

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

Институт энергетики и электротехники
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование кафедры)

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение
(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Проектирование электроснабжения дома престарелых с. Тельвиска
Нарьянмарского автономного округа

Студент	<u>Р.Ю. Половинкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>О.В. Самолина</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.В. Кириллова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор, В.В.Вахнина
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) _____ (личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ Г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрена тема электроснабжения дома-интерната для престарелых.

Работа включает в себя выбор осветительного оборудования и расчет потребляемой мощности освещения. Расчет потребляемой мощности, а также выбор КТП. Выбор кабелей на стороне 0,4 и 6 кВ конкретной марки, выбор их сечения по длительно допустимому току, проверка на термическую стойкость, не возгорание, на абсолютные и относительные потери напряжения. А также расчет искусственного заземления.

Выпускная квалификационная работа выполнена в объеме 59 страниц, содержит 9 таблиц, 7 рисунков, графическую часть на 6 листах формата А1.

ANNOTATION

The title of the graduation work - power supply design for a nursing home in Telvisk village, Naryan-Mar autonomous district.

The aim of the work is to give some information about to design a technically advanced and energy-efficient system of power supply and electric lighting for the nursing home.

One of the most important areas in the development of the whole country is the development of the Polar Region, and in particular the city of Naryan-Mar, which is the only city in the Nenets Autonomous District. As a result of the intensive growth from the beginning of 2005 to 2017, the population increased by almost 260 thousand people, the city needs to build new public administrative buildings.

Because of the bill on pension reform, which provides for a gradual increase in the retirement age for men from 60 years to 65 years, and for women from 55 years to 63 years. There is a question about the care of future retirees, this question can be solved by the construction of a new nursing home. Based on this, the administration of the Naryan-Mar autonomous district, taking into account the current situation, decided to build in the village of Telviska, the only residential center for the elderly in the district.

This thesis consists of an explanatory note on 59 pages, an introduction on 2 pages, including 7 figures, 9 tables, a list of 34 sources, including 5 sources in a foreign language and drawings on 6 sheets of A1 format.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Описание объекта	8
1.1 Дом-престарелых	8
1.2 Потребители.....	9
1.3 Климатические условия	10
1.4 Географические условия	11
1.5 Хозяйственное освоение территории	12
1.6 Промышленность.....	13
1.7 Задачи поставленные для ВКР	13
2 Выбор осветительного оборудования и расчет потребляемой мощности освещения.....	14
2.1 Светотехнический расчет	14
2.2 Расчет мощности потребляемой освещением.	21
3 Расчет потребляемой мощности силовых электроприёмников.	24
4 Выбор КТП и питающих кабелей.	30
4.1 Описание технических решений.....	30
4.2 Выбор КТП.....	31
4.3 Выбор питающих кабелей	34
4.4 Расчет питающих кабелей 6 кВ.....	35
4.5 Проверка питающих кабелей 6 кВ.....	35
4.6 Проверка питающей кабельной линии 6 кВ на падение напряжения. 36	
4.7 Проверка кабеля питающей линии 6 кВ на термическую стойкость.. 37	
4.8 Проверка питающей кабельной линии 6 кВ на не возгорание	39
4.9 Выбор сечения кабеля кабелей 0,4 кВ.....	40
4.10 Проверка питающих кабелей 0,4 кВ.....	41
4.11 Проверка кабельных линий 0,4 кВ на падение напряжения	42
4.12 Проверка кабельной линии 0,4 кВ на термическую стойкость	43
4.13 Проверка кабельной линии 0,4 кВ на не возгорание	45
5 Распределение потребителей по групповым щиткам и подключение каждого потребителя.	48
6 Расчет заземления дома-интерната для престарелых.	51

Заключение	54
Список используемой литературы	56

ВВЕДЕНИЕ

В современном обществе человек не представляет удобную, благополучную жизнь без электрической энергии. Именно этим видом энергии человек окружил себя повсеместно.

Так как для дальнейшего прогресса требуются колоссальные запасы электрической энергии. Для этого усовершенствуются старые источники питания, строятся новые, а также для совместной работы источники питания объединяют в единую энергосистему, этим целям служит высоковольтные линии.

Из-за бурного роста технологического прогресса во много крат возрастает потребление энергии, так как повсеместно вводятся автоматизированное управление различными технологическими процессами.

Вследствие чего каждое государство ставит главной задачей создание и развитие программ для зарождения, реконструкции территориально-производственных комплексов на тех местах, где располагаются большие запасы различного рода ресурсов.

Россия следует программе развивающей, поощряющей политики по сбережению энергетических ресурсов. Переход к более низкому потреблению энергии и энергоресурсов обеспечивается модернизацией производства на энергосберегающие технологии, усовершенствованием оборудования, заменой старого оборудования, урезанием различных видов потерь, повышением качества производства, переработкой отходов.

Одним из важнейших направлений в развитии всей страны играет роль развитие Заполярья, а в частности города Нарьян-Мар являющемся единственным городом Ненецкого автономного округа. В следствие интенсивного прироста с начала 2005 года по 2017 года население увеличилось практически на 260 тысяч человек город нуждается в постройке новых общественно административных зданий.

Из-за законопроекта о пенсионной реформе, предусматривающей постепенное повышение пенсионного возраста, для мужчин с 60 лет до 65 лет, а для женщин с 55 лет до 63 лет. Встает вопрос о заботе будущих пенсионеров, этот вопрос может решить постройка нового дома престарелых. Из-за этого администрация Нарьян-Марского автономного округа принимая во внимание складывающуюся ситуацию приняла решение на строительство в селе Тельвиска (пригород Нарьян-Мара) единственного на весь округ дома-интерната для престарелых.

Целью работы является спроектировать технически совершенную и энергоэффективную систему электроснабжения и электроосвещения дома-интерната для престарелых.

1 Описание объекта

1.1 Дом-престарелых

Дом престарелых – это организация, где пожилым людям, предоставляется круглосуточное наблюдение, жильё и полный медицинский уход.

Данный объект планируется построить на территории общей площадью 7289 м². Постройка самого здания дома-престарелых планируется на площади 4023 м², остальную площадь занимают:

- гараж площадью 200 м²
- котельная и трансформаторная площадью соответствующей 65 и 25 м². Все остальное пространство будут занимать:
- автостоянка легковых автомобилей
- автостоянка для мало мобильных групп населения
- спортивная площадка.

Само здание дома-интерната будет иметь двух этажный вид. Первый этаж включает в себя:

- хол
- вестибюль
- столовую
- жилой корпус
- отделение “Милосердия”

Второй этаж полностью состоит из жилого корпуса и имеет 32 комнаты для проживания от одного до трех человек.

