

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

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Реконструкция системы электроснабжения уличной сети освещения города

Студент

А.С. Храмов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., О.В. Самолина

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

Консультант

к.п.н., доцент А.В. Кириллова

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

Тольятти 2021

Аннотация

Выпускная квалификационная работа посвящена вопросу о проектировании освещения города в связи с изменением системы электроснабжения в процессе развития инфраструктуры за счет которой произошло увеличение мощности. За расчетную часть принят микрорайон города.

В соответствии с этой целью был решен ряд взаимосвязанных задач.

Целью работы является реконструкция и расчет электроснабжения освещения микрорайона.

Задачи:

- определение силовой нагрузки;
- рациональный выбор количества и мощности трансформаторов;
- выбор структуры электрической сети;
- определить светотехническое оборудование, а так же сечения и марки проводов ВЛ-0,4 на освещение данного района;
- выбрать и проверить защиту осветительной сети и выбор автоматических выключателей.

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

Annotation

The diploma work is devoted to the issue of designing the city lighting in connection with the change in the power supply system in the process of infrastructure development due to which there was an increase in capacity. The city's microdistrict was taken as the calculated part.

According to this goal, a certain set of interconnected tasks was resolved.

The main goal of the work is calculating of electricity supply of lighting of the microdistrict.

Tasks :

- determination of power load;;
- rational choice of the number and capacity of transformers;
- selection of the structure of the electrical network;
- determine the lighting equipment, as well as the cross-sections and brands of wires VL-0.4 for the illumination of a given area;
- elect and check the protection of the lighting network and the selection of circuit breakers.

The senior paper consists of an introduction, five parts, a conclusion, tables, list of references including foreign sources and the graphic part on 6 A1 sheets.

Содержание

Введение.....	5
1 Расчет электрических нагрузок района	8
1.1 Характеристика всех потребителей района.....	8
1.2 Определение расчетных нагрузок электроприемников.....	10
1.3 Климатические условия и нагрузки проектируемого участка.....	11
2 Графики электрических нагрузок района.....	12
3 Расчет координат для расположения подстанций 10/0,4 кв	16
4 Выбор трансформаторов.....	18
4.1 Общие требования и условия работы силовых трансформаторов.....	18
4.2 Типы подстанций.....	22
4.3 Маркировка РП их назначение.....	22
4.4 Организация технического обслуживания и ремонтов КТП и силовых трансформаторов.....	26
4.5 Выбор количества и мощности силовых трансформаторов.....	31
4.6 Выбор схем построения электрических сетей 20-0,38кВ.....	33
5 Освещение.....	35
5.1 Обоснование схемы электроснабжения сети освещения улиц.....	35
5.2 Расчет кабельных линий наружного освещения многоквартирных домов района.....	39
5.3 Расчет линий наружного освещения административных зданий.....	45
5.4 Защита осветительной сети и выбор автоматических выключателей.....	53
5.5 Мероприятия по заземлению (занулению) и молниезащите.....	55
Заключение	58
Список используемых источников.....	60

Введение

Формирование городской системы электроснабжения выполняется долгое время. По мере развития города, исходя из анализа существующей системы электроснабжения города, резервных мощностей, строительство новых районов и предприятий не только актуально, но и претерпевают изменения перспективные схемы электроснабжения. Необходимо согласовать ограничения по электроснабжению, планировку подстанции и план развития энергосистемы.

План развития городского плана электроснабжения должен включать возможность его поэтапного развития, которое может подключать новые элементы без необходимости в изменении инфраструктуры. При проектировании городской системы электроснабжения можно использовать упрощенную схему для распределения электрической энергии на повышенном напряжении с минимальными потерями. По этой причине понижающая подстанция должна располагаться как можно ближе к центру нагрузки жилого массива.

Уровень напряжения в городской сети зависит от минимизации ступеней преобразования, доступного номинального напряжения и доступной мощности, а также долгосрочного плана развития города. Уменьшение количества преобразований напряжения может снизить потери мощности и повысить надежность источника питания.

Важным критерием уровня жизни общества является потребление электроэнергии населением. Электроэнергия на душу населения отражает уровень комфорта жилья и долговечности городской инфраструктуры. Во всех развитых странах это число неуклонно растет.

Увеличение потребления электроэнергии населением повысило надежность и энергоэффективность электрических сетей на всех уровнях – от сетей крупных городов до сетей индивидуальных многоквартирных домов. Это особенно важно в связи со снижением производительности сетевого

оборудования и повышением комфортности домов, оборудованных мощной бытовой техникой.

Электрическое освещение играет огромную роль в жизни современного человека – повышает производительность труда и качество выпускаемой продукции, создает нормальное этическое и психологическое состояние.

На электрическое освещение в стране затрачивается 14 % вырабатываемой энергии. Рациональное проектирование, переход к энергоэкономичным лампам, как показывает практика, позволяет сэкономить не менее 20% электроэнергии. Грамотное применение осветительных установок может повысить производительность труда на 5 – 10 % и наоборот, безграничное использование может привести к утомляемости зрительного аппарата работающих, травмам и снижению работоспособности рабочего

Перспективы развития электрического освещения предусматривают улучшение технико-экономических показателей существующих источников света с увеличением световой отдачи. Кроме этого освещение не должно отрицательно влиять на производительность труда, безопасность работы, создавать комфортное состояние человека.

Целью проектирования осветительной установки является создание такой световой среды, которая бы обеспечивала качественное освещение с учетом особенностей производства, требований к цветопередаче, нормируемой освещенности и техники безопасности при минимальных расходах электроэнергии и затратах материальных и трудовых ресурсов на приобретение, монтаж и эксплуатацию ОУ.

Основной целью данной работы является проектирование электроснабжения электрического освещения системы уличного освещения микрорайона города, замена морально устаревшего оборудования на более новое, так как изменяется нагрузка на район, а так же схема электроснабжения. Так же задача в правильном выборе оборудования, что немало важно для экономичности и правильной эксплуатации данного проекта. Суть реконструкции обусловлена тем, что происходит развитие в

микрорайоне инфраструктуры в следствии этого принято решение провести полную реконструкцию освещения района. За расчетную часть принимается микрорайон в граница двух улиц небольшой протяженностью. Остальная часть райоина реконструируется по аналогичному принципу.

Необходимость данной работы также обусловлена устареванием как физически, так и морально всего электрооборудования освещения.

Для выполнения поставленной цели, необходимо было выполнить следующие задачи:

- определить целесообразность реконструкции освещения района, для чего нужно рассчитать энергопотребление микрорайона, по итогам которой определим необходимость реконструкции;

- определение силовой нагрузки на микрорайон;

- оптимизация параметров схемы за счет рационального выбора разумных напряжений во внешних и внутренних энергосистемах;

- рациональный выбор количества и мощности трансформаторов, а также структуры электрической сети;

- выполнить расчёт и выбрать приборы освещения в соответствии со всеми требованиями;

- выбрать и проверить коммутационные и защитные аппараты для правильной эксплуатации сетей освещения.

Структура работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы и графической части.

1 Расчет электрических нагрузок района

1.1 Характеристика всех потребителей района

«Расчет нагрузок сети города заключается в определении нагрузок потребителей (жилых домов, общественных зданий, коммунальнобытовых предприятий и т.д.) и объектов системы электроснабжения (распределительных линий электропередачи, трансформаторных подстанций и т.д.)» [3], [2], [5]..

Расчету предшествует анализ состава потребителей электрической энергии проектируемого микрорайона.

За максимум нагрузки принимаем 30-ти минутный период. Это обусловлено выбором всех элементов системы. Один потребитель, в качестве которого выступает семья или квартира при посемейном заселении домов принимается за расчет.

В ВКР рассматривается и разрабатывается электроснабжение сети освещения. Состав района таблица 1.

Таблица 1 – Состав района, исходные данные

п/п	Наименование	Кол-во	Категория надежности электроснабжения
1	Жилой дом	82	III
2	Школа	1	III
3	Детский сад	1	III
4	Магазин	12	III
5	Почта	2	III

Расчетная электрическая нагрузка квартир $P_{кв}$, кВт, приведенная к вводу жилого здания, определяется по формуле 1:

$$P_{\text{кв-}} = P_{\text{кв-,уд-}} \times n, \quad (1)$$

где $P_{\text{кв.уд}}$ – удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников (зданий), кВт/квартира;

n – число квартир [8],[7],[6]..

В квартирах установлены плиты мощностью 8 кВт.

Расчетная электрическая нагрузка общественных зданий:

$$P_{\text{расч}} = P_{\text{уд}} \cdot n, \quad (2)$$

где $P_{\text{уд}}$ – нагрузка общественных зданий [4],[9],[10],[26];

n – количество мест, площадь.

Предприятия общественного питания являются полностью электрифицированными. Магазины с кондиционированием воздуха. Школы с электрифицированными столовыми и спортзалами.

Подставим значения в указанную формулу.

$$P_{\text{уд.120}} = P_{\text{удю100}} - \frac{P_{\text{уд.100}} - P_{\text{уд.200}}}{200 - 100} \times (120 - 100) = 1,5 - \frac{1,5 - 1,36}{200 - 100} \times (120 - 100) = 1,47$$

$$P_{\text{уд.80}} = P_{\text{удю60}} - \frac{P_{\text{уд.60}} - P_{\text{уд.100}}}{100 - 60} \times (80 - 60) = 1,7 - \frac{1,7 - 1,5}{100 - 60} \times (80 - 60) = 1,6$$

$$P_{\text{уд.32}} = P_{\text{удю24}} - \frac{P_{\text{уд.24}} - P_{\text{уд.40}}}{40 - 24} \times (32 - 24) = 2,2 - \frac{2,2 - 1,95}{40 - 24} \times (32 - 24) = 2,075$$

$$P_{\text{уд.20}} = P_{\text{удю18}} - \frac{P_{\text{уд.18}} - P_{\text{уд.24}}}{24 - 18} \times (20 - 18) = 2,6 - \frac{2,6 - 2,2}{24 - 18} \times (20 - 18) = 2,467$$

$$P_{\text{уд.60}} = 1,7$$

$$P_{уд.40} = 1,95$$

$$P_{уд.6} = 5,1$$

Для расчета других потребителей используем эту же формулу. Результаты этих расчетов приведены в приложении А1. Посредством данных расчетов определяется реальная потребляемая мощность, которая составляет 6235,77 кВт.

1.2 Определение расчетных нагрузок электроприёмников

Так как в некоторых зданиях предусмотрены организации различного типа, то нагрузка будет высчитываться, без данной площади по данным формулам. Нагрузку данных организаций будем находить отдельно и суммировать с нагрузкой общей.

$$P_{кв-} = P_{кв-,уд-} \times n, \quad (3)$$

$$Q = P \times \operatorname{tg} \varphi, \quad (4)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}. \quad (5)$$

$$P_{сощ} = 0,25 \times 450 = 112,5 (\text{кВт})$$

$$Q_{сощ} = 112,5 \times 0,38 = 42,75 (\text{кВАр})$$

$$S_{сощ} = \sqrt{112,5^2 + 42,75^2} = 120,35 (\text{кВА})$$

$$P_{уд.58} = P_{уд.40} - \frac{P_{уд.40} - P_{уд.60}}{60 - 40} \times (58 - 40) = 1,95 - \frac{1,95 - 1,7}{60 - 40} \times (58 - 40) = 1,725 (\text{кВт})$$

$$P_{58} = 58 \times 1,725 = 103,53(\text{кВт})$$

$$Q_{58} = 103,53 \times 0,2 = 20,71(\text{кВАр})$$

$$P_{M3} = 25 \times 0,25 = 6,25(\text{кВт})$$

$$Q_{M3} = 6,25 \times 0,75 = 4,688(\text{кВАр})$$

$$P = 6,25 + 103,53 = 109,78(\text{кВт})$$

$$Q = 20,71 + 4,688 = 25,398(\text{кВАр})$$

$$S = \sqrt{109,78^2 + 25,398^2} = 112,68(\text{кВА})$$

Результаты всех расчетов приведены в приложении А2, так как их находим аналогично.

