 кВ вводится на опору к зданию. С опоры идет на вводно-распределительное устройство 0,4 кВ. Используя расчётный ток здания $I_p = 80\text{А}$, выбираем ВРУ-1АТ с устройством АВР на номинальный ток $I_n = 100\text{А}$.

Внешний вид ВРУ-1АТ показан на рисунке 6.1.

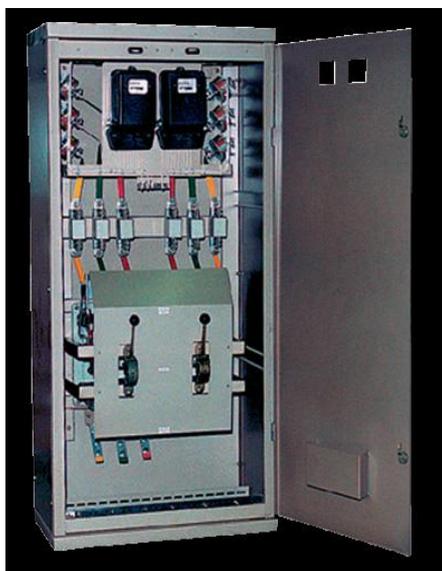


Рисунок 6.1- Внешний вид ВРУ-1АТ

Область применения ВРУ-1АТ: жилые, общественные здания и сооружения; административные и бытовые здания . [7,9] Технические данные в ВРУ-1АТ приведены таблице 6.1

Таблица 6.1- Технические данные ВРУ-1АТ

Наименование характеристик	Данные
Номинальное напряжение	380 В
Номинальная частота	50 Гц
Номинальное напряжение изоляции	660 В
Номинальный ток	100 А
Номинальные токи защитных коммутационных аппаратов	10;16;20
Вид системы заземления	TN-C (TN-S; TN-C-S)

Для распределения электричества по зданию устанавливаем по щиту освещения (ЩО) и щиту силовому (ЩС). Выбираем панель распределительного щита ЩРВ-24з-3 58 УХЛЗ IP31 TREND.

Внешний вид ЩРУ показан на рисунке 6.2



Рисунок 6.2- Внешний вид ЩРУ

6.1 Расчет питающей линии

Для данного здания была выбрана радиально-магистральная схема [15,21].

Выберем тип и сечение кабеля отходящим от КТП 0,4кВ. Рассчитаем значение тока по формуле 6.1.1:

$$I_{P.K.} = \frac{S_{P.K.}}{\sqrt{3} \cdot U_H} , \quad (6.1.1)$$

где $S_{P.K.}$ - номинальное напряжение, $U_{ном.}$ - номинальное напряжение.

Таким образом, расчетный ток кабеля будет равен $I_{p.k.} = 80$ А.

Выбираем кабель типа СИП 2А (4х16) $L = 0,006$ км, $I_{доп.} = 100$ А, $R_{уд.} = 1,91$ Ом/км, $X_{уд.} = 1,38$ Ом/км. По условиям, что $I_{к.р.}$ будет меньше или равно $I_{доп.}$, отсюда следует, что данный кабель подходит. Также проверим допустимые потери в линии по формуле 6.1.2

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot L}{U_l} \cdot (R_{уд.} \cdot \cos \varphi + X_{уд.} \cdot \sin \varphi) \cdot 100. \quad (6.1.2)$$

Допустимые потери в линии составляет около 2,8% , что в пределах допустимого для данной линии.

7 Расчет токов короткого замыкания (КЗ)

Нарушение нормального режима работы электроснабжения является возникновением короткого замыкания (КЗ) в сетях электрооборудований, в связи с повреждением изоляции или неправильным обслуживанием. Чтобы избежать токов КЗ, необходимо правильно выбрать электрооборудование и учесть аппараты защиты и средства ограничения токов КЗ [13].

Как правило, рассчитывается для проверки или выбора параметров электрооборудования трехфазное КЗ. Для выбора уставок релейной защиты необходимо также несимметричное КЗ.

В зависимости от расчета токов КЗ выбирается нахождение точки КЗ, вид, сопротивление элементов схемы замещения.