Дом-интернат планирует разместить до 282 проживающих человек и 114 обслуживающего персонала.

На рисунке 1.1 представлена схема расположения земельного участка.

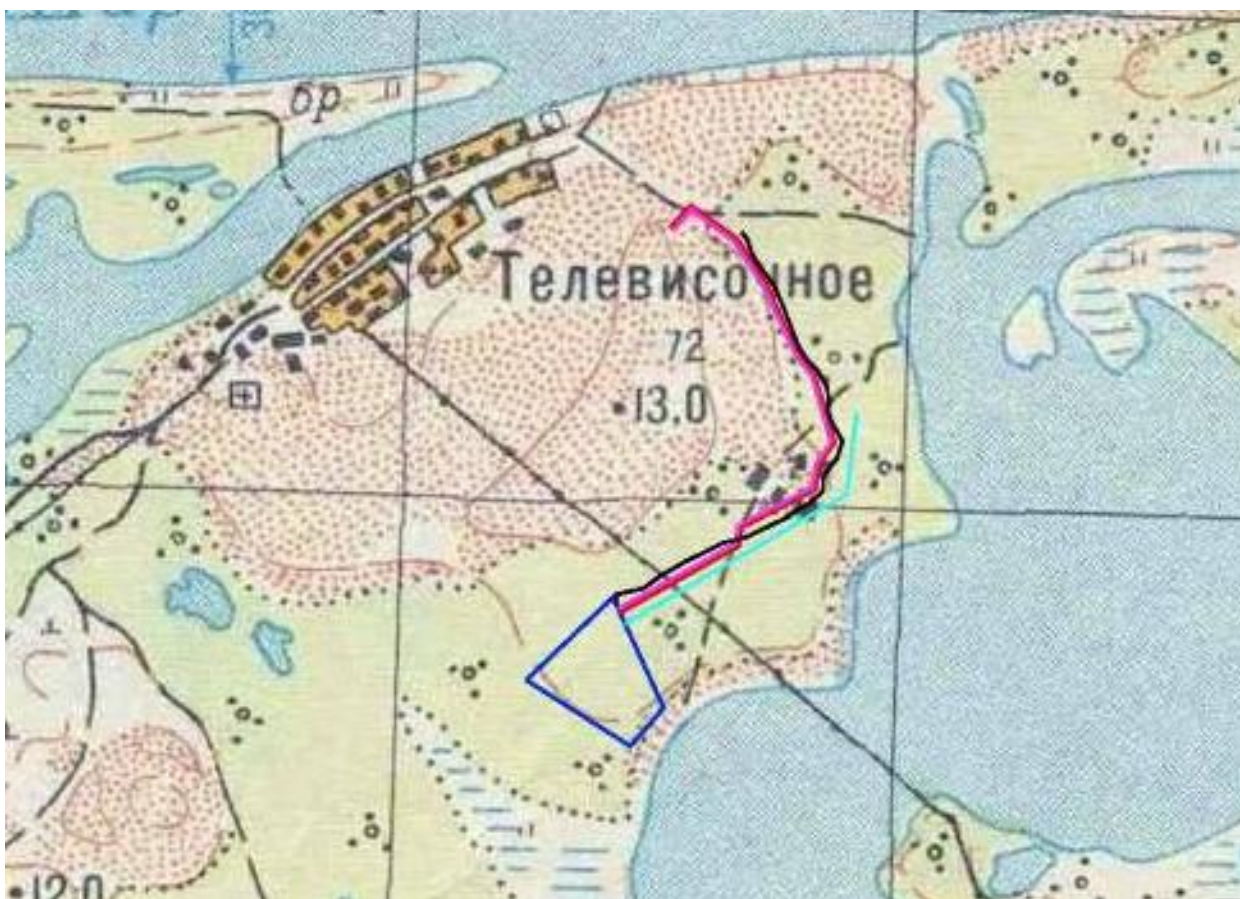


Рисунок 1.1 – Схема расположения земельного участка

Масштаб 1:5000

Используемые данные являются данными других смежных разделов проектной документации, таких как АР (архитектурные решения) КР (конструктивные и объёмно-планировочные решения), ТХ (технологические решения), ПЗУ (планировочная организация земельного участка).

1.2 Потребители

Основными потребителями электроэнергии дома престарелых являются кухонное оборудование, электрическое освещение, вентиляционное оборудование, сантехническое оборудование, электроприводы лифтов, приборы пожарно-охранной сигнализации.

Все электроприемники дома-интерната относятся к электроприемникам II и I группы надежности.

Электроприемники II категории надежности электроснабжения:

- электроприемники здания дома-интерната для престарелых (за исключением аварийного освещения, противопожарной автоматики и медицинского оборудования)

Электроприемники I категории надежности электроснабжения:

- система аварийного освещения и противопожарной автоматика, медицинское оборудование здания дома интерната для престарелых
- электроприемники котельной
- электроприемники насосной станции пожарных насосов.

Для надежности электропитания потребителей II-й категории обеспечивается питание потребителей от двух независимых источников питания. Электроснабжение потребителей I категории осуществляется от двух независимых источников питания и дизельной электростанцией [1].

Данные инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий представлены далее.

1.3 Климатические условия

Так как дом интернат будет располагаться в селе Тельвиска, в широтах которого преобладает арктический климата. Этот климат характеризуется его высокоширотным положением за Полярным кругом, особенностями атмосферной циркуляции и радиационного баланса, а также характером подстилающей поверхности северной части Большеземельской тундры и близостью ледовитого Баренцева моря. Все эти факторы формируют типично арктический климат с продолжительной суровой зимой, коротким летом, слабо выраженными переходными сезонами, своеобразными радиационными условиями, значительной облачностью, метелями и туманами [2].

По климатическому районированию территория относится к южному району Атлантической климатической области Арктики, с преобладанием морского арктического воздуха, а также более сухого и холодного

арктического воздуха из Арктического бассейна и Центральной Сибири. Атлантические циклоны движутся в основном с запада на восток, обуславливая высокие скорости и большую повторяемость ветров южной четверти. Антициклоны, в основном, поступают с северных направлений, обуславливая слабые и умеренные ветры.

Основные климатические характеристики:

- Средняя температура воздуха составляет -3,5 0С;
- Среднегодовое количество осадков 430 мм;
- Среднегодовое количество зимних осадков 145 мм
- Среднегодовое количество летних осадков 245 мм

1.4 Географические условия

Рельеф села Тельвиска является в основном равнинным это обусловлено расположением села на Печерской осадочной плите, выделяется древне Тиманский кряж и хребет Пай-Хой высота в максимальной точке которого, составляет 467 метров. На территории НАО расположены тундро- и торфяно-глеевые почвы.