1.3 Климатические условия и нагрузки проектируемого участка

Климатические условия района проектирования - Республика Хакасия:

- ветровое давление - 600Па (Шв.р.);
- толщина стенки гололеда 10мм (Шг.р.);
- среднегодовая температура воздуха составляет +0,9°С;
- абсолютный максимум 31°С;
- абсолютный минимум минус 27,9°С;
- среднегодовая продолжительность гроз 42,5 часов с грозой;
- степень загрязнения атмосферы II.

Вывод: Расчетным путем выяснили реальную потребляемую мощность каждого отдельного потребителя для сети освещения.

2 Графики электрических нагрузок района

«Графики нагрузок дают представление о характере изменения во времени электрических нагрузок. По продолжительности они бывают суточными и годовыми.

Графики нагрузок микрорайона в целом дают возможность определить потребление активной энергии потребителями микрорайона, правильно выбрать силовые трансформаторы и питающие линии.

По графикам планируется текущий и капитальный ремонт элементов системы электроснабжения, определяют необходимое количество и суммарную мощность рабочих агрегатов станции, в различные часы суток»[4].

«Известные методики расчета потерь электроэнергии в электрических сетях основаны на нормальных условиях эксплуатации и функционирования электроэнергетической системы и бесперебойном электроснабжении потребителей. При электроснабжении потребителей с ограничениями и перерывами известные выражения для определения числа часов наибольших потерь и коэффициента формы графика нагрузки имеют недопустимо высокие погрешности, и их применение становится неоправданным»[4].

По данным графика определяют число часов использования максимальной нагрузки, ч.,

$$T_M = \frac{200 \sum P_{3i} + 165 \sum P_{Лi}}{P_{МАКС.З}}, \quad (6)$$

где P_{3i} – нагрузка i –го часа в декабре; кВт;

$P_{Лi}$ – нагрузка i –го часа в июне; кВт;

$P_{МАКС.З}$ – максимальная нагрузка в зимний период; кВт [15], [14].

Время максимальных потерь, ч.

$$\tau_M = (0,124 + T_M \times 10^{-4})^2 \times 8760, \quad (7)$$

Для вычисления часов использования максимальной нагрузки берем данные из приложения.

Полная нагрузка отдельных потребителей.

$$P_{зимн(жд)} = 176,64 \times 8 + 102 \times 15 + 103,53 \times 2 + 128 \times 4 + 49,34 \times 29 + 78 \times 12 + 30,6 \times 5 + 168,76 + 175,39 + 76,83 + 66,4 \times 3 + 83,08 = 6885,3(\text{кВт})$$

$$P_{летн(жд)} = 6885,3 \times 0,7 = 5508,24(\text{кВт})$$

$$P_{зимндс} = 138(\text{кВт})$$

$$P_{летндс} = 138 \times 0,7 = 96,7(\text{кВт})$$

$$P_{зимнсош} = 225(\text{кВт})$$

$$P_{летнсош} = 225 \times 0,7 = 157,5(\text{кВт})$$

$$P_{зимнмаг} = 2,5 + 1,38 + 12,5 + 30 + 30 + 32 + 5 + 12,5 + 3,75 + 1,38 = 101,01(\text{кВт})$$

$$P_{летнмаг} = 101,01 \times 0,7 = 70,71(\text{кВт})$$

По формуле:

$$P_{x/зимн} = P_{зимн} \times \%_{з.х}, \quad (8)$$

$$P_{0-1.зим(жд)} = 6885,3 \times 0,15 = 1032,8(\text{кВт}),$$

находим потребляемую мощность за конкретный час зимой.

Сводим все в приложение суточных нагрузок за зимний период.

Из приложения выбираем большую зимнюю нагрузку, равную $P_{\Sigma} = 7261,5(\text{кВт})$

$$P_{x/\text{летн}} = P_{\text{летн}} \times \%_{\text{л.х}}, \quad (9)$$

$$P_{0-1.\text{летн}(\text{жд})} = 5508,24 \times 0,15 = 826,2(\text{кВт}),$$

находим потребляемую мощность за конкретный час летом.

Остальные почасовые нагрузки потребителей в летний период, представленные в приложении

В соответствии с приложением суточных нагрузок можно построить графики.

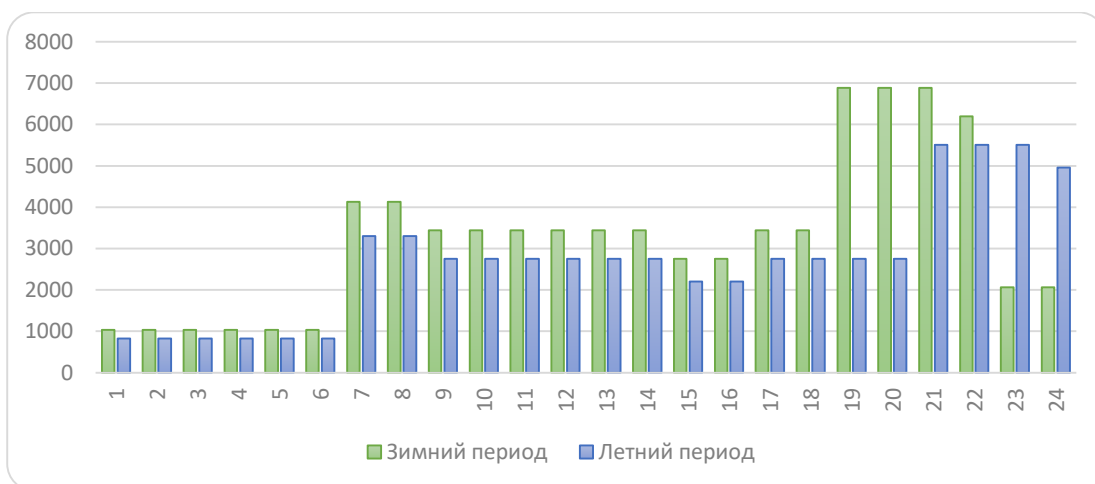


Рисунок 1 – График нагрузок многоквартирных домов

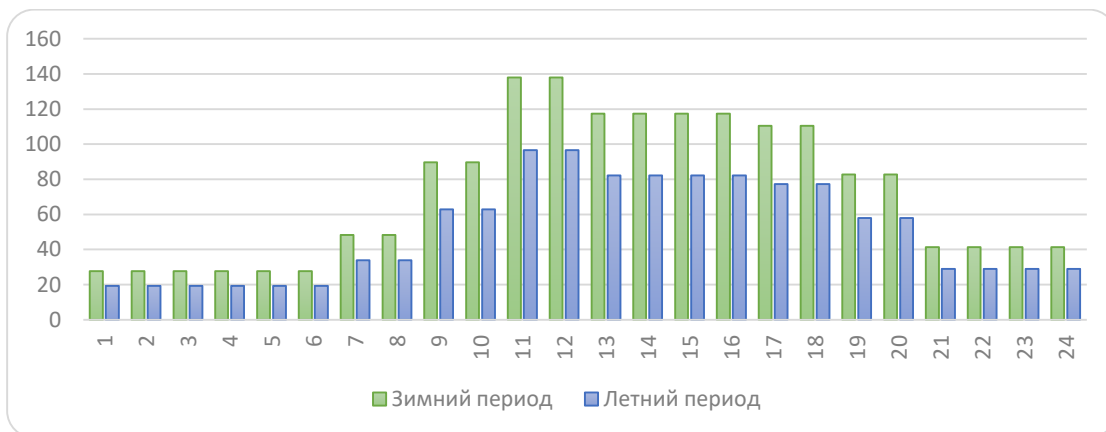


Рисунок 2 – График нагрузок детского сада

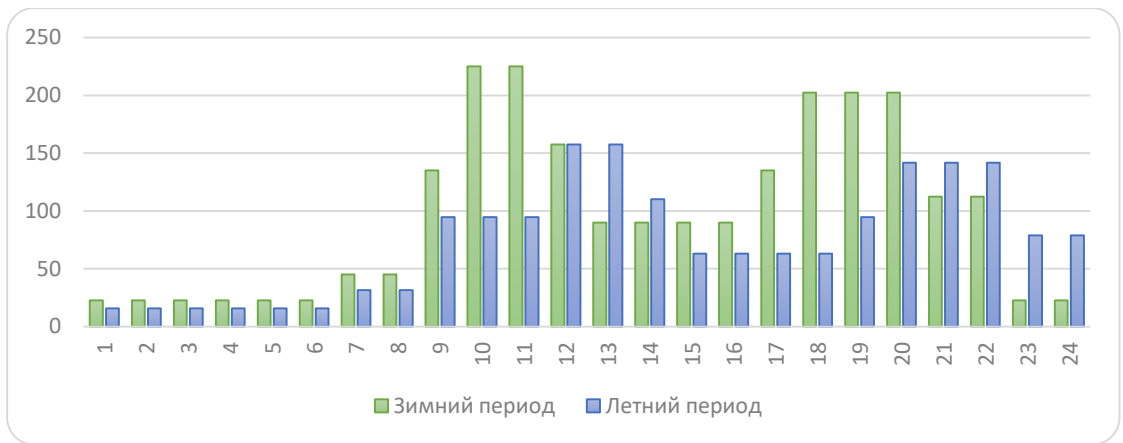


Рисунок 3 – График нагрузок школы

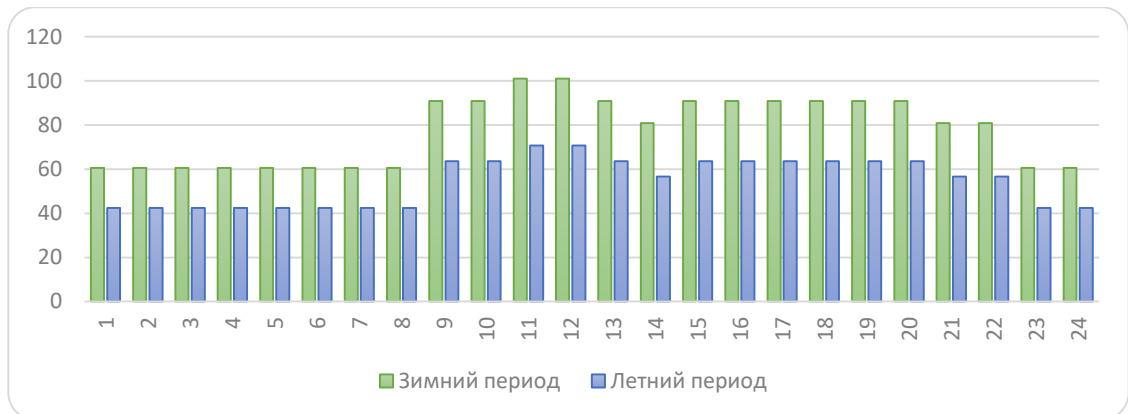


Рисунок 4 – График нагрузок организаций

Часы максимальной нагрузки определяем по формуле 6:

$$T_{\max} = \frac{200 \times (78492,4 + 1738,8 + 23401868,7) + 165 \times (64997,2 + 1217,2 + 1795,5 + 1308,1)}{7261,5} = 3900,766(\text{ч})$$

Время максимальных потерь:

$$\tau_m = (0,124 + 3900,766 \times 10^{-4})^2 \times 8760 = 423,7(\text{ч})$$

Вывод: В разделе, определяется число часов использования максимальной нагрузки, нагрузку потребителей в зимний и летний период и время максимальных потерь. Определили характер изменения во времени электрических нагрузок. В целом определилось потребление активной энергии потребителями микрорайона.

3 Расчет координат для расположения подстанций 10/0,4 кВ

Главная задача разместить ТП в самый центр распределения нагрузки для надежности и чтобы исключить потери в сети, так же это создает экономическое значение проекту. Что в дальнейшем исключит компенсацию реактивной мощности, так как нагрузка будет распределена между ТП, которые установлены в центре нагрузки.

В соответствии с этим, что бы нам понять куда именно устанавливать подстанции необходимо составить картограмму или генплан электрических нагрузок, где силовые нагрузки обычно указывают в виде кругов, а нагрузки которые предусмотрены для наружного освещения-секторами, затем выявляются сосредоточенные нагрузки и определяются центры тяжести групп распределенных нагрузок.