В данной работе следует проанализировать трехфазное КЗ в сети на 0,4 кВт питание потребителя административное здание.

Расчетная схема представлена на рисунке 7.1

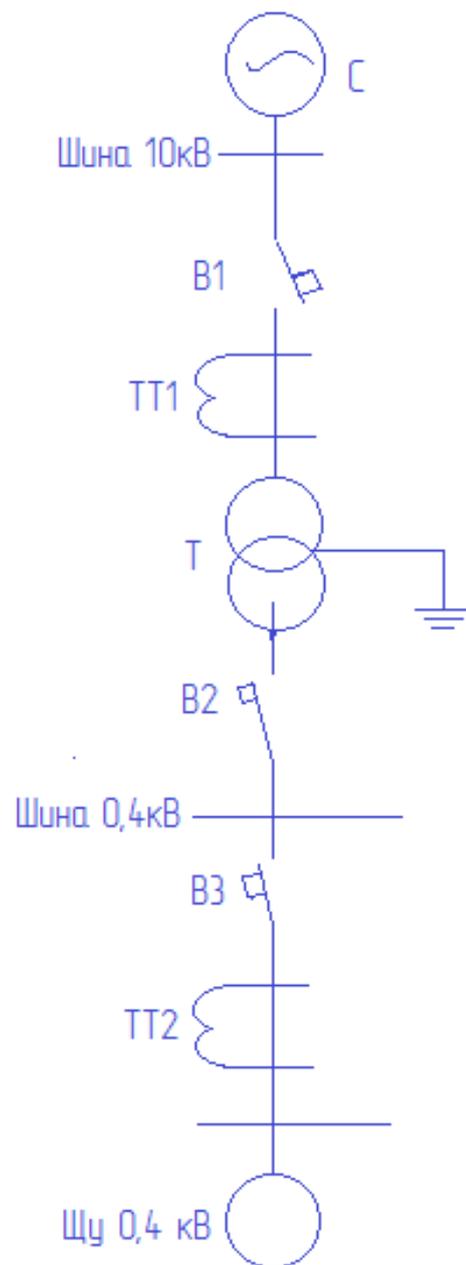


Рисунок 7.1- Однолинейная схема электроснабжения

Схема замещения представлена на рисунке 7.2:

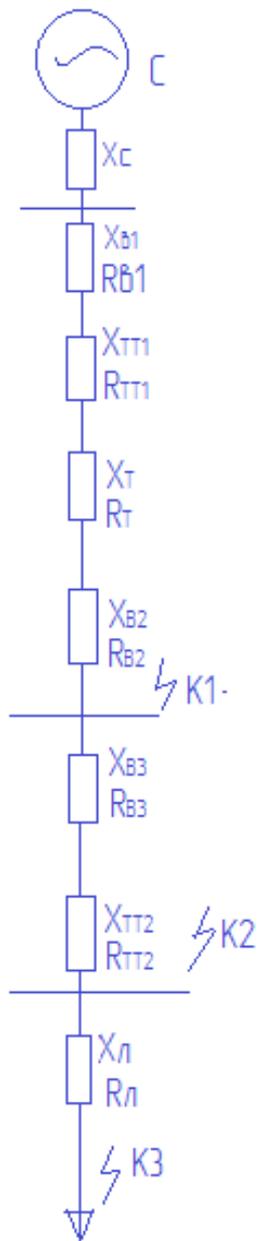


Рисунок 7.2 – Схема замещения

Параметры схемы замещения (рисунок 7.2) приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1- Параметры схемы

Название параметров	Данные
Система	40кВА, 6 кВг
Выключатель 1(В1)	100 А
Трансформатор тока(ТТ1)	$K_{ТТ} = 1000/5$
Силовой трансформатор(Т)	400 кВА, 6 / 0,4 кВ, $U_K = 5,5 \%$
Выключатель 2(В2)	100 А
Выключатель 3 (В3)	100 А
Трансформатор тока 2(ТТ2)	$K_{ТТ} = 400/5$
Линия (Л)	$l=0,006\text{км}, R=1,91\text{Ом/м},$ $X=1,38\text{Ом/м}$