Подземные воды на территории выполнения работ не были встречены.

Коррозионная агрессивность аллювиальных песков к конструкциям из углеродистой и низколегированной стали низкая; коррозионная активность грунтов в соответствии с ГОСТ 9.602-05 по отношению к свинцовой оболочке кабеля – средняя, по отношению к алюминиевой оболочке кабеля – по рН коррозионная агрессивность низкая, по содержанию хлорид-иона – высокая, в целом – высокая

По трудности разработки грунты относятся к следующей группе:

- пески аллювиальные сезонномёрзлые
- пески аллювиальные мелкие

Из неблагоприятных для проектирования и строительства инженерно-геологических процессов и явлений, выявленных на участке изысканий, отмечены следующие:

- морозное пучение грунтов в зоне сезонного промерзания;
- ветровая эрозия;
- сейсмичность района (землетрясения);

1.5 Хозяйственное освоение территории

В Тельвиске существует средняя общеобразовательная школа, интернат, амбулатория, детский сад, дом культуры, магазины, центральная котельная. Село газифицировано.

В период навигации на реке Печоре выполняются ежедневные рейсы на теплоходе по маршруту Нарьян-Мар – Тельвиска. В зимний период действует автомобильная переправа. Грузы доставляются по реке Печора в период навигации из городов Печора и Нарьян-Мар, а также автомобильным транспортом зимой из Нарьян-Мара.

Население Села Тельвиска по переписи 2010 года составляет – 763 человек.

К особенностям социально-экономических условий округа следует отнести:

- слабое развитие промышленности и инфраструктуры (транспорт, дороги, средства связи, сфера обслуживания);
- низкая плотность населения;
- характер традиционной хозяйственной деятельности коренного населения, зависящий от возобновляемых ресурсов, в частности растений и животных;
- высокая чувствительность природной среды.

1.6 Промышленность

Промышленность в Ненецком автономном округе представлена предприятиями топливно-энергетического комплекса, транспорта, строительства, пищевой промышленности, коммунального хозяйства и другими организациями.

Легкая промышленность округа имеет местное значение и производит товары народного потребления.

В округе выпускаются следующие виды промышленной продукции: изделия пищевой промышленности (цельномолочная, мясная, хлебобулочная), рыбная продукция, изделия легкой промышленности, пиломатериалы.

Уровень бытового обслуживания – одна из причин неудовлетворенности населения условиями жизни. Инженерно-коммунальное обустройство жилого фонда, клубных учреждений, больниц, школ, особенно в сельской местности, где проживает значительная часть коренного населения, является показателем низкого уровня жизни.

1.7 Задачи поставленные для ВКР

1. Произвести расчет мощности.
2. Произвести расчет освещения.
3. На основании проведенных расчетов мощности выбрать КТП и выбрать питающие кабели.
4. Выполнить подключение групповых щитков и выполнить подключение потребителей.
5. Рассчитать заземление.

2 Выбор осветительного оборудования и расчет потребляемой мощности освещения

2.1 Светотехнический расчет

Подсчет освещённости каждой комнаты (помещения) производился в вспомогательной программе DiaLUX. Части убранства комнаты при расчете освещенности не рассматривались. Нормативы освещенности учитывались в соответствии с [3-6].

В связи с тем, что дом-интернат имеет несколько этажей для подключения осветительного оборудования, а именно:

- Подвал, в котором практически все помещения предназначены для технических нужд дома-интерната.

- Первый этаж, состоит из: столовой в которой находятся 58 комнат различного предназначения; холла где есть 37 комнат, предназначенных не только для гостей и посетителей интерната, но и также находятся рабочие места персонала; отделение «Милосердие» в котором как для мед работников, обслуживающего персонала и жилые помещения для как для одного, так и для двух проживающих.

- Второй этаж (жилой блок) где находятся 97 комнат как жилого блока, так и помещений, предназначенных для технических нужд.

Так как данный объект включается в себя большое разнообразие помещений, предназначенных для различных нужд, но и также имеющих различные площади, следовательно, все помещения были разбиты по назначению и по площади. Если в одной группе находятся помещения различного предназначения или площади одинаковых комнат сильно различаются, то для таких помещений производится расчет отдельно друг от друга. Итоги перераспределения комнат показаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Список помещений, распределенных по категориям

№	Категория	Площадь м ²		Кол-во
		От	До	
1	Венткамера 1	20	29	4
2	Венткамера 2	13	19	2
3	Тепло узел	72,94		1
4	Техническое помещение 1	100	-	3
5	Техническое помещение 2	90	100	2
6	Техническое помещение 3	60	70	3
7	Техническое помещение 4	50	60	5
8	Техническое помещение 5	40	50	4
9	Техническое помещение 6	30	40	9
10	Техническое помещение 7	20	30	10
11	Техническое помещение 8	10	20	10
12	Техническое помещение 9	-	10	5
11	Кладовая 1	10	15	6
12	Кладовая 2	-	10	11
13	Тамбур	-	10	19
14	Электрощитовая	34,20		1
15	Лестничная клетка 1	15	-	6
16	Лестничная клетка 2	-	15	5
17	Гостевая 1	30	40	4
18	Гостевая 2	-	20	5
19	Зал 1	60	-	2
20	Зал 2		30	2
21	Обеденный зал	192,70		1
22	Буфет 1	20	40	3
21	Буфет	-	10	1
22	Раздевалка	-	15	3

Продолжение таблицы 2.1

23	Комната для инвентаря 1	10	-	5
24	Комната для инвентаря 2	-	10	8
25	Кабинет 1.1	28	-	1
26	Кабинет 1.2		20	12
27	Кабинет 2.1	-	20	21
28	Цех 1	20	35	5
29	Цех 2	-	20	7
30	Санузел 1	10	20	2
31	Санузел 2	-	10	59
32	Жилая комната	10	20	60
33	Прихожая	-	10	34

Расчет освещённости коридора проводится отдельно для каждого помещения этого типа по отдельности, так как данный тип помещения трудно систематизировать, из-за огромной разновидности геометрии помещения и большой разности площадей приблизительно похожих коридоров. Данная категория помещения является самой многочисленной, количество комнат которой составляет 41 шт. Общая площадь составляет 1233,24 м²

Исходя из нормативно технического документа [3-6]. распределим получившиеся категории помещений по нормам освещённости:

- Жилые помещения – 100 Лк,
- Комнаты отдыха – 200 Лк;
- Вспомогательные помещения – 75 Лк;
- Административно технические помещения – 300 Лк

Воспользовавшись программной средой DiaLUX для каждой из выше перечисленной группы помещений были получены значения расчетной освещённости.