Необходимо определить местоположение подстанций. Чтобы определить координаты центра электрической нагрузки выводим формулу:

$$X_0 = \frac{\sum P_i \times X_i}{\sum P_i}, \quad (10)$$

$$Y_0 = \frac{\sum P_i \times Y_i}{\sum P_i}, \quad (11)$$

где P_i – активная мощность i –объекта; подключенного к шинам ТП, кВт;

X_i, Y_i – координаты центра нагрузок отдельных потребителей [11],[32].

Данные расчета координат для правильного размещения ТП, для максимальной эффективности и экономичности передачи электроэнергии приведены расчеты в таблице 2.

Таблица 2 –Точки координат для правильного расположения подстанций

п/п ТП	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
X	6,23	17,4	14,80	21,2	33,80	34,2	33,5
Y	12,5	13	9,35	6,05	10,1	26,1	19,1

Вывод:

В этом разделе выбрали места расположения трансформаторных подстанций, что позволит оптимизировать работу всей распределительной сети 10/0,4 кВ данного района.

От правильного расположения ТП зависят экономические показатели, так же надежность передачи электроэнергии до электроприемников.

Немало важно понимать, что координирование ТП даёт возможность в будущем правильно рассчитать коммутационные аппараты защиты. В соответствии с генеральным планом видно, что каждая ТП находится в самом центре ВЛ и КЛ для равномерного распределения электроэнергии, так же благодаря этому на генеральном плане мы можем замерить длины КЛ и ВЛ для правильного размещения защитной коммутации.

4 Выбор трансформаторов

4.1 Общие требования и условия работы силовых трансформаторов

Силовые трансформаторы – очень важные элементы энергосистемы, они преобразуют электроэнергию из одного значения в другое, которое в итоге используется конечными потребителями или для дальнейшей передачи электроэнергии.

Наиболее главной задачей электроэнергетики есть поддержка бесперебойной работы электрооборудования, в том числе и силовых трансформаторов, что обеспечивается его правильной работой.

Прежде всего, следует отметить, что правильная и бесперебойная работа силовых трансформаторов возможна только при соблюдении требований к его установке.

Трансформаторы, имеющие конструктивную защиту от газа, следует устанавливать на фундаменте оборудования под небольшим наклоном, чтобы верхняя крышка трансформатора поднималась в сторону газового реле на 1-1,5%, а маслопровод к расширителю - на 2-4%. Трансформаторы номинальной мощностью до 1000 кВА, как правило, газозащитой не оснащены, поэтому устанавливаются без наклона.

Главное условие работы силового трансформатора – это соблюдение нормируемого температурного режима при его эксплуатации. Потому очень важно соблюдать все требования производителя к установке и эксплуатации трансформаторов. «Главная задача - обеспечить нормальную работу трансформатора под нагрузкой с учетом возможных изменений температуры окружающей среды» [8],[7],[16]..

Работа трансформатора в нормальных температурных условиях обеспечивается, прежде всего, конструктивно предусмотренной системой охлаждения. Соответственно, нормальная работа силового трансформатора возможна только в том случае, если система охлаждения находится в

хорошем состоянии и эффективна.

Если трансформатор устанавливается в закрытой камере, помимо штатной системы охлаждения, в помещении должна быть обеспечена эффективная вентиляция. Вентиляция естественного типа применяется для трансформаторов малой мощности. Приточно-вытяжная вентиляция предусматривается местными погодными условиями, характеристиками трансформатора. Охлаждения определяется разницей температур приточного и вытяжного воздуха [8],[7],[17],[18].

У трансформаторов, заполненных маслом, осуществляется с помощью трансформаторного масла отвод тепла обмоток, в котором находятся обмотки этой части оборудования. Во избежание повреждения обмоток в процессе эксплуатации необходимо соблюдать необходимый уровень масла в баке трансформатора. Контроль уровня масла в расширителе включает в себя работа трансформатора. Уровень должен находиться в допустимых пределах и примерно быть одинаковым температуре окружающей среды с учетом нагрузки трансформатора.

Также на трансформаторы устанавливаются термометры или датчики температуры, с помощью которых контролируется температура верхних слоев трансформаторного масла, которая должна соответствовать требованиям, предъявляемым к определенной системе охлаждения.

Управление режимом нагрузки – это важнейшая задача управления силовым трансформатором. Номинальное значение тока для каждой из обмоток трансформатора, не должно превышать ток нагрузки.

На сроке службы трансформатора сильно сказывается длительная перегрузка трансформаторов сверх нормы. Если мощности трансформатора недостаточно, его заменяют на более мощный, в соответствии потребностям потребителей.

Силовые трансформаторы – это оборудование с повышенной пожароопасностью. Поэтому при эксплуатации силовых трансформаторов необходимо неукоснительно соблюдать правила противопожарной защиты.

В ОРУ, в котором установлен трансформатор, в соответствии с техникой пожарной безопасности должны быть огнетушители - песочницы, огнетушители.

Для трансформаторов большой мощности установлены специальные системы автоматического пожаротушения. В этом случае работа трансформатора позволяет проводить периодические проверки работоспособности и техническое обслуживание этих установок.

Для трансформаторов с большим количеством трансформаторного масла для предотвращения утечки масла в случае протечки бака установлены специальные маслоприемники, которые соединяются с масляным баком трубопроводами. При повреждении трансформатора в масляный поддон попадет все количество масла.

На объектах электроэнергетики особое внимание уделяется обучению обслуживающего персонала по вопросам противопожарной защиты: организуется обучение, проводится периодическая проверка знаний правил противопожарной защиты, проводятся противопожарные тренинги, проводятся противопожарные тренинги [15],[29],[30]..

В период всего срока работы силовых трансформаторов обеспечивается наличие защитных устройств, задачей которых является защита от перегрузок и внутренних повреждений.

Поэтому в эксплуатацию трансформатора также входит своевременный осмотр и обслуживание элементов релейной защиты и автоматики трансформатора.

Для обеспечения бесперебойной и продолжительной эксплуатации работа силовых трансформаторов на подстанциях включает следующие мероприятия:

- проведение периодических проверок;
- проведение всех видов ремонта ремонтов;
- устранение неисправностей после аварий.

Частота проверки трансформатора зависит от его типа. В

электроустановках с дежурными сменами проверка проводится один раз в день, без дежурной смены - не реже одного раза в месяц, а проверка трансформаторов в пунктах распределения - один раз в 6 месяцев.

В зависимости от условий эксплуатации трансформатора, особенно режима нагрузки, температуры окружающей среды, а также технического состояния оборудования в целом частота проверок может варьироваться.

В аварийных случаях аварийные проверки трансформатора производятся после отключения защиты или резких изменений температуры окружающей среды.

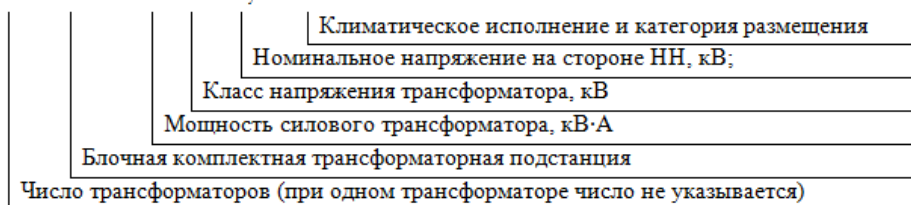
Осмотр производится без разъединения. При осмотре обращается внимание на следующее:

- показания температуры, уровня масла в расширителе и соответствие температуре окружающей среды с учетом нагрузки;
- отсутствие механических повреждений в баке, шумов;
- заземление электрода (сборной шины);
- целостность и отсутствие загрязнения изолятора рукава, давления масла и отсутствие протечек на герметичных рукавах;
- состояние рельсовых и контактных соединений, отсутствие отопления;
- отсутствие протечек масла на резервуары, трубопроводы и другие элементы конструкции;
- состояние сигнального силикагеля в сушилке;
- исправность и правильность работы маслоочистного оборудования, охлаждающих устройств;
- при наличии переключателей на нагрузке - согласование положения переключателя на приводе, расположенном на трансформаторе, и по направлению стрелки, расположенной на плате для защиты, управления и автоматике;
- показания прибора также проверяются на панели защиты - уровни тока и напряжения нагрузки с каждой стороны, отсутствие

«Блок КТП предназначен для приема электроэнергии 6 кВ и преобразования ее в напряжение 0,4 кВ для электроснабжения городских, промышленных, сельскохозяйственных объектов и строительных площадок» [11][32].

Обозначение

х - БКТП - х - х - 0,4 - У1

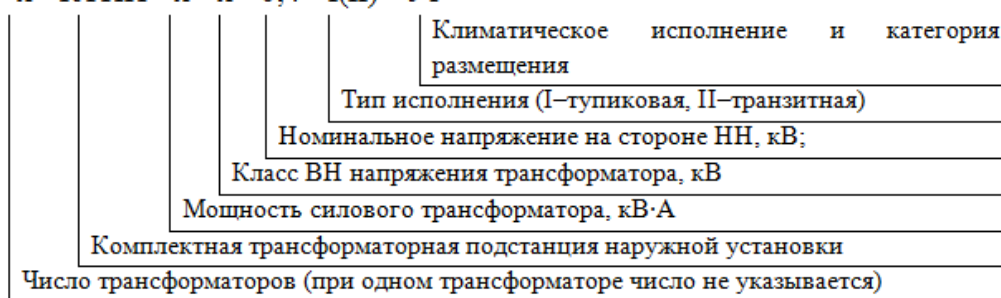


КТПН.

«Комплектная трансформаторная подстанция наружного применения на напряжение до 6 кВ мощностью 160 ... 630 кВ В А предназначена для приема, преобразования и распределения электроэнергии номинальным напряжением 0,4 кВ и надежно заземленной нейтралью. Подстанции предназначены для питания городских и сельскохозяйственных объектов, а также строительных площадок» [11],[28],[31],[32].

Обозначение

х - КТПН - х - х - 0,4 - I(II) - У1

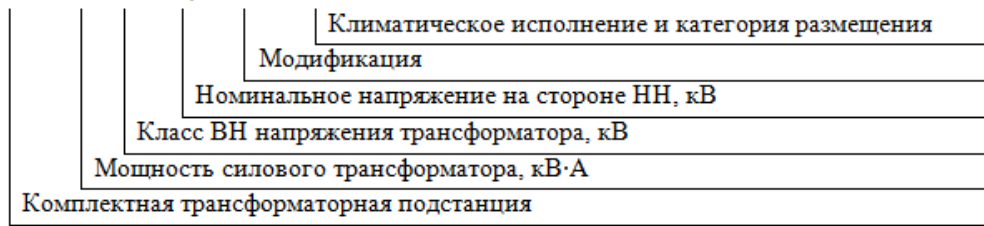


КТП-94.

«Комплектная трансформаторная подстанция наружной установки КТП-94 предназначена для приема, преобразования и распределения электроэнергии в сетях 0,4 кВ с заземленной нейтралью. Это трансформаторная подстанция с одним глухим трансформатором» [11][32].

Обозначение

КТП - х - х - 0,4 - 94 - У1

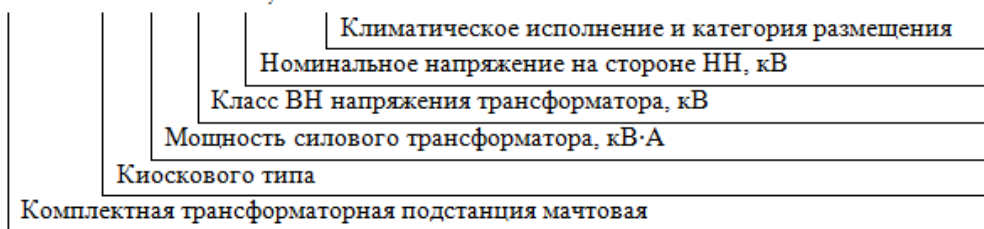


КТПМ – К.

«Комплектная тупиковая трансформаторная подстанция с воздухозаборником предназначена для приема, преобразования и распределения электрической энергии в сетях 0,4 кВ с глухозаземленной нейтралью. Предназначены для использования в сетях сельскохозяйственного назначения и других объектах соответствующей мощности» [11], [21]. [32].