Результат расчетов тока короткого замыкания представлен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Результат расчетов тока КЗ

Точки КЗ	Дуговое КЗ,	Металлическое КЗ	Ударный ток КЗ
К1	9,2 6,5	7,43	12,3
К2	6,7 6,2	4,83	9,54
К3	3,2 3,36	5,36	15,6

8 Проверка электрических аппаратов и проводников

Проверка электрических аппаратов и проводников выполняется по методическому указанию ПУЭ [1]. Результат проверки автоматического выключателя изложен в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Результат выбора автоматического выключателя.

Потребитель	Расчетный ток, А	Тип выключателя	Номинальный ток, А
Административное здание	80	ВА-TS160	100

Выбор автоматических выключателей в распределительном устройстве и в ЩС представлен в таблице 8.2.

Таблица 8.2- Выбор автоматических выключателей

Название	I_p , А	I_n , А	Тип выключателя
ВРУ	80	100	ВА-TS160
ЩО	16	14,7	ВА- TD100
ЩС	80	95	ВА- TD100

Так же выбираем трансформаторы тока. Все данные по трансформаторам тока схемы электроснабжения административного здания занесены в таблицу 8.3.

Таблица 8.3- Выбор трансформаторы тока

Оборудование	Параметры	Расчетные данные	Паспортные данные
Трансформатор Тока Т-0,6-1000	$U_{номС} \leq U_{ном}$	0,4кВт	0,6кВт
	$I_p \leq I_{ном}$	873.А	1000 А
	$i_{уд} \leq i_{дин}$	45,1кА	374 кА
	$B_k \leq I_{тер}^2 \cdot t_T$	36 кА ² ·с	40 кА ² ·с
	$Z_2 \leq Z_{2ном}$	0,03 Ом	

Проверка кабеля по допустимому нагреву занесена в таблицу 8.4.

Таблица 8.4 – Проверка кабеля

Наименование потребителя	I_p, A	$I_{доп}, A$	$I_p / K_{II}, A$	$I_{доп} \geq I_p / K_{II}$	Марка провода
Здание администрации	80 А	100 А	5,9	100>5,9	СИП 2А 4х16

Выбранный кабель подходит по условию выбора проводников по допустимому нагреву электрическим током.

9 Расчет заземления ТП 0,4кВт

Расчет заземления ТП 0,4 кВ выполнен в соответствии с требованиями ПУЭ [1,2] и Правил [3].

Расчетные данные занесены в таблицу 9.1.

Таблица 9.1- Расчетные данные

Наименование данных	Значение
Удельное сопротивление грунта	65 Ом м
Климатическая зона	III
Вид	контур
Заземление	песок

В соответствие с правилами сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.[15]

Удельное сопротивление грунта с учетом климатической зоны:

а) для вертикальных стержней заземления представлено в формуле 9.1:

$$\rho_s = \rho K_c = 65 \cdot 1,6 = 104 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (9.1)$$

б) для горизонтальных стержней заземления формула 9.2:

$$\rho_z = \rho K_c = 65 \cdot 2,25 = 146 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (9.2)$$

где K_c - коэффициент сезонности, $K_c = 2,25$.

Расчет сопротивления одного вертикального заземления представлен в формуле 9.3:

$$R_s = 0,298 \rho_s = 0,298 \cdot 104 = 31 \text{ Ом}. \quad (9.3)$$

Расчет числа вертикальных заземлений приведен в формуле 9.4:

$$n_6 = \frac{R_6}{\eta_6 R_3} = \frac{31}{0,58 \cdot 4} = 14 \quad (9.4)$$

Вычисление длины соединительной полосы приведены в формуле 9.5:

$$l_2 = 1,05 n_6 a = 1,05 \cdot 10 \cdot 2,5 = 26,25 \text{ м} . \quad (9.5)$$

Сопротивление горизонтального заземления полосового сечения рассчитано по формуле 9.6:

$$R_2 = \frac{\rho_2}{2\pi l_2} \ln \left(\frac{2l_2^2}{bt} \right) = \frac{146}{2 \cdot 3,14 \cdot 26,25} \ln \left(\frac{2 \cdot 26,25^2}{0,05 \cdot 0,5} \right) = 9,7 \text{ Ом} . \quad (9.6)$$