Результаты разделения комнат на группы и выбор светильников представлен в таблице 2.2

Таблице 2.2 – Данные о количестве светильник в каждой комнате для каждой группы помещений

№	Категория	Освещенность ЛК		Марка	Кол-во
		Норматив	Расчетная		
1	Венткамера 1	100	108	CD LED 18- IP65	6
2	Венткамера 2	100	104		5
3	Тепло узел	100	129	OWP ECO LED 595	2
4	Техническое помещение 1	75	89		2
5	Техническое помещение 2	75	97		2
6	Техническое помещение 3	75	88	CD LED 18- IP65	12
7	Техническое помещение 4	75	95		12
8	Техническое помещение 5	75	83		9
9	Техническое помещение 6	75	75		7
10	Техническое помещение 7	75	88		6
11	Техническое помещение 8	75	101		6
12	Техническое помещение 9	75	92		3
11	Кладовая 1	100	108	CD LED 18- IP65	6
12	Кладовая 2	100	122		6
13	Тамбур	75	92		3
14	Электрощитовая	100	110		8
15	Лестничная клетка 1	75	88		6
16	Лестничная клетка 2	75	101		6
17	Гостевая 1	200	211	OWP ECO LED 595	2
18	Гостевая 2	200	218	CD LED 18- IP65	15

Продолжение таблицы 2.2

19	Зал 1	300	330	OWP ECO LED 595	6
20	Зал 2	300	324		3
21	Обеденный зал	200			13
22	Буфет 1	200	217	CD LED 18- IP65	2
21	Буфет	200	226	CD LED 18- IP65	8
22	Раздевалка	100	108		6
23	Комната для инвентаря 1	75	101		6
24	Комната для инвентаря 2	75	92	CD LED 18- IP65	3
25	Кабинет 1.1	200	255	OWP ECO LED 595	3
26	Кабинет 1.2	200	245	CD LED 18- IP65	15
27	Кабинет 2.1	300	347	OWP ECO LED 595	3
28	Цех 1	200	241		2
29	Цех 2	200	232	CD LED 18- IP65	12
30	Санузел 1	75	88		6
31	Санузел 2	75	92		3
32	Жилая комната	100	104		5
33	Прихожая	75	92		3

В помещениях типа «коридор» устанавливаем светильники CD LED 18-IP65. Общее количество светильников равно 138 шт.

На примере обеденного зала рассмотрим пример расчетов освещения сделанный в программе DiaLUX.

На рисунках 2.1 – 2.4 представлены:

- Вид помещения;

- Пример расположения светильников;
- Резюме;
- 3D модель обеденного зала.