Обозначение

КТПМ - К - х - х - 0,4 - У1

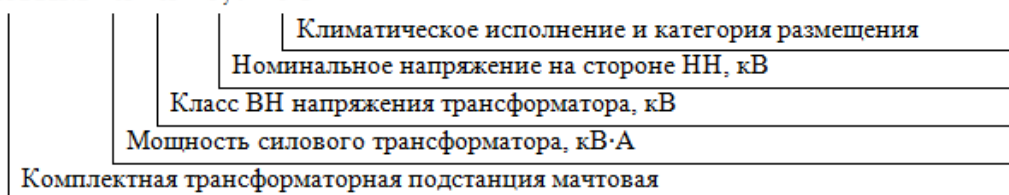


КТПМ

«Комплектная тупиковая трансформаторная подстанция с воздухозаборником предназначена для приема, преобразования и распределения электрической энергии в сетях 0,4 кВ с глухозаземленной нейтралью. Предназначены для использования в сетях сельскохозяйственных и других объектах аналогичной мощности» [11],[24].[32].

Обозначение

КТПМ - х - х - 0,4 - У1

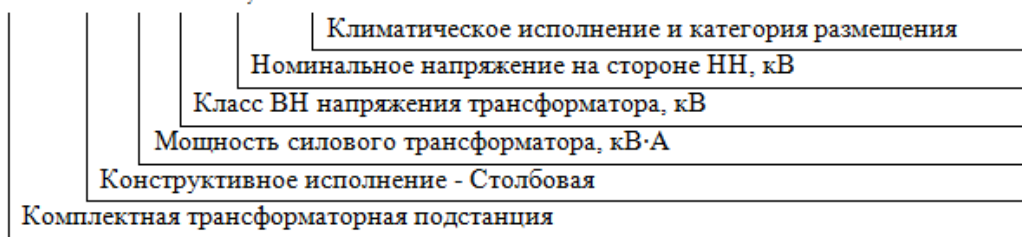


КТП-С.

«Комплектная трансформаторная подстанция колонного типа мощностью 100 ... 250 кВ А является однострансформаторной подстанцией тупикового типа для установки снаружи. Используется для приема, преобразования и распределения электрической энергии в сетях 0,4 кВ. Предназначены для электроснабжения отдельных населенных пунктов и других объектов соответствующей мощности, аналогичных по электроснабжению» [11],[32].

Обозначение

КТП - С - х - х - 0,4 - У1

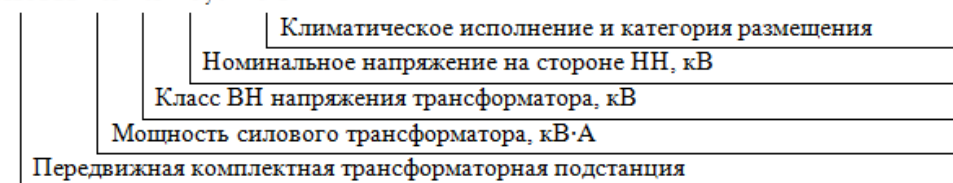


ПКТП.

«Передвижная комплектная трансформаторная подстанция – это однострансформаторная подстанция наружного монтажа тупикового типа мощностью до 630 кВ А с кабельным или воздушным вводом 6 кВ. Предназначены для электроснабжения городских электрических сетей (аналог КТПГС), для питания небольших строительных площадок и промышленных, сезонных насосных станций и других потребителей, аналогичных по условиям электроснабжения» [11],[32].

Обозначение

ПКТП - х - х - 0,4 - У1



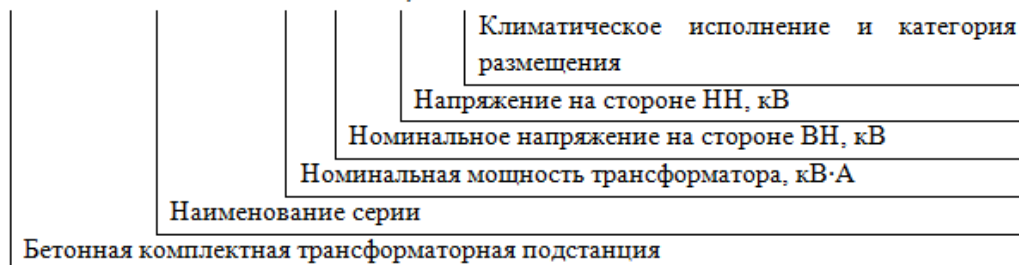
БКТП «Монолит».

«Подстанции предназначены для приема, преобразования и распределения электроэнергии напряжением 6 кВ в цепях электропитания

городских сетей. БКТП используются вместо строительства закрытых трансформаторных подстанций» [11],[32].

Обозначение

БКТП - «Монолит» - х - х - 0,4 - У1



«Нормативными условиями работы городских подстанций являются: умеренный климат; окружающая среда – невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивной пыли и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию» [11],[32].

4.4 Организация технического обслуживания и ремонтов КТП и силовых трансформаторов

«Техническое обслуживание трансформаторов напряжения и их вторичных цепей выполняется персоналом и заключается в работе над самими трансформаторами напряжения и контроллерами для исправления цепей вторичного напряжения.

Контроль работы трансформатора напряжения при проверке оборудования. В то же время они обращают внимание на общее состояние трансформаторов напряжения, наличие разрядов и напряжений внутри трансформатора, отсутствие следов перекрытия на поверхности изоляторов и фарфоровых шин, отсутствие изоляции и изолирующих микросхем и состояние арматурных швов. Если обнаружены трещины, трансформаторы напряжения должны быть отсоединены и подвергнуты детальному осмотру и испытаниям» [25],[26].

На контрольных панелях необходимо регулярно отслеживать наличие напряжения на трансформаторах и сигнальных устройствах (дисплеях, сигнальных лампах, вызовах).

«В случае сброса вторичного напряжения предохранители низкого напряжения и автоматические выключатели должны быть замкнуты. Проверенные в процессе эксплуатации трансформаторы тока проверяют наличие свободных проводящих слоев графитовой краски (54% графита, 32% лака, 14% бензина), состояние изоляции вторичной обмотки и уровень масла (в масляных трансформаторах). Слабые трансформаторы являются источниками тока для короткозамкнутой вторичной обмотки или вторичных токов для короткозамкнутой первичной обмотки» [11],[32].

«Неиспользуемые один раз в год испытанные трансформаторы тока с пониженным током и проверенным электрическим сопротивлением, а также его испытательное напряжение (испытанное в стандартном разряднике) должны быть трансформаторами с номинальным напряжением 35 кВ не менее 30 кВ. Все трансформаторы должны быть заземлены, все должны быть подключены к вторичной обмотке (корпус, фланцы, основание, основание, тележка и т.д.) защиты. Работы, связанные с коммутацией в цепях вторичной обмотки, также проводятся только после отключения трансформаторов тока от сети. Выполнение операций без отключения трансформаторов тока допускается только в цепях, оснащенных специальными закорачивающими зажимами» [26].

«Испытание изоляции первичных обмоток измерительных трансформаторов с высоким напряжением допускается проводить вместе с шиной. Испытательное напряжение устанавливается в соответствии со стандартами для электрооборудования с самым низким уровнем. Испытание трансформаторов тока, подключенных к силовым кабелям 6–10 кВ, проводится без выравнивания (вместе с кабелями) в соответствии со стандартами, принятыми для силовых кабелей» [13].

«Трансформаторы считаются наиболее надежными элементами в энергосистемах. Действительно, по сравнению с другими видами силового оборудования (котлы, турбины, генераторы), трансформатор очень надежен в эксплуатации.

По своему положению и принципу действия трансформаторы напряжения напоминают обычные силовые трансформаторы, но отличаются от них малой мощностью (максимальная мощность трансформатора НОМ-10 составляет 720 ВА) и изготавливаются со стороны более высокого напряжения для всех напряжений по ГОСТ 0,38. до 500 кВ.

При испытаниях трансформаторов с углублениями активной части состояние магнитопровода и обмоток проверяется в тех же количествах, что и для силовых трансформаторов» [11],[32].

«При установке трансформатора желтая шина подключается к клемме с маркировкой «А», зеленым с «В» и красным с «С». В однофазных трансформаторах клемма «А» может быть подключена к любой фазе. Если установлены три однофазных трансформатора, то все клеммы, обозначенные буквой «Х», соединяются с нулевой точкой общей шиной и землей. Корпус каждого трансформатора напряжения соединен с линией заземления отдельной стальной шиной с поперечным сечением не менее 48 мм²» [11],[32].

«Перед установкой трансформаторов тока тщательно осмотрите, проверьте состояние изоляции и контактных частей, целостность и состояние литого корпуса трансформаторов ТКЛ и ТПЛ, и металлический корпус ТПОФ, и ТПФМ, а также безопасность фарфоровых изоляторов. Трансформаторы тока, в которых имеются поврежденные изолирующие элементы, имеют глубокие отверстия на корпусе, на металлическом корпусе обнаружены повреждения изоляции, обнаружены внутренние обрывы проводов вторичной цепи, их необходимо отремонтировать перед установкой» [11],[32].

«После завершения ремонта трансформаторов тока они проходят испытания, которые обеспечивают сопротивление изоляции первичной обмотки относительно корпуса трансформатора тока и сопротивление изоляции вторичных обмоток.

Когда ток протекает через первичную обмотку трансформатора, в его разомкнутой вторичной обмотке будет создаваться опасное напряжение, что сопровождается недопустимым нагревом магнитной цепи, что может привести к повреждению изоляции или аварии» [26].

«При замене трансформатора тока новым, соединения первичной обмотки подключаются к распределительному устройству, провода вторичной обмотки соединяются с клеммами вторичной обмотки, металлическим корпусом или заземленным трансформатором заземления. Опорные трансформаторы устанавливаются в горизонтальном или вертикальном положении, а сварочные конструкции из угловой стали имеют размеры не менее 50x50x5 мм» [11],[32].

«Трансформатор заземляется с помощью заземляющего провода или шины, подключенной к одному распределительному устройству или заземленному распределительному устройству, а другой – к трансформатору тока под болтом заземления с маркировкой «3». Контактные поверхности тщательно очищены и смазаны вазелином. Таким образом, заземление подготовлено для проводов или заземляющих шин трансформатора тока» [12].

При обслуживании КТП нужно уделять регулярный контроль и обслуживание силовым трансформаторам и РУ.

При нормальной работе, ток нагрузки не должен превышать максимально-допустимых значений, указанных производителем. На КТП с двумя взаимоподдерживаемыми трансформаторами, максимальная рабочая нагрузка не может превышать 80% от номинальной нагрузки. Перегрузка линий выходящих из щитков ТП, когда они под защитой автоматических комбинированных расцепителей, допускается в аварийном режиме.

Периодичность проверки КТП определяется Службой главного энергетика. Тестирование трансформаторной станции выполняется путем полного снятия напряжения на входной и выходной линиях.

Техобслуживание – это комплекс мероприятий, для продления срока службы высоковольтного и низковольтного оборудования ТП.

Техобслуживание – фундамент для безопасного пользования ТП, которая есть одно из главных атрибутов системы электроснабжения.

Проведение технического обслуживания – это один из главных условий для быстрого возобновления электрической цепи в аварийной ситуации.

«При обслуживании КТП они руководствуются стандартами ГОСТ 14695–80» [11],[32].

Для техобслуживания важны плановые и внеочередные проверки персоналом и, если нужно, ремонтные работы.

«Работы по техническому обслуживанию выполняются в соответствии с правилами ПУЭ–7, указанными в разделе 4.2. 1–4.2.16 Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ» [11],[32].

«Качество ремонтных работ обязательно подтверждается приёмо–сдаточными испытаниями, которые проводятся в соответствии с ГОСТ 50571.16–99 и требованиями ПУЭ (глава 1. 8.)» [11],[32].

«Техническое обслуживание трансформаторных подстанций осуществляется при эксплуатации электрооборудования с соблюдением нормального режима работы. Разрешается использовать перерывы в работе, нерабочие дни и смены.

При проведении технического обслуживания по предварительному согласованию с диспетчерскими службами допускается кратковременное отключение электрооборудования от сетевого напряжения в соответствии с применимыми правилами» [11],[32].