Точные значения сопротивлений вычислены по формуле 9.7; 9.8:

$$R'_2 = \frac{R_2}{\eta_2} = \frac{9,7}{0,34} = 28,4 \text{ Ом} . \quad (9.7)$$

$$R'_6 = \frac{R'_2 R_3}{R'_2 - R_3} = \frac{28,4 \cdot 4}{28,4 - 4} = 4,6 \text{ Ом} \quad (9.8)$$

Число вертикальных заземлений рассчитано по формуле 9.9:

$$n'_6 = \frac{R'_6}{R_3} n_6 = \frac{4,6}{4} 14 = 16 . \quad (9.9)$$

Согласно ПУЭ [1] сопротивление заземления $R \leq 4$ Ом. Расчет представлен по формуле 9.10

$$R = \frac{R_6 \cdot R_2}{R_6 + R_2} = \frac{4,6 \cdot 28,4}{4,6 + 28,4} = 3,95 \text{ Ом} \quad (9.10)$$

Количество стержней рассчитано по формуле 9.11

$$n = \frac{r_6}{R_6 \cdot \eta_6} = \frac{31}{4,6 \cdot 0,58} = 12 \text{ шт} \quad (9.11)$$

Выбрано количество стержней 12 шт., сопротивление контура заземления составило 3,95 Ом, $R \leq 4$ Ом.

10 Экономическая эффективность работы

Для расчета экономической эффективности работы выполним расчет капитальных затрат на реконструкцию электрооборудования и электрохозяйства административного здания, а также расчет годовой сметы затрат на ремонт и эксплуатацию схемы электроснабжения.[3]

Данные по капитальным затратам на реконструкцию электрооборудования и электрохозяйства административного здания приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Капитальные затраты

Название элементов	Количество, шт.	Стоимость, руб.
КТП 0,4 кВт	1	989740
Кабель СИП 2А	1	1000
ВРУ	1	15000
ЩО	1	1500
ЩР	1	3400
Итого		1010640

Годовая смета затрат на ремонт и эксплуатацию схемы электроснабжения представлена в таблице 10.2. Затраты, которые связаны с ремонтом и эксплуатацией электроснабжения включают в себя:

амортизационные отчисления $Z_{ам}$,

затраты на оплату труда $Z_{фот}$,

ремонтный фонд $Z_{рф}$,

затраты на охрану труда и технику безопасности $Z_{тб}$,

стоимость потерь электроэнергии в схеме электроснабжения административного здания $Z_{пот}$.

Расчет произведен по формулам 10.1;10.2;10.3:

$$Z_{\text{фот}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{соц}}, \quad (10.1)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основные затраты; $Z_{\text{доп}}$ – дополнительные затраты; $Z_{\text{соц}}$ – социальные затраты.

$$Z_{\text{соц}} = O_{\text{соц}}(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (10.2)$$

где $O_{\text{соц}} = 30,2\%$.

$$Z_{\text{экспл}} = Z_{\text{ам}} + Z_{\text{фот}} + Z_{\text{рем.ф.}} + Z_{\text{тб}} \quad (10.3)$$

Таблица 10.2- Годовая смета затрат, руб.

Наименование затрат	Полученные данные
Зам	141489,6
Зфот	50887,8
Зосн	32688,8
Здоп	6395,6
Зсоц	11803,4
Зрем.ф.	10106,40
Зтб	5400
Зпот	18310,9
Зэкспл	326194,7

Заключение

В выпускной квалификационной работе выполнена реконструкция электрооборудования и электрохозяйства административного здания, расположенного в Самарской области города Жигулевска.

Выполнен анализ существующей схемы электроснабжения административного здания и разработаны мероприятия по реконструкции электрооборудования и электрохозяйства административного здания.