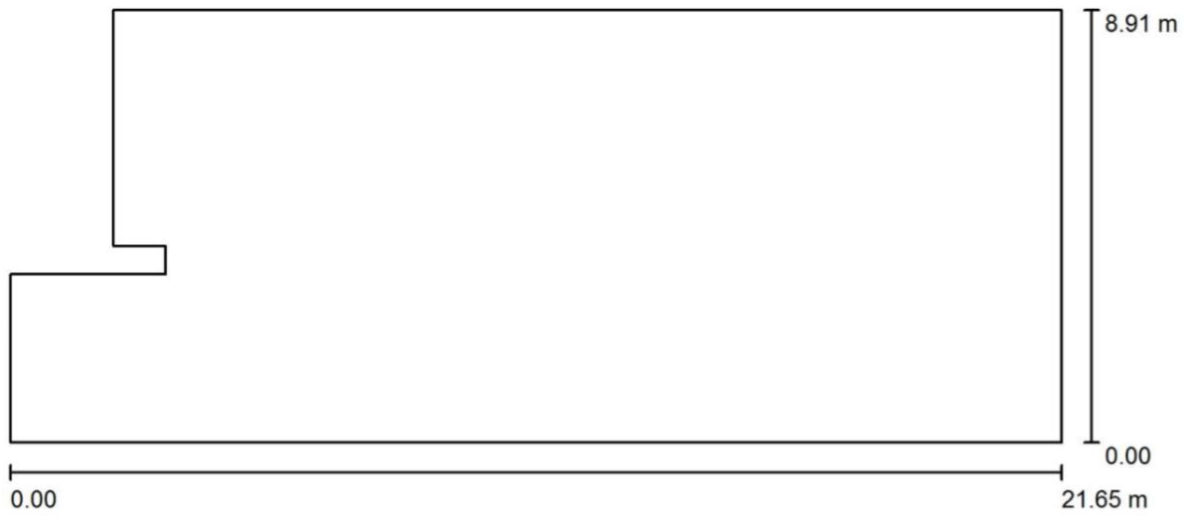


Рисунок 2.1 – Вид помещения

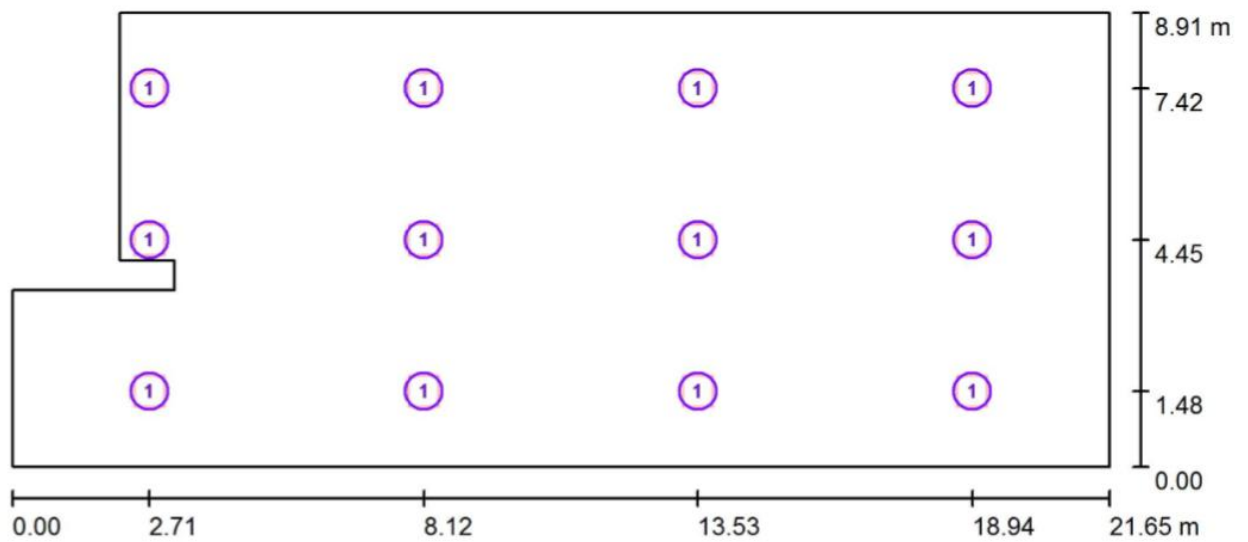


Рисунок 2.2 – План расположения светильников

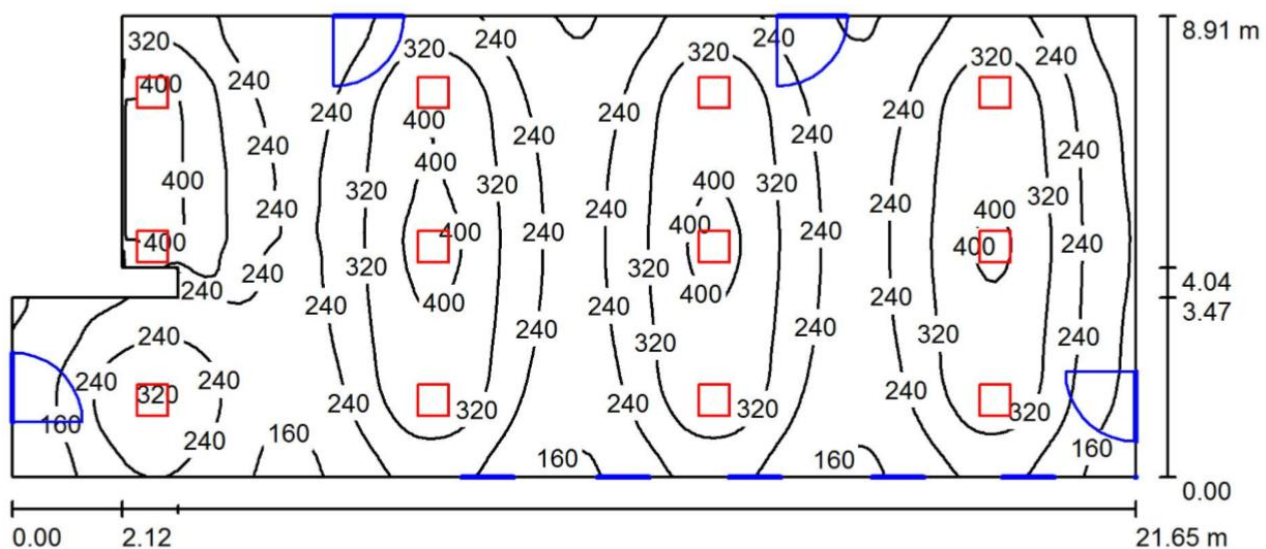


Рисунок 2.3 – Резюме



Рисунок 2.4 – 3D модель обеденного зала

Светотехнический расчёт по остальным помещениям дома-интерната произведён в программе DiaLUX аналогично. На основании расчёта определено количество и расположение светильников по помещениям.

2.2 Расчет мощности потребляемой освещением

Питание системы аварийного освещения происходит путем подключения групп светильников к 2 двум щитам аварийного освещения ЩАО-1 и ЩАО-2. ЩАО-1 запитывает 10 комнат в подвале и 23 комнаты на первом этаже. ЩАО-2 запитывает группу светильников, расположенных на втором этаже. Бесперебойная работа системы аварийного освещения во время возникновения внештатных ситуаций, обеспечивается путем питания щитов ЩАО-1 и ЩАО-2 от панели ГРЩ-3, электроснабжение которой осуществляется через шкаф АВР от разных вводов ВРУ. Помимо этого, осуществляется дополнительный ввод от источника аварийного питания.

Электроснабжение системы рабочего освещения осуществляется путем подключения светильников к щитам ЩО. На первом этаже располагается 5 щитов ЩО – 1.1...1.5. Питание группы светильников второго этаже происходит от двух щитов ЩО-2.1 и ЩО-2.2. Все щиты ЩО запитаны от различных вводов ВРУ, во время отключения питания щитов от одного ввода, предусмотрена возможность ручного переключения вводов питания освещения.

Расчет потребляемой мощности, а также распределение группы светильников по щитам освещения представлен в таблице 2.3. Расчет производился по следующим формулам:

Установленная мощность определяется по формуле:

$$P_{\text{уст}} = \sum P_{\text{пасп.св}} \quad (2.1)$$

где $P_{\text{пасп.св}}$ – паспортная мощность одного светильника.

Расчетную мощность определяется по формуле:

$$P_p = P_{уст} \cdot K_c \quad (2.2)$$

где $P_{уст}$ – установленная мощность;

K_c – берется равной 1, по [3-6].

Расчетный ток находится по формуле:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} \quad (2.3)$$

где P_p – это Расчетная мощность;

$U_{ном}$ – номинальная мощность принимается равно 0,38, так как в щит освещения заходит 3 фазы, а дальше все светильники распределяются по фазам.

Результаты расчетов представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расчет потребляемой мощности

Тип	Количество подключаемых комнат	Мощности, кВт		Рабочий ток, А	$\cos \varphi$
		Установленная	Расчетная		
ЩО-1.1	48	3,26	3,26	5,39	0,92
ЩО-1.2	49	3,34	3,34	5,52	0,92
ЩО-1.3	38	4,43	4,43	8,16	0,92
ЩО-1.4	30	6,16	6,16	10,02	0,92
ЩО-1.5	29	2,80	2,80	4,43	0,92
ЩО-2.1	45	3,54	3,54	5,86	0,92
ЩО-2.2	67	3,76	3,76	6,17	0,92
ЩАО-1	33	2,18	2,18	3,61	0,92

Продолжение таблицы 2.3

ЩАО-2	22	1,78	1,78	2,93	0,92
-------	----	------	------	------	------

Суммарная потребляемая мощность:

$$P_{осв} = \sum P_{щю} + \sum P_{щдо} \quad (2.4)$$

где $\sum P_{щю}$ – суммарная мощность щитов освещения;

$\sum P_{щдо}$ – суммарная мощность щитов аварийного освещения.

Суммарная мощность освещения составляет 31,25 кВт.