«Регламентированное техобслуживание проводится по графику. Интервал технического обслуживания меньше или равен графику

технического обслуживания для запланированных мелкомасштабных операций. (ПУЭ–7, гл. 4.2.)» [11],[32].

За обслуживанием трансформаторной подстанции следит обслуживающий персонал, а за контролем состояния и использованием приборов, защиты и их ремонтом – персонал подстанции.

4.5 Выбор количества и мощности силовых трансформаторов

«Выбор номинального напряжения в системе электроснабжения требует учета многих факторов рассматриваемого района электроснабжения: характеристики источника питания; их размещения по территории района; плотности нагрузки; конструктивных особенностей отдельных элементов системы электроснабжения.

С выбором напряжения связаны вопросы по определению схемы и отдельных параметров элементов электроснабжения. В результате выбор напряжения, связан с решением проблемы рационального построения системы электроснабжения.

Для питания строящихся подстанций принимаем нестандартное значение напряжения 10 кВ, используемое в других микрорайонах города. За низшую ступень напряжения принимаем напряжение 380/220 В, оптимальное для питания бытовой и осветительной нагрузки» [26].

На шинах 0,4 кВ ТП при разном питании потребителей принято рассчитывать активную нагрузку по формуле:

$$P_{P.ТП.} = P_{зд.МАКС} + \sum K_{yi} \times P_{зд.i}, \quad (12)$$

где $P_{зд.МАКС}$ – наибольшая нагрузка здания на линии, кВт[8];

$P_{зд.i}$ нагрузка других зданий, кВт[8];

K_{yi} – коэффициент участия в максимуме электрических нагрузок [8].

(Q_P), кВАр формула реактивной нагрузки участка:

$$Q_{P.ТП.} = Q_{зд.МАКС} + \sum K_{yi} \times Q_{зд.i}, \quad (13)$$

где $Q_{МАКС.}$ – самая большая нагрузка зданий, питания от шин ТП, квар;

$Q_{P.i}$ – нагрузка остальных зданий, квар

кВ·А, определяется по формуле полной нагрузки:

$$S_{P.ТП.} = \sqrt{P_{P.ТП.}^2 + Q_{P.ТП.}^2}, \quad (14)$$

Коэффициент мощности:

$$\cos \varphi = \frac{P_{P.ТП.}}{S_{P.ТП.}}, \quad (15)$$

Коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{S_{P.ТП.}}{\sum S_{H.ТП.}}, \quad (16)$$

где $\sum S_{H.ТП.}$ суммарная номинальная мощность трансформаторов кВ·А.

Для №1

$$\begin{aligned} P_{P.ТП.} &= 176,64 + 128 + 49,34 + 128 + 78 + 78 + 78 + 78 + 78 + 78 + 1,38 \times 0,8 + 2,5 \times 0,8 = \\ &= 825,084 (\text{кВт}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{P.ТП.} &= 35,2 + 9,87 + 26,6 + 15,6 + 15,6 + 15,6 + 15,6 + 15,6 + 15,6 + 0,97 \times 0,8 + 2,5 \times 0,8 = \\ &= 166,65 (\text{кВар}) \end{aligned}$$

$$S_{ТП.} = \sqrt{825,084^2 + 166,65^2} = 841,745 (\text{кВА})$$

$$\cos \varphi = \frac{825,084}{841,745} = 0,98$$

$$K_3 = \frac{841,745}{2 \times 630} = 0,67$$

$$K_{3.AB} = \frac{841,745}{630} = 1,34$$

По расчетной мощности, выбираем трансформатор мощностью 630 кВА. Для установки на подстанциях микрорайона выбираем трансформатор ТМ630/10.

Таким образом рассчитываем остальные.

Таблица 3 – Трансформаторные подстанции

№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
2*630	2*1000	2*400	2*630	2*630	2*630	2*630

4.6 Выбор схем построения электрических сетей 20-0,38 кВ

«При двухлучевой системе питания электроэнергия подводится от источников переменного тока по двум фидерам. При двухлучевой системе аппаратура связи питается только от выпрямительных устройств типа ВУЛС, а аккумуляторные батареи отсутствуют. Выпрямительное устройство типа 1ВУЛС выпускается в комплекте, состоящем из двух одинаковых выпрямителей типа ВУЛ и одного шкафа фильтра типа ШФ, в котором установлен общий для обоих выпрямителей фильтр. Каждый выпрямитель подключается к отдельному фидеру переменного тока. По постоянному току выпрямители соединены параллельно и через общий фильтр подключены к нагрузке. В случае прекращения подачи электроэнергии по одному из фидеров или повреждения одного из выпрямителей неработающий или неисправный выпрямитель отключается, а второй выпрямитель начинает работать со 100 % - ной нагрузкой, при этом

питание аппаратуры не прерывается. При восстановлении напряжения на фидере или после устранения неисправности в поврежденном выпрямителе последний автоматически включается и нагрузка поровну распределяется между двумя выпрямителями»[22].

Двухлучевое питания необходимо для потребителей этих категорий, так как в современном использовании находятся такие сложные электроприемники как: бойлера, кондиционеры, титаны, обогрев пола электрообогрев. Хороший уровень надежности электроснабжения для потребителей дает распределительная сеть 10 (6) кВ для их питания. На рисунке 5 указана двухлучевая система.

ЦП находится на расстоянии 400 метров от района, в связи с этим возведение РП не имеет места быть.

На рисунке 5 – Двухлучевая схема распределительной сети

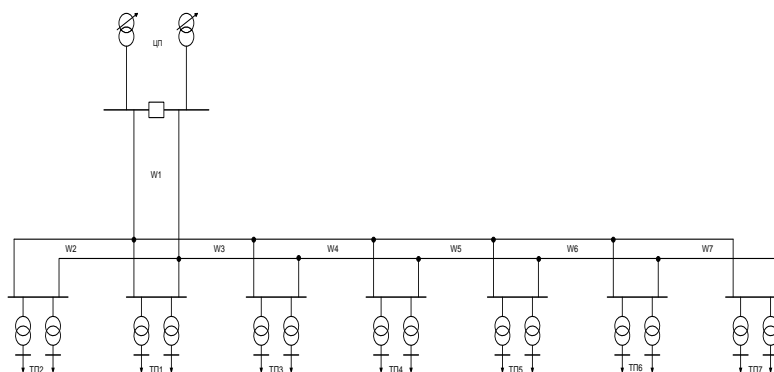


Рисунок 5 – Двухлучевая схема распределительной сети.

Вывод: На основании вычисления нагрузок потребителей определяется количество и мощность трансформаторов в ТП на 10кВ. Так же выбрана двухлучевая система питания.

5 Освещение

5.1 Обоснование схемы электроснабжения сети освещения улиц

Настоящим проектом предусмотрено освещение проезжей части улицы.

Реконструкция освещения проводится в соответствии с программой безопасного дорожного движения в темное время суток. Уличное освещение по всем стандартам должно обеспечить нормированную освещенность дорожного покрытия. Она должна быть по возможности равномерной. По уровню обеспечения надежности электроснабжения, электроприемники относятся к третьей категории. Эта категоричность предусматривает отключение электроэнергии на время устранения неисправности, такое отключение не разрешено проводить более суток. Качество электроэнергии обеспечивается согласно ГОСТ 321442013. Электроприемники обозначенные в данной ВКР носят технологический характер. Коэффициент мощности заявленный заводом производителем светильников не менее 0,98. Установка компенсатора реактивной мощности не требуется.

Максимальная мощность энергопринимающих устройств проектируемого участка – 4,65 кВА.

Тогда годовое потребление электроэнергии составит 19501,4 кВт*ч/год.

Выбор источников света определяется требованиями к освещению (цветность излучения, зрительный комфорт, показатель блескости других) и выполняется на основании сопоставления достоинств и недостатков существующих источников света в соответствии с требованиями [20][23].

При выборе источников света учитываются следующие основные факторы:

- электрические характеристики (напряжение, мощность, род тока);
- светотехнические параметры (световой поток, сила света, цветопередача, цветовая температура, спектральный состав излучения);

- конструктивные параметры (форма и размеры колбы или длина трубчатых ламп);
- средняя продолжительность работы;
- стабильность светового потока;
- экономичность (стоимость, световая отдача).

Для начала находим освещенность основной проезжей части. По СНиПам средняя горизонтальная освещенность таких дорог должна составлять не менее 10 лк.

$E_{\max} \geq 25 \text{Лк}$; $E_{\text{ср}} \geq 15 \text{Лк}$; $E_{\text{мин}}/E_{\max} \geq 0,25$. При пусконаладочных работах учесть необходимость включения освещения дороги при степени освещенности естественным светом меньше 20Лк и отключение при освещенности более 10Лк.

Светотехнические характеристики, полученные в результате расчета:

1. Две полосы движения (без разделительной полосы):

— максимальная горизонтальная освещенность

32,5Лк;

— средняя горизонтальная освещенность

16,3Лк;

— отношение максимальной освещенности к средней $E_{\text{мин}} / E_{\text{ср}} = 0,47$.

Настоящим проектом рассматривается вопрос строительства освещения проезжей части улицы. Аварийное освещение не предусматривается. Согласно СП52.13330.2016 Транспортные и пешеходные связи в пределах жилых районов и выход на магистрали, за исключением улиц с непрерывным движением транспорта категории В1 средняя горизонтальная освещенность покрытия проезжей части принята не менее 15Лк. Равномерность освещенности дорожного покрытия U_h , $E_{\text{мин}}/E_{\max}$, не менее 0,25. Согласно табл.7.7 СП52.13330.2016 наименьшая высота установки осветительных приборов по условиям ограничения слепящего действия составляет не менее 8,5м.

Проектом предусматривается установка на высоте не менее 9,4м.

В виду того, что объект запитан по третьей категории надежности электроснабжения от одного источника питания, режим электроснабжения предусматривается только рабочий.

Воздушная линия предусматривает работу в длительном режиме.

Дополнительных и резервных источников электроэнергии не предполагается.

Освещение будем производить ЖКУ-16-250-001 устанавливаемые на кронштейны К-1-1,5-2,0, которые крепятся к мачте опоры при помощи хомутов и сквозных крюков. Для экономии электроэнергии все светильники имеют светодиодный кристалл.

Все освещение района будет запитываться от ближайших к центру нагрузки ТП. От ТП до коммутационных щитов будут прокладываться кабели, проложенные в траншеях глубиной не менее 0,7 м., с устройством постели из песка и покрытием кабеля кирпичем, а так же устройством сигнальной ленты «Осторожно кабель», а далее проводами СИП.

На разработанных в данном проекте опорах подвешиваются самонесущие изолированные провода СИП, изготавливаемые по ГОСТ Р 52373-2005. Провод СИП применяется для воздушных линий электропередачи и ответвлений в районах с умеренным и холодным климатом, в атмосфере воздуха типов II и III по ГОСТ 15150-69.

Самонесущий изолированный провод СИП состоит из нулевого и фазных проводников, покрытых изоляционной оболочкой и скрученных в один жгут. Изоляционная оболочка выполнена из светостабилизированного сшитого полиэтилена.

Основными элементами схематы является:

— Воздушная линия освещения 0,4 кВ выполненная в одноцепном исполнении на железобетонных опорах системой изолированных проводов СИП.

Основные плюсы самонесущих изолированных проводов:

— уменьшение эксплуатационных расходов за счет того, что не делается систематическая расчистка трасс, замены поврежденных изоляторов, уменьшение объемов аварийно-восстановительных работ;

— у данных проводов высокая степень безопасности обслуживания, нет риска поражения током при касании проводов, находящихся под напряжением;

— очень сложно замкнуть цепь между фазными проводами и нулевым проводом или на землю;

— маленький вес и большая длительность налипания снега, достаточно надежны в зонах интенсивного гололедообразования, меньше на 30% гололедноветровых нагрузок на опоры;

— -снижение падения напряжения из-зи малого реактивного сопротивления (0,1 Ом/км по сравнению с 0,35 Ом/км для неизолированных проводов) [3];

— нет опасности возникновения пожаров в случае обрыва и падения проводов на землю и другие поверхности.

Принятая схема электроснабжения сбалансирована по пропускной способности линии и потерям напряжения до последнего светильника.