Произведён:

- расчет осветительной и силовой нагрузки административного здания;
- выбор внутреннего освещения;
- выбор комплектной трансформаторной подстанции киоскового типа КТП 2500/10/0,4;
- расчёт и выбор сечения кабельных линий, выбор питающих потребителей кабелей;
- выбор и проверка электрических аппаратов 0, 4 кВ схемы электроснабжения административного здания.
- расчет заземления ТП 6/0,4 кВ
- расчет экономической эффективности реконструкции электрооборудования и электрохозяйства административного здания.

Список использованных источников

1. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.: Энерготомиздат, 2009.
2. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 марта 2010 г. – М.: КНОРУС, 2010.
3. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты от 24 июля 2013 г. № 328н.
4. СНиП 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Технические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. - М.: Изд-во ЭНАС, 2003.
5. СНиП СП 52.13330.2011-Естественное и искусственное освещение.- М.: Изд-во ЭНАС, 2003.
6. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. - М.: ГП ЦПП, 1995.
7. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий.
8. ГОСТ Р 50571.28.-2006. Электроустановки зданий. Часть 7-710. Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки медицинских помещений.
9. ГОСТ Р 51617-2000. Жилищно-коммунальные услуги. Общие технические условия. – Введ. 2000-07-19. – Госстандарт России; М.: Изд-во стандартов, 2000.
10. ГОСТ Р 54814-2011/IEC/TS 62504:2011 Светодиоды и светодиодные модули для общего освещения. Термины и определения.
11. ГОСТ 17677-82 (СТ СЭВ 3182-81, МЭК 598-1-86, МЭК 598-2-1-79, МЭК 598-2-2-79, МЭК 598-2-4-79, МЭК 598-2-19-81) Светильники. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3).

12. Нормативы для определения расчетных электрических нагрузок зданий (квартир), коттеджей, микрорайонов (кварталов) застройки и элементов городской распределительной сети. – М., 2000.
13. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. – М.: НЦ ЭНАС, 2004.
14. Алиев, И.И. Электротехнические материалы и кабельные изделия: справочник / И.И. Алиев. - М.: ИП РадиоСОФТ, 2014.
15. Защита электрических сетей 0,4 кВ: учебно-методическое пособие / Сост.Р.П. Короткий, В.Н.Курапин, В.В. Цыганов; Волгогр. гос. с.-х. акад. Волгоград, 2013.
16. Комплектно-трансформаторные подстанции киоскового типа КТПн-10/0,4 кВ мощностью 25/1000 кВА – г. Санкт-Петербург, СоюзЭлектро.
17. Конюхова, Е.А. Электроснабжение : учебник для вузов / Е.А. Конюхова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014.
18. Короткие замыкания и выбор электрооборудования: учебное пособие для вузов / И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев и др.; под ред. И.П. Крючкова, В.А. Старшинова. – М.: Изд. дом МЭИ, 2012.
19. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования : учеб. пособие для вузов / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – М.: Энергоатомиздат, 2014.
20. Устройства вводно-распределительные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия – М., 2014.
21. The Use of Spark Ignition Engine in Domestic Cogeneration, FeizaMemet, Osman Kamil Sag, 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://anale-ing.uem.ro/2009/2009_a24.pdf (05.05.2017).
22. Gilewski, J. COMBINED SYSTEMS OF ENERGY GENERATION / J. Gilewski, J. Montusiewicz – A CHARACTERISATION AND CLASSIFICATION,23/09/2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/mmcks.2015.10.issue-1/mmcks-2015->

0001/mmcks-2015-0001.xml (05.05.2017).

23. Electrical machine fundamental (DC Machine, AC machine, DC Series Motor, Induction 3 phase [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.slideshare.net/tarekali334839/electrical-machine-fundamental-dc-machineac-macinedc-series-motorinduction-3-phase-moto> (05.05.2017).

24. What virtual synchronous generation means for distributed generation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.engerati.com/article/smart-meters---foundation-smart-energy-future> (05.05.2017).

25. Smart meters – foundation of the smart energy future [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.engerati.com/article/what-virtual-synchronous-generation-means-distributed-generation> (05.05.2017).