3 Расчет потребляемой мощности силовых электроприёмников

В таблице 3.1 приведены паспортные данные каждого потребителя электроэнергии, предоставленные разделом технологических решений (ТХ). Так как основными потребителями электроэнергии в «отделение милосердия» и в административной части здания являются электроприемники подключаемые через розетки расчет мощность производится по [3,7-12], где мощность одной розетки равна 100 Вт.

Таблица 3.1 – Паспортные данные потребителей в соответствии с ТХ.

№	Наименование потребителя	U_n , кВ	$P_{пас}$, кВт	$\cos\varphi$	K_n
1	Лифт	0,4	11,08	0,9	0,8
2	Котел пищеварочный	0,4	9,60	0,9	0,8
3	Сковорода электрическая	0,4	28,00	0,9	0,8
4	Плита электрическая	0,4	18,00	0,9	0,8
5	Сковорода электрическая	0,4	19,00	0,9	0,8
6	Мясорубка	0,4	2,49	0,9	0,9
7	Картофелечистка	0,4	2,13	0,9	0,9
8	Вентилятор	0,4	1,41	0,92	0,8
9	Вентилятор	0,22	0,94	0,92	0,8
10	Посудомоечная машина	0,4	7,85	0,92	0,65
11	Мясорубка	0,4	0,92	0,9	0,9
12	Картофелечистка	0,4	1,26	0,9	0,9
13	Печь конвекционная	0,4	15,00	0,92	0,8
14	Тепловая завеса	0,4	30,53	0,9	0,3
15	Каток гладильный	0,4	8,23	0,9	0,4
16	Камера дезинфекционная	0,4	18,00	0,92	0,5
17	Моющая-дезинфекционная	0,4	8,26	0,92	0,5
18	Вентилятор	0,4	0,79	0,92	0,8

Продолжение таблицы 3.1

19	Центрифуга прачечная	0,4	4,80	0,92	0,5
20	Стиральная машина	0,4	51,52	0,92	0,5
21	Машина сушильная	0,4	25,76	0,92	0,5
22	Насос дренажный	0,4	6,29	0,59	0,7
23	Блочный тепловой пункт	0,4	1,58	0,55	0,6

Основными потребителями электроэнергии в «отделение милосердия» и в административной части здания являются электроприемники подключаемые через розетки. По [3,7-12] мощность каждой розетки равняется 100 Вт. В «отделение милосердия» количество розеток на одну комнату составит 3 шт. В административной часть дома-интерната количество розеток в одной комнате будет равняться 4 шт.

Расчетную мощность «отделения милосердия» и административной части здания определим по формуле:

$$P_{p.p} = P_{y\delta} \cdot n_p \cdot K_{o.p} \quad (3.1)$$

где $P_{y\delta}$ – удельная мощность на одну розетку;

n_p – число розеток;

$K_{o.p}$ – коэффициент одновременности для сети розеток, определяемый в зависимости от количества розеток [3,7-12].

Расчетная мощность всех розеток равно 184,57 кВт.

В таблице 3.2 представлено распределение потребителей по групповым щиткам.

Таблица 3.2 – Распределение потребителей по силовым щиткам

№ ЩС	Потребители
1	Группа розеток отделения милосердия первого этажа
2	Группа розеток отделения милосердия второго этажа, лифт
3.1	Котел пищеварочный, плита электрическая, сковорода электрическая, мясорубка, картофелечистка
3.2	Группа розеток кухни, мясорубка, картофелечистка, посудомоечная машина, печь конвекционная, 2 вентилятора
4	Группа розеток административного корпуса, 3 тепловых завес, каток гладильный, камера дезинфекционная
5	Группа розеток административного корпуса, моющая-дезинфекционная, вентилятор
6	Группа розеток отделения милосердия 1 этажа, центрифуга прачечная, стиральная машина, машина сушильная
7	Группа розеток подвального помещения, 4 насоса дренажных, блочный тепловой пункт

Мощность розеток распределены по силовым щитам соответственно подключаемых к вводам №1 и №2 ВРУ.

Мощность отдельно стоящих потребителей определяется:

$$P_n = P_{nac} \cdot K_u \quad (3.2)$$

где P_{nac} – паспортное значение мощности;

K_u – коэффициент использования.

Установленную мощность каждого щитка определяется по формуле:

$$P_{уст} = \sum P_{p.p} \cdot \sum P_n \quad (3.2)$$

где $\sum P_{p.p}$ – суммарная расчетная мощность подключаемых розеток;

$\sum P_n$ – суммарная расчетная мощность отдельных потребителей.

Расчетную мощность определим по выражению:

$$P_p = P_{уст} \cdot K_c \quad (3.2)$$

где $P_{уст}$ – установленная мощность силового щитка;

K_c – коэффициент спроса, в зависимости от кол-ва розеток [3,7-12].

Расчетный ток находится по формуле:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} \quad (3.3)$$

где P_p – это Расчетная мощность;

$U_{ном}$ – номинальная мощность принимается равно 0,38.

Расчет потребляемой мощность каждого силового щитка представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Расчётная нагрузка

№	Наименование	$n_{гр}$	$P_{ном}, кВт$	$P_{уст}, кВт$	K_c	$P_p, кВт$	$cos\varphi$	$I_p, А$
1	Щит ЩС-1	18	1,05...4,9	87,6	0,55	48,16	0,92	79,63
2	Щит ЩС-2	18	1,05...8,68	88,27	0,55	48,55	0,92	80,27
3	Щит ЩС-3.1	6	1,92...22,4	69,83	0,8	55,86	0,92	92,36
4	ЩО-1.1	6	0,32...0,63	3,26	1	3,26	0,92	5,39
5	ЩО-2.1	8	0,23...0,61	3,54	1	3,54	0,92	5,86
6	ЩО-1.2	9	0,14...0,63	3,34	1	3,34	0,92	5,52
7	ЩО-2.2	9	0,21...0,56	3,74	1	3,74	0,92	6,17
8	ЩО-1.3	12	0,18...0,63	4,43	1	4,43	0,92	8,16
9	Всего на вводе №1					170,88	0,92	268,09
	Щит ЩС-3.2	16	1,73...12	84,45	0,7	59,12	0,92	97,75
	Щит ЩС-4	10	3,47...9	69,47	0,65	45,16	0,92	74,67
	Щит ЩС-5	9	0,63...4,37	37,1	0,60	22,26	0,92	36,81
	Щит ЩС-6	9	1,42...25,76	88,66	0,65	57,63	0,92	95,28
	Щит ЩС-7	7	1,1...3,8	22,36	0,55	12,30	0,7	26,73
	ЩО-1.4	9	0,37...0,88	6,06	1	6,06	0,92	10,02

Продолжение таблицы 3.3

	ЩО-1.5	7	0,28...0,85	2,80	1	2,80	0,92	4,63
	Всего на вводе № 2					205,33	0,9	329,30
	ИТОГО:					376,21	0,9	603,34

На основании проведённых расчётов требуется выбрать кабели питающей сети внешнего электроснабжения и мощность силовых трансформаторов проектируемой КТП.