Поддерживающие, натяжные, ответвительные зажимы и другие элементы линейной арматуры для крепления СИП к опорам приняты по Рекомендациям по проектированию СИП на ВЛН0,4 кВ ENSTO и даны в спецификациях на чертежах опор ВЛН0,4 кВ.

Монтаж проводов СИП к опорам производится с помощью металлоконструкций (крюков, бандажных лент и др.) поддерживающих и натяжных зажимов. Соединения и ответвления проводов осуществляются с помощью соединительных и ответвительных зажимов. Помимо линейной арматуры на ВЛН устанавливаются, ограничители перенапряжения, коробки с автоматическими выключателями для защиты светильников.

Ответвление от магистрали к светильнику применяются герметичные зажимы с одновременной затяжкой болтов. На рисунке 6 указан пример

установки опор СВ и монтажа осветительной арматуры и приборов освещения.

Расчетная нагрузка питающей осветительной сети определяется как [8]:

$$P_{p.o} = P_{уст} \times K_C \times K_{пра}, \quad (17)$$

где $P_{уст}$ – мощность ламп, Вт [8];

K_C – коэффициент спроса (одновременности);

$K_C = 1$ – для наружного освещения [8];

$K_{пра}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в пускорегулирующем аппарате, $K_{пра} = 1,1$ [26].

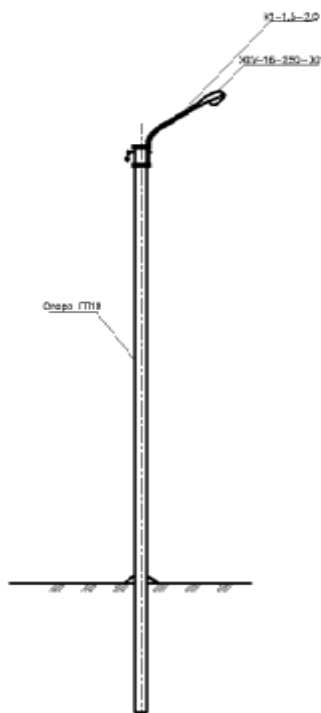


Рисунок 6 – Установка СВ опор, кранштейнов и светильников.

5.2 Расчет кабельных линий наружного освещения многоквартирных домов района

Электрическая сеть выполняется проводами и кабелями преимущественно с алюминиевыми жилами. Применение медных жил

проводов и кабелей ограничено. Следует учесть, что изолированные провода допускается прокладывать только в трубах, коробах и на изоляторах.

Не допускается их применение для скрытой электропроводки. В этом случае применяются изолированные провода с защитной оболочкой или кабель.

Основными факторами, определяющими выбор способов прокладки проводов и кабелей являются: условия окружающей среды, наличие соответствующих строительных конструкций (плит перекрытия, ферм), возможность применения промышленных способов монтажа, технико-экономические и эстетические соображения.

Так как нам необходимо рассчитать сечение кабелей для освещения проезжей части и преддомовой территории, мы будем прибегать к формуле 17:

$$P_{p.o.W1} = (55 \times 250) \times 1 \times 1,1 = 15,125 (\text{кВт})$$

$$P_{p.o.W2} = (23 \times 250) \times 1 \times 1,1 = 6,325 (\text{кВт})$$

$$P_{p.o.W3} = (32 \times 250) \times 1 \times 1,1 = 8,8 (\text{кВт})$$

$$P_{p.o.W4} = (11 \times 250) \times 1 \times 1,1 = 3,025 (\text{кВт})$$

$$P_{p.o.W5} = (11 \times 250) \times 1 \times 1,1 = 3,025 (\text{кВт})$$

Для 3-фазной сети ток сети наружного освещения $I_{p.o.}$, А, применяется формула:

$$I_{p.o.} = \frac{P_{p.o.}}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos \varphi}, \quad (18)$$

где U_H – номинальное напряжение сети, $U_H = 380$ В;

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности нагрузки.

Для ламп ДРЛ $\cos\varphi = 0,9$, что по заводским меркам не требует компенсации реактивной мощности.

$$I_{P.O.W1} = \frac{15125}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} = 25,53(A)$$

$$I_{P.O.W2} = \frac{6325}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} = 10,68(A)$$

$$I_{P.O.W3} = \frac{8800}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} = 14,86(A)$$

$$I_{P.O.W4} = \frac{3025}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} = 5,11(A)$$

$$I_{P.O.W5} = \frac{3025}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} = 5,11(A)$$

Для питания наружного освещения (или осветительной сети) выбираем провод СИП, в соответствии того что линия имеет большую протяженность, и нагрузка по линии будет падать, рекомендуется применять дополнительную коммутацию, щиты ЩО с автоматами для определения отлетевшего участка от сети питания. При помощи кабелей АВВБ будем подключаться от ТП до опор освещения и фасадов зданий.

Выполним проверку по потере напряжения для линии,

$$\Delta U = \frac{(P_{P.O.} \times L_{уч}) \times 10^{-3}}{C \times S}, \quad (19)$$

$$\Delta U = \frac{(15125 \times 100) \times 10^{-3}}{46 \times 16} = 2,055(\%)$$

Потери приводим в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты потерь напряжения в сети

п/п линии (участка W, Кл)	P Вт	L _{уч} м	Sмм ²	ΔU %	п/п линии (участка W, Кл)	P Вт	L _{уч} м	Sмм ²	ΔU %
1	15125	100	16	2,055		3300	25	16	0,112
2.7	6050	25	16	0,206		3025	25	16	0,103
	5775	25	16	0,196		2750	25	16	0,09
	5500	25	16	0,187		2475	25	16	0,084
	5225	25	16	0,177		2200	25	16	0,074
	4950	25	16	0,168		1925	25	16	0,065
	4675	25	16	0,159		1650	25	16	0,056
	4400	25	16	0,149		1375	25	16	0,046
	4125	25	16	0,14		1100	25	16	0,037
	3850	25	16	0,13		825	25	16	0,028
	3575	25	16	0,12		550	25	16	0,018
						275	25	16	0,009
	4,418%								
1	15125	25	16	2,055		1650	25	16	0,056
8	8800	25	16	0,299		1375	25	16	0,046
	8525	25	16	0,29		1100	25	16	0,037
	8250	25	16	0,28		825	25	16	0,028
	7975	25	16	0,271		550	25	16	0,018
	7700	25	16	0,262		275	25	16	0,009
	7425	25	16	0,252	W2.10	3025	25	16	0,103
	7150	25	16	0,243		2750	25	16	0,09
	6875	25	16	0,234		2475	25	16	0,084

Продолжение таблицы 4

	6600	25	16	0,2241		2200	25	16	0,0747
	6325	25	16	0,2148		1925	25	16	0,0653
9	3025	25	16	0,103		1650	25	16	0,056
	2750	25	16	0,09		1375	25	16	0,046
	2475	25	16	0,084		1100	25	16	0,037
	2200	25	16	0,074		825	25	16	0,028
	1925	25	16	0,065		550	25	16	0,018
						275	25	16	0,009
$\sum \Delta U$	4,8%								

В соответствии норм потери не критичны.

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

В трансформаторах ТМ1000/10 ТМ630/10 ТМ400/10. Допустимая потеря $\Delta U = 6,7\%$.

При проектировании задействовано освещение типа меньшего значения. По всем стандартам освещение таких дорог должно быть не менее 4 лк. Устанавливать будем лампы ДРЛ125 Вт в светильниках ЖКУ-16-125-001.

Подключать будем ТП которое расположено ближе к центру нагрузки. Сводим в таблицу.

Таблица 5 – Расчет осветительной сети подключенной к ТП1

п/п линии (участка W, Кл)	$P_{p.o.}$ Вт	$I_{p.o.}$ А	Кол-во осветительных приборов
---------------------------------	---------------	--------------	-------------------------------------

Продолжение таблицы 5

1.1	1237	2,08	9
1.2	962,5	1,63	6
1.3	412,5	0,69	3
1.2	550	0,93	4
1.1	2200	3,7	16

Трассу осветительной сети будем пролаживать СИП. С допустимым током 70А, на ток КЗ 10кА.

Выбираем кабельную продукцию:

$$I_{\text{дон.КЛ.1.1}} = \frac{3,7}{1,3} = 2,85(A)$$

$$\Delta U_{\text{КЛ.1.1}} = \frac{21,9 \times 2,2 \times 0,03}{10} = 0,15(\%)$$

$$I_{\text{дон.КЛ.1.2}} = \frac{0,93}{1,3} = 0,72(A)$$

$$\Delta U_{\text{КЛ.1.2}} = \frac{21,9 \times 0,55 \times 0,03}{10} = 0,012(\%)$$

От опор до источника питания, то есть ТП трассу осветительной сети будем пролаживать кабелями АВВБ 10мм.

Таблица 6 – Потери при освещении от ТП1

-	ΔU W1.1%	ΔU W1.2%	ΔU W1.3%
-	0,15	0,15	0,012
-	0,058	0,026	0,019
-	0,052	0,019	0,013
-	0,045	0,013	0,01
-	0,039	0,01	-

Продолжение таблицы 6

-	0,033	-	-
-	0,026	-	-
-	0,019	-	-
-	0,013	-	-
-	0,01	-	-
$\sum \Delta U$	0,444	0,385	0,8

Аналогично производим расчеты подключения к другим ТП линии сети освещения улиц и дорого меньшего значения. Будет использоваться для ВЛ СИП 4x16мм, а для подключения линии к источнику питания АВВБ 10мм.

Потери не критичны так как используется тип трансформаторов указанный выше.

Расчет электрической сети заключается в определении сечения проводов, кабелей на всех участках осветительной сети и расчета защиты ее. Выбор сечения проводов и кабелей должно выполняться: по допустимому нагреву длительным током, по допустимой потере напряжения, по механической прочности. Выбранное сечение проводника должно быть согласовано с защитными аппаратами.

По механической прочности расчет проводов и кабелей внутренних электрических сетей не проводится. В практике проектирования сетей соблюдается минимальные сечения жил проводов по механической прочности. Для осветительных сетей выполненных алюминиевым проводником минимальное сечение равняется 2,5мм².

5.3 Расчет кабельных линий наружного освещения административных зданий

Освещение административных зданий предполагает прокладку кабеля АВВБ в защитных коробах, трубах, защитной гофре внутри и по фасаду

здания. Запитывается освещение от ВРУ с применением автоматических выключателей. Так же применяется автоматизация для своевременного включения уличного освещения, а именно установка фотореле. Предусмотрено ручное управление освещением. На местах установки светильников применены распределительные коробки для открытой установки IP55. Для правильного распределения нагрузки и предотвращения полного выключения наружного освещения, при механическом повреждении, а так же коротком замыкании, принято распределять нагрузку по разным группам, а точнее несколько светильников подключать к одному автоматическому выключателю кабелем, создавая таким образом несколько групп питания освещения, для определения поврежденной линии, а так же для экономических показателей. Средняя освещенность данных территорий должна быть не менее 10 лк. Устанавливать будем ЖКУ-16-125-001 с лампами ДРЛ-125 установленные по фасаду здания на кронштейнах. Подключение от ВРУ здания детского сада, в соответствии с этим прокладка от ТП не требуется, так как имеется свой источник питания и распределения электроэнергии.

Таблица 7 – Расчет осветительной сети административного здания детского сада

п/п линии (участка W, Кл)	$P_{p.o.}$ Вт	$I_{p.o.}$ А	Кол-во осветительных приборов
1	1,375	2,32	5
2	825	1,39	3
1	2475	4,18	9

Таблица 8 – Потери напряжения на линии

-	$\Delta U_{W_{дс}} 1\%$	$\Delta U_{W_{дс}} 2\%$
-	0,084	0,084

Продолжение таблицы 8

-	0,046	0,028
-	0,037	0,018
-	0,028	0,009
-	0,018	-
-	0,009	-
$\sum \Delta U$	0,303	0,139

Потери в пределах нормы и нас удовлетворяют. Все расчеты приводим в таблицах.

5.4 Устройство (реконструкция) наружного освещения в границах ул.Г.Тихонова до трассы Р257, г.Черногорск

Приборы освещения нужно устанавливать так, чтобы они были доступны для безопасного обслуживания и установки с помощью, при нужде, техсредств.