4 Выбор КТП и питающих кабелей.

4.1 Описание технических решений.

В соответствии с техническими условиями на проектирование электроснабжения «Дома-интерната для престарелых» источником электроснабжения является распределительный пункт РП № 3 «Тельвиска». Уровень напряжения РП № 3 «Тельвиска» составляет 6 кВ источниками питания являются:

А. РП № 3 «Тельвиска» с.ш № 1

Б. РП № 3 «Тельвиска» с.ш № 2

На высокой стороне 6 кВ электроснабжение происходит по двум кабельным линиям, для резервирования электроэнергии. Схема электроснабжения – двух лучевая.

По стороне 0,4 кВ трансформаторная подстанция питает здание дома-интерната, а так же вспомогательные объекты территории. Потребители по стороне 0,4 кВ представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные потребители 0,4 кВ

Наименование потребителей	P_p , кВт	I_p , А
Здание дома-интерната	376,21	603,34
Насосная станция	32,3	50,8
Котельная	15,4	24,6
Гараж	6,11	10,11
Система наружного освещения территории	8,99	13,80
Всего	438,31	723,85

В соответствии с ПУЭ дом-интернат относится к наиболее ответственной категории потребления, то есть дом-интернат относится к I категории надежности электроснабжения потребителей. Следовательно,

питание дома-интерната будет производиться как минимум от двух источников питания.

По требованию заказчика и энергоснабжающей организации (ГУП «Нарьян-Марская электростанция») для приемников I категории предусматривается третий автономный источник питания в виде дизель-генераторной установки.

4.2 Выбор КТП

Произведем расчет мощности трансформаторной подстанции по формуле [13-15]:

$$S_{КТП} = \frac{\sum P_p}{K_3 \cdot N_T} \quad (4.1)$$

где $\sum P_p$ – суммарная потребляемая мощность дома – престарелых

K_3 – коэффициент запаса

N_T – количество устанавливаемых трансформаторов

Мощность трансформаторной подстанции равна 313,08 кВА.

Так как расчетная мощность равна 313,08 кВА трансформаторы выбираем номинальной мощностью 400 кВА.

Выбираем БКТП производства «экспериментальный завод объёмных инженерных сооружений» по [16,17]. Выбор оборудования данного производителя обуславливается:

- А. Качеством, производимым оборудования.
- Б. Ценой оборудования.
- В. Ценой транспортировки оборудования, так как поставщик берет на себя обязательства по доставке оборудования к месту установке.
- Г. Ценой монтажных работ по установке оборудования.

Технические данные по строительной и электрической части блочной комплектной трансформаторной подстанции 2КТПН-К/К-400/6/0,4 представлены опросном листе на рисунке 4.1 и 4.2 (форма ОЛ предоставлена производителем КТП).

В. 3.2		Лист 1 (1)			
Бланк заказа (детализация параметров объекта)					
Лист 1. Техническая часть: параметры основного оборудования					
Лист 3. Коммерческая часть: условия поставки, доставка, монтаж и др.					
Общие сведения	Тип объекта	БКТП			
	Наименование	Строительство объекта "Дом-интернат для престарелых с.Тельвиска"			
	Описание	Блочная комплектная трансформаторная подстанция 2КТПН-К/К-400/6/0,4			
	Дополнительно				
Строительная часть	Конфигурация	В соответствии с документацией			
	Кол-во блоков				
	Высота колпака/приямка	ОК	ОП		
		высокий	высокий		
	Исполнение элементов, отделка и комплектация	Крыша		двухскатная	ж/б
		Внешняя отделка		стандарт	
		Региональное исполнение		Север	
Дополнительно	Дополнительные элементы				
Электрическая часть (основное электрооборудование)	Общие данные	Напряжение сети на стороне ВН, кВ	6		
		Маркировка проводников	МКС (ЖЗК/АВС)		
		Граница балансовой принадлежности (ВАЧ)			
		Дополнительно			
	РУ-ВН	Конфигурация	По заданным параметрам		
		Поставка	ЭЗОИС	Комплект д/внеш. присоединений	да
		Монтаж	на заводе	, выполняет	ЭЗОИС
		Параметры РУ ВН			
		Тип ячеек	RM6 NE-IID1	Изготовитель	
		Номинальный ток сборных шин, А	630		
		Число секций (лучей) РУ	2		
		Число отх. линий (в т.ч. к ТП)	4		
		Наличие ячейки измер. ТН	да		
		Наличие ячейки ЗСШ	да		
	Тип РЗиА	vip-300	Изготовитель		
	Дополнительно				
	Силовой трансформатор	Поставка	ЭЗОИС		
		Тип	ТМГ-400/6/0,4	Тип изоляции	масляный
		Изготовитель			
		Мощность, кВА	400	Гр. соединения	Д/У
		Дополнительно			
	АВР	Конфигурация	По заданным параметрам		
		Наличие АВР	на стороне НН	Констр. исполнение АВР-НН	в составе РУ-НН
		Поставка	ЭЗОИС		
		Изготовитель			
		Монтаж	на заводе	, выполняет	ЭЗОИС
		Параметры АВР-НН			
Тип аппаратов В1(В2, СВ)		авт.выключатель	расцепитель	тип А	
Марка/производитель В1(В2)		Metasol AN-08D3-08A M2D2D2BX AC6UOAL			
Номинальный ток В1(В2), А		1000			
Номинальный ток СВ, А		800			
Дополнительно	Привод В1, В2 и СВ моторный				
Система ТМ	Объем поставки				

Рисунок 4.1 – Опросный лист на КТП (стр.1)

Бланк заказа (детализация параметров объекта)