На производственных предприятиях, оборудованных мостовыми кранами, которые участвуют в непрерывном производственном процессе, а также в местах без кранов, где доступ к торшерам и другим транспортным средствам невозможен или затруднен, установка ламп и другого оборудования и прокладка электропроводки могут выполняться на специальные стационарные мосты из негорючих материалов. Ширина мостов должна быть не менее 0,6 м, а ограждения не менее 1 м в высоту.

Такие мосты разрешается устанавливать в общественных зданиях при отсутствии возможности использования других средств и способов доступа к светильникам.

Светильники, используемые на ступенях или лестничных площадках, следует размещать не более чем на 5 м (до низа светильника) над уровнем

пола. При этом нельзя размещать светильники над крупногабаритной техникой, ямами и другими местами, где нельзя ставить ступеньки.

Светильники должны быть спроектированы так, чтобы лампы не выпадали сами по себе. Можно устанавливать светильники с амортизатором.

Для светильников с обычными подвесками рекомендуется, чтобы козырьки были не длиннее 1,5 м.

Светильники с негорючими диффузорами из твердого силикатного стекла следует использовать в помещениях, отнесенных к пожароопасным зонам ПШа.

В целях обслуживания светильники могут быть установлены на вращающихся устройствах при условии, что они надежно прикреплены к лампам и питаются от гибкого медного кабеля.

Рекомендуются к использованию, для освещения туннелей на автомагистралях или в городах, светильники со степенью защиты IP65.

Устройства для подвесных светильников должны выдерживать нагрузку, в пять раз превышающую массу светильника, в течение 10 минут без повреждений и остаточной деформации, а для сложных люстр с большим количеством светильников массой 25 кг и более нагрузку, равную удвоенной массе светильника. люстра плюс 80 кг.

В стационарных светильниках резьбовые гильзы для патронов с резьбовыми патронами в сетях с заземленной нейтралью необходимо присоединять к нейтральному проводу.

Если патрон лампы имеет неэлектропроводную резьбовую втулку, нейтральный провод должен быть подсоединен к контакту патрона, к которому крепится винтовая крышка лампы.

В витринах магазинов допускается использование патронов с лампами накаливания мощностью не более 100 В при условии их установки на негорючих основаниях. Допускается размещение картриджа на легковоспламеняющихся, например, деревянных основаниях, покрытых асбестом из листовой стали.

Провода необходимо вставлять в лампу таким образом, чтобы они не подвергались механическим повреждениям в точке входа, а контакты патрона были освобождены от механических усилий.

Не допускается подключение проводов внутри кронштейнов, подвесов или труб, с помощью которых размещается осветительный прибор. Соединения проводов следует производить в местах, доступных для контроля, например, в основании держателя, в местах входа проводов в лампы.

Светильники можно подвешивать на питающие провода, если они предназначены для этого и изготовлены по специальным техническим условиям.

Осветительные приборы общего освещения, имеющие клеммы для подключения проводов питания, должны обеспечивать соединение проводов и кабелей, как с медными, так и с алюминиевыми жилами.

«Для светильников без клемм, когда проводники вставлены в приспособление, они напрямую подключаются к клеммам держателей ламп, проводам или кабелям с медными проводниками поперечного сечения внутри зданий и 1 мм² снаружи зданий. При этом в арматуре для ламп накаливания мощностью 100 В и более, ламп ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ следует использовать изолированные провода, позволяющие нагревать их не менее чем до 100 °С» [1].

Незащищенные провода, вставленные в свободно висящие лампы, должны иметь медные жилы.

Провода, проложенные внутри осветительных приборов, должны иметь изоляцию, соответствующую номинальному напряжению сети.

Ответвления от распределительных сетей к наружным осветительным приборам должны выполняться гибкими проводами с медными жилами сечением не менее 1,5 мм² для подвесных светильников и не менее 1 мм² для кронштейнов. Ответвления от ВЛ рекомендуется делать с помощью специальных переходных зажимов.

Кабели и провода с гибкими медными жилами сечением не менее $0,75 \text{ мм}^2$ необходимо использовать для подключения настольных, переносных и ручных светильников к электросети, а также подвешенных на проводах светильников местного освещения.

Для зарядки стационарных локальных осветительных приборов следует использовать гибкие провода с медными жилами сечением не менее 1 мм^2 для мобильных сооружений и $0,5 \text{ мм}^2$ для стационарных.

Изоляция провода должна соответствовать номинальному напряжению сети.

«Зарядные устройства для зарядки местных осветительных приборов должны соответствовать следующим требованиям:

а) Провода должны быть намотаны внутри держателя или иным образом защищены от механических повреждений; при напряжении, не превышающем 50 В , это требование не является обязательным.

б) Если есть петли, провода внутри петлевых частей не должны подвергаться натяжению или истиранию.

с) Отверстия для проводов в скобах должны иметь диаметр не менее 8 мм с допуском на местное сужение до 6 мм ; В точках ввода проводов следует использовать изоляционные рукава.

г) В подвижных конструкциях осветительных приборов необходимо исключить возможность самопроизвольного движения или раскачивания арматуры» [7].

Подключение отражателя к сети необходимо производить гибким кабелем с медными жилами сечением не менее 1 мм^2 и длиной не менее $1,5 \text{ м}$. Защитное заземление отражателя необходимо выполнять отдельным проводом. На рисунке 7 мы приводим однолинейную схему питания наружного освещения.

Часть работ, проведенной по устройству (реконструкция) наружного освещения в границах ул. Г. Тихонова до трассы Р257, г. Черногорск

указана в таблице 9 – Ведомость объема работ по реконструкция наружного освещения в границах ул.Г.Тихонова до трассы Р257, г.Черногорск.

Таблица 9 – Ведомость объема работ по реконструкция наружного освещения в границах ул.Г.Тихонова до трассы Р257, г.Черногорск

№ пп	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Обоснование	Примечание
1	2	3	4	5	6
Монтажные работы					
1	Разводка конструкций и материалов опор ВЛ 0,3810 кВ по трассе: одностоечных железобетонных опор	шт	218	ФЕР33040 1602	-
2	Разводка конструкций и материалов опор ВЛ 0,3810 кВ по трассе: материалов оснастки одностоечных опор	шт	218	ФЕР33040 1605	-
3	Установка железобетонных опор для совместной подвески проводов ВЛ 0,38; 610 кВ без приставок: одностоечных	шт	218	ФЕР33040 0304	-
4	Стойка опоры: СВ 1103,5 /бетон В30 (М400), объем 0,45 м3, расход арматуры 66,8 кг/ (серия 3.407.1143 вып.7)	шт	218	ФССЦ05. 1.02.07007 4	-
5	Подвеска самонесущих изолированных проводов (СИП) напряжением от 0,4 кВ до 1 кВ (со снятием напряжения) при количестве 29 опор: с использованием автогидроподъемника	1 м	8556	ФЕР33040 1701	-
Установка светильников					
	Установка светильников под натриевую лампу ДРЛ для наружного освещения: консольный ЖКУ-016-250-001, с алюминиевым полированным с лампами люминесцентными	шт	141	ФЕР33040 1402	-
	Установка светильников под натриевую лампу ДРЛ для наружного освещения: консольный ЖКУ-016-125-001, с алюминиевым полированным с лампами люминесцентными	шт	77	ФЕР33040 1403	-
Заземление					

Продолжение таблицы 9

26	Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами, группа грунтов: 2	м ³	111,5	ФЕР01020 5702	-
27	Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям, группа грунтов: 1	м ³	111,5	ФЕР01020 6101	-
28	Заземлитель вертикальный из круглой стали диаметром: 18 мм	10 шт	20,65	ФЕРм080 247104	-
Установка оборудования ТП2					
34	Шкаф (пульт) управления навесной, высота, ширина и глубина: до 650x500x220 мм	шт	17	ФЕРм080 357304	-
35	Щиты с монтажной панелью: ЩМПЗ, размером 650x500x220 мм, степень защиты IP54	шт	17	ФССЦ20. 4.04.03000 6	-

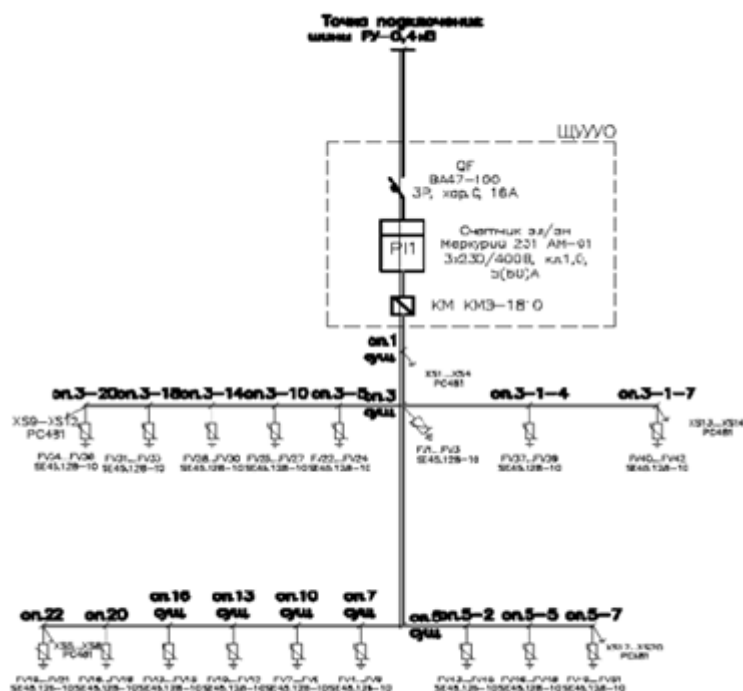


Рисунок 7 – Однолинейная схема питания реконструируемого района

5.5 Защита осветительной сети и выбор автоматических выключателей

Осветительные сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания (КЗ), а в ряде случаев также от перегрузки [20].

Защите от перегрузки подлежат сети:

- внутри помещений, выполненные открыто проложенными проводниками с горючей наружной оболочкой или изоляцией;
- осветительные в жилых и общественных зданиях, в торговых помещениях, служебно-бытовых помещениях промышленных предприятий, включая сети для бытовых и переносных электроприемников, а также в пожароопасных зонах;
- всех видов во взрывоопасных наружных установках независимо от условий технологического процесса или режима работы сети.

Аппараты, установленные для защиты от токов коротких замыканий и перегрузки, должны быть выбраны так, чтобы номинальный ток каждого из них I_z был не менее расчетного тока I_p , рассматриваемого участка сети:

$$I_z \geq I_p \quad (20)$$

где I_p – расчетный ток рассматриваемого участка сети, А.

Осуществляется защита осветительных сетей аппаратами защиты – плавкими предохранителями или автоматическими выключателями, которые отключают защищаемую электрическую сеть при ненормальных режимах.

Для защиты осветительных сетей промышленных, общественных, жилых этажных зданий наибольшее распространение получили однополюсные и трехполюсные автоматические выключатели с расцепителями, имеющие обратно зависимую от тока характеристику, у которых с возрастанием тока время отключения уменьшается.

Аппараты защиты, защищающие электрическую сеть от токов КЗ должны обеспечивать отключение аварийного участка с наименьшим временем с соблюдением требований селективности. Для обеспечения селективности защит участков электрической сети номинальные токи аппаратов защиты (токи уставок автоматических выключателей) каждого последующего по направлению к источнику питания следует принимать выше не менее чем на две ступени, чем предыдущего, если это не приводит к завышению сечения проводов. Разница не менее чем на одну ступень обязательна при всех случаях.

Номинальные токи уставок автоматических выключателей следует выбирать по возможности наименьшими по расчетным токам защищаемых участков сети, при этом должно соблюдаться соотношение между наибольшими допустимыми токами проводов:

$$I_{\text{дон}} \geq \frac{K_3 \cdot I_3}{K_n} \quad (21)$$

где K_3 – коэффициент защиты, [11][32];

K_n – поправочный коэффициент, определяется условия прокладки кабеля,[1].

Выберем автоматический выключатель для защиты магистрального щитка ЩУУУО.

Выбираем автоматический выключатель серии ВА с номинальным током расцепителя 40 А.

Так как участок сети не требуется защищать от перегрузки, и провод проложен в нормальных условиях, то кратность защиты $K_3 = 1$ и поправочный коэффициент $K_n = 1$, тогда, подставив значения длительно допустимого тока провода и номинальный ток расцепителя автоматического выключателя в формулу (21) получим:

$$I_{\text{доп}} = 105 \text{ A} \geq \frac{1 \cdot 40}{1} = 40 \text{ A}$$

Условие соблюдается, следовательно, выбираем однополюсный автоматический выключатель серии ВА 51-31 с номинальным током аппарата $I_{\text{ном}} = 100 \text{ A}$ и номинальным током расцепителя $I_p = 31,5 \text{ A}$.

В ЩУУУО устанавливается оборудование для управления включением освещения в автоматическом и ручном режиме. Автоматизация подразумевает включение и отключение освещения по сигналу от фотореле. Фотореле настраивается на включение светильников при естественной освещенности менее 20Лк и выключение при освещенности более 10Лк. В ручном режиме управление освещением возможно с кнопок, установленных в ЩУУУО под замком.

5.6 Мероприятия по заземлению (занулению) и молниезащите

Согласно п.2.4.39 ПУЭ все металлические и железобетонные опоры, металлические конструкции и арматура должны быть присоединены к PEN-проводнику.

Для заземления опор воздушной линии предусматривается строительство заземляющих устройств. Сопротивление растеканию заземляющего устройства опор ВЛИ-0,4кВ не более 30 Ом.

В качестве заземлителя используется фундамент и металлическое заземляющее устройство, состоящее из двух электродов $\Phi 18\text{мм}$ длиной 3м и горизонтального заземлителя $\Phi 12\text{мм}$.

Установка заземлителя осуществляется на глубине полуметра. По необходимости установку заземлителя произвести на необходимом расстоянии. От спусков с опор до заземляющего устройства прокладывается стальной круг диаметром 12мм. Прокладка заземляющего проводника на глубине не менее 0,3м. Для сварки применяются электроды Э42А по ГОСТ

9467-75. Сварные швы защищаются от коррозии краской. Искусственные заземлители не должны иметь окраски.

Заземление выполняется в соответствии с листом ЭН-22 с учетом сведений изложенных в типовом проекте 3.407-150.

На опорах ВЛИ-0,4кВ предусматривается повторное заземление PEN-проводника и установка ограничителей перенапряжения марки SE45.128-10. Установка ОПН осуществляется на опорах каждые 100 м линии электропередачи.

На рисунках 8, 9, 10, 11 представлены все мероприятия по заземлению (занулению).

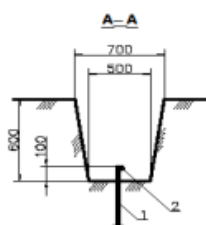


Рисунок 8 – Бурение под установку опор и устройство заземления

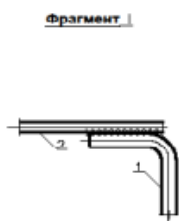


Рисунок 9 – Фрагмент заземления 1

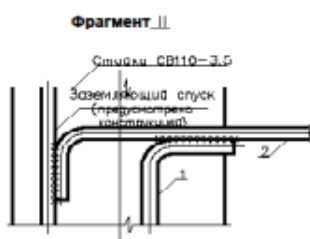


Рисунок 10 – Фрагмент заземления 2

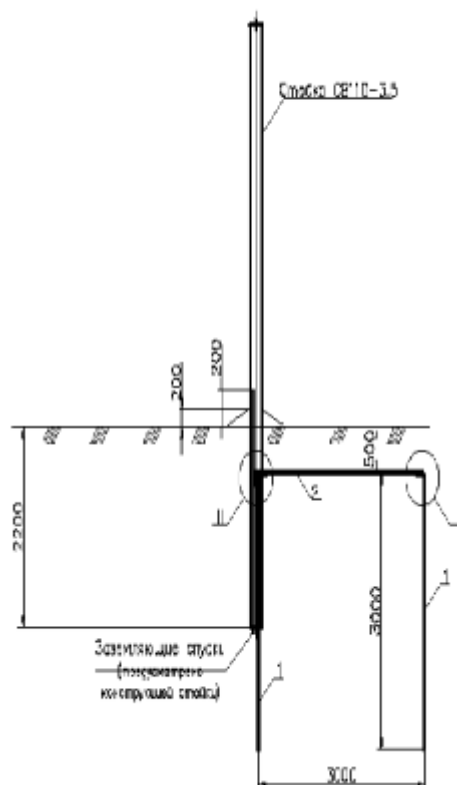


Рисунок 11 – Схема устройства заземления

Вывод: В данном разделе произвели расчеты освещения в данном районе, который соответствует всем техническим нормативам. В разделе с расчетом координат было выбрано размещение ТП в соответствии с этим запитывание сети наружного освещения производится с ближайших ТП. Наружное освещение произведено воздушной линией проводами СИП, выбраны осветительные приборы ЖКУ-16-250-001 и ЖКУ-16-125-001 в соответствии расчета средней освещенности. Щиты для коммутации и запуска освещения в ручном и автоматическом режиме предусмотрены, автоматические выключатели и реле времени так же выбраны. Все мероприятия по монтажу, прокладке и подключению выполнено согласно ПУЭ. Так же указали какое оборудование будет монтироваться на проектируемом участке. Лампы по экономическим параметрам нам подходят, так как содержат светодиодный кристалл.

Заключение

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы был разработан проект электроснабжения микрорайона, а так же электрического освещения, создающий необходимую световую среду удовлетворяющую требованиям ТКП 45-4.04-149-2009 и ТКП 339-2011. Работа выполнена в соответствии с целями заданием на проектирование.

Были выбраны или рассчитаны:

- источники света общего равномерного освещения;
- нормируемая освещенность;
- тип светильников, высота их подвеса;
- схема питания осветительной сети;
- тип щитков освещения, марка проводов и кабелей, защитные аппараты.

Разработана схема питания осветительной установки. Питание электрического освещения осуществляется от трансформаторов.

В качестве защитных аппаратов были выбраны автоматические выключатели. Номинальный ток уставки выбран по расчетному току линии.

Выбраны фото реле для автоматизации проекта.

Выбор сечение кабеля производим по допустимой потере напряжения и выполняем проверку по длительно допустимому нагреву тока и на согласование с автоматом.

На основании исходных данных по удельным нагрузкам были найдены расчетные нагрузки жилых и общественных зданий района. Которые определяют необходимость в реконструкции системы электрообеспечения.

По расчетным нагрузкам было определена расчетная мощность на шинах ТП 0,38 кВ, которая составляет 6235,77 кВт, выбрано оптимальное число и мощность силовых трансформаторов для каждой ТП – силовые трансформаторы с двухлучевой системой снабжения сети ТМ-630, ТМ-400,

ТМ-1000, расположение их предусмотрено в центре максимальных нагрузок для предусмотрения экономических мероприятий проекта.

Распределительная сеть 10 кВ выполнена кабелями АВВБ, наружная сеть освещения 0,38 – кабелями СИП.

Выполнен расчет по потерям напряжения. Потери соответствуют нормам.

После проведения всех расчетов и мероприятий была выявлена проблема увеличения энергопотребления района, в связи с этим была пересмотрена электрическая схема электроснабжения микрорайона, в результате которой производилась реконструкция освещения микрорайона и замена морально устаревшего оборудования на более новое.

В данной выпускной квалификационной работе на тему «Реконструкция системы электроснабжения уличной сети освещения города», задачи которые были предоставлены в анотации, выполнены и рассмотрены.

Список используемых источников

1. Гайсаров, Р.В. Справочник по высоковольтному оборудованию электроустановок/ под ред. Р.В. Гайсарова. – Челябинск : ЮУрТУ, 2005. – 343 с.
2. Гопак А.А., Ливашец О.В. Эксплуатация электроустановок промышленных предприятий. – Киев.: РиСА. – 2012. – 412 с.
3. Гужов, Н.П. Системы электроснабжения: учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко. – Ростов н/Д: Феникс, 2011. – 382 с.
4. Ершов А.М. Системы электроснабжения, часть 2 электрические нагрузки компенсация реактивной мощности. Учебное пособие, Челябинск 2017.
5. Епифанов Л.И. Техническое обслуживание и ремонт электрооборудования. – Москва : Форум – 2010. – 506 с.
6. Инструкция по проектированию городских электрических сетей. РД 34.20.185 – 94. – М. : Минэнерго Российской Федерации, –1998.
7. Иванов Ю.В. Механизация процессов технического обслуживания электрооборудования. – М : АиСТ. – 2012. – 317 с.
8. Коноплёв, К.Г. Руководство по выполнению электрической части дипломных проектов по тематике «Электрообеспечение района города». / К.Г. Коноплёв– Севастополь, СНИЯЭиП, 2002. – 84 с.
9. Ктиторов, А.Ф. Практическое руководство по монтажу электрических сетей / А.Ф. Ктиторов. – М. : «Высшая школа», 1990.
10. Основы техники релейной защиты / М.А. Беркович, В.В. Молчанов, В.А. Семенов. – 6е изд., перераб и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 376 с.
11. Основы электроснабжения городов: учеб. пособие / В.К. Грунин, [и др.]. – Омск : Издво ОмГТУ, 2012. – 141 с.
12. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие / Г.Н. Ополева. – Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФРАМ, 2017. – 416 с..

13. Патрикеев, Л.Я. Фомин, А.М. Куликова, Н.А. Электробезопасность. / Л.Я.Патрикеев, А.М. Фомин, Н.А.Куликова Севастополь, СНИЯЭиП, 2002.
14. Порошенко, А.Г. Проектирование электроснабжения с применением ПЭВМ. Учебное пособие / А.Г. Порошенко, Барнаул: издво Алт. гос. техн. унта, 1994. – 162 с.
15. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов: Уч. пособие для студентов электроэнергет. спец. вузов, 2е изд., перераб. и доп. / В.М.Блок, Г.К. Обушев и др.; Под ред. В.М. Блок. – М.: Высш.шк., 1990. – 383с.:ил.
16. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. СП 311102003. – М. : Госстрой России, – 2004.
17. Правила устройства электроустановок: ПУЭ98. – М. : Энергосервис –2013.
18. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – Астана. – 2005.
19. Родина, Г.Е. Экономические и организационные вопросы разработки варианта электроснабжения объекта: Методические указания к выполнению дипломных работ конструкторско-технологического характера для студентов специальности 1004 всех форм обучения / Г.Е. Родина Алт. политехн. инт им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Б.И., 1990. – 35 с.
20. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон № 261ФЗ: [принят Гос. думой 11 нояб. 2009 г., одобрен Советом Федерации 18 нояб. 2009 г.] // Российская газета. – 2009. – 27 нояб. – № 226.
21. СТО 4.2–07–2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности. – Взамен СТО 4.2–07–2012; дата введ. 27.02.2014. – Красноярск : БИК СФУ, 2014. – 57 с.

22. Справочник по проектированию электроснабжения/ Под ред. Ю.Г. Барыбина – М. : Энергоатомиздат, 1990 – 576 с.
23. СЕНЬКО В.В. Электромагнитные переходные процессы в системах электроснабжения. Методические указания к курсовой работе. – Тольятти: ТГУ. – 40 с.
24. Федоров, А.А., Стракова, Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. / А.А. Федоров, Л.Е. Стракова – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.: ил.
25. Федоров, А.А. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. В двух томах. М., / А.А. Федоров «Энергия». 1972.
26. Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования. – СН РК 4.04232004. – 205 с.
27. Epifanov L.I. Maintenance and repair of electrical equipment. Moscow: Forum – 2010 506 p.
28. Konoplev, K.G. Guidelines for the implementation of the electrical part of diploma projects on the topic "Electricity supply of the city district". / K.G. Konoplev - Sevastopol, SNIAEiP, 2002. - 84 p.
29. Ktitorov A.F. Practical guide to the installation of electrical networks/A.F. Ktitorov: «High School», 1990.
30. Power Supply Design Handbook. Edition U.G. Barybina: Energoatomizdat, 1990 576 p.
31. Safety regulations for the operation of electrical installations of consumers. Astana. 2005.
32. Fundamentals of city power supply: textbook. allowance / V.K. Grunin, [and etc.]. - Omsk: OmSTU Publishing House, 2012 .-- 141 p.