Электрическая часть (основное электрооборудование)	РУ-НН 1 (силовой распределительный щит)	Конфигурация	По заданным параметрам			
		Поставка	ЭЗОИС			
		Изготовитель				
		Монтаж	на заводе	, выполняет	ЭЗОИС	
		Параметры РУ-НН				
		Число секций (лучей) РУ	2			
		Тип аппаратов В1(В2)	авт.выключатель	расцепитель	тип А	
		Марка/производитель В1(В2)		Metasol AN-08D3-08A M2D2D2BX AC6UOAL		
		Номинальный ток В1(В2), А	1000			
		Выкатное исполнение	да			
		Дополнительный разъединитель				
		Отдельностоящая стойка ввода (ОСР)	нет			
		Тип аппарата СВ	авт.выключатель	расцепитель	тип А	
		Марка/производитель СВ		Metasol AN-08D3-08A M2D2D2BX AC6UOAL		
		Номинальный ток СВ, А	800			
		Выкатное исполнение	да	СВ/СР одинаковые	да	
	Число отходящих линий (на один луч)	6				
	Тип аппаратов отходящих линий	АВ				
	Дополнительно	Конфигурация РУ-НН в соответствии со схемой (006.001/16-ИОС1.1(ЭС)лист 6)				
	РУ-НН 2 (ВРШ-НО)	Конфигурация				
	Измерения и учет ЭЭ	Учет на стороне ВН	Наличие	да	, конфигурация согласно схемы	
			Тип счетчика(-ов)	Меркурий 230 ART2-00		
			Поставка сч.	ЭЗОИС		
			Размещение сч.	в шкафу РУ		
			Дополнительно			
Учет на вводе РУ-НН		Наличие	да			
		Тип счетчика(-ов)	Меркурий 230 ART2-00			
		Поставка сч.	ЭЗОИС			
		Размещение сч.	в шкафу РУ			
		Номинал ТТ	1000/5	класс точности ТТ	0,5S	
Дополнительно						
Измерения на вводе РУ-НН		Наличие	да			
		Номинал ТТ	1000/5	класс точности ТТ	0,5S	
		Дополнительно	В соответствии со схемой (006.001/16-ИОС1.1(ЭС)лист 6)			
Учет на отходящих линиях РУ-НН		Наличие	да			
		Тип счетчика(-ов)	Меркурий 230 ART2-00			
		Поставка сч.	ЭЗОИС			
	Размещение сч.	в шкафу РУ				
	Номинал ТТ	400/5	класс точности ТТ	0,5S		
Дополнительно	В соответствии со схемой (006.001/16-ИОС1.1(ЭС)лист 6)					

Рисунок 4.1 – Опросный лист на КТП (стр.2)

4.3 Выбор питающих кабелей

В соответствии с техническим заданием, проектом предусмотрены кабели с изоляцией из силанольсшитого полиэтилена с защитным покровом для низкого напряжения до 1 кВ предусмотрен кабель типа – ПвБШВ–1, для напряжения 6 кВ предусмотрен кабель типа – АПвПУГ–10 по [18].

Особенностями кабеля ПвБШВ–1 являются:

- Жила является многопроволочной, круглой формы, изготовленной из меди.
- Изоляция изготавливается из силанольсшитого полиэтилена.
- Защитный покров типа БШВ представляет собой броню из двух стальных лент наложенных внахлест друг на друга; защитный шланг выпрессован из пластика.

Особенностями кабеля АПвПУГ–10 являются:

- Жила является многопроволочной, круглой формы, изготовленной из алюминия.
- Изоляция изготавливается из силанольсшитого полиэтилена.
- Экран по изоляции из экстрагируемого полупроводящего сшитого полиэтилена.
- Раздельный слой из электропроводящей отталкивающей ленты.
- Экран из медных проволок сечением 25 мм² и оболочка из полиэтилена увеличенной толщины.

Выбор сечения представленных кабелей будет производиться с учетом длительно допустимых токов и допустимых отклонений напряжения на концах кабельных линий. А также выбранные кабели будут проверяться на термическую стойкость к током короткого замыкания, и на невозгорание.

4.4 Расчет питающих кабелей 6 кВ

По требованию энергоснабжающей организации (ГУП «Нарьян-Марская электростанция») сечение кабеля на стороне 6 кВ принимаем равным 150 мм², так как КТП дома-интерната для престарелых является транзитной.

4.5 Проверка питающих кабелей 6 кВ

Проверка осуществляется при работе питающей подстанции в аварийном режиме т.е. когда транзит мощность осуществляется по одному питающему кабелю [19].

Расчетный тока питающей кабельной линии в аварийном режиме определяется по формуле:

$$I_a = \frac{P_{a.пер}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} \quad (4.2)$$

где $P_{a.пер}$ – аварийная передаваемая по кабельной линии мощность;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

Расчетный тока питающей кабельной линии в аварийном режиме равняется 65,17 А.

Проверка осуществляется по условию:

$$I_p \leq n_{каб} \cdot I_{\delta} \quad (4.3)$$

где $n_{каб}$ – это количество кабелей;

I_{δ} – допустимый ток.

Исходя из условия выражение равно 329 А, данное значение удовлетворяет условию.

4.6 Проверка питающей кабельной линии 6 кВ на падение напряжения

Потери напряжения в конце кабельной линии:

$$\Delta U = \frac{P_{пер} \cdot (r_0 + tg \varphi \cdot x_0)}{n_{пар} \cdot U_{ном}} \cdot l_a \quad (4.4)$$

где $P_{пер}$ – расчетная передаваемая по кабельной линии мощность;

r_0, x_0 – активное и реактивное удельное сопротивление кабеля;

l_a – длина линии;

$n_{пар}$ – число параллельных кабелей линии;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение.

Потери напряжения в конце кабельной линии равны 8,46 В.

Потери напряжения в конце кабельной линии в процентах от номинального:

$$\Delta U = \frac{\Delta U, В}{U_{ном}} \cdot 100 \quad (4.5)$$

где $\Delta U, В$ – потери напряжения в конце кабельной линии измеряемые в вольтах;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение

Потери напряжения в конце кабельной линии в процентах от номинального равны 0,13 %.

Согласно ГОСТ 32144-2013 нормально допустимое отклонение напряжения на зажимах электроприемника не должно превышать 5 [20-22].
Условие проверки кабельной линии на потери напряжения:

$$\Delta U \%, \% \leq 5\% \quad (4.6)$$

Согласно полученным данным падение напряжения в конце линии находится в допустим пределах.

4.7 Проверка кабеля питающей линии 6 кВ на термическую стойкость

Ток короткого замыкания был предоставлен требованию энергоснабжающей организации (ГУП «Нарьян-Марская электростанция»). Ток КЗ в точке присоединения 18 кА равен .

Проверка кабельных линий на термическую стойкость выполнена в соответствии с нормами технического проектирования по методике ГОСТ Р 52736-2007 "Методы расчёта электродинамического и термического действия тока короткого замыкания", приведённой ниже:

$$I_{no} = I_{\max}^{(3)} \quad (4.7)$$

$T_a = 0,06$ – значение постоянной времени цепи К.З. принято для системы, связанной со сборными шинами 6 кВ [24-26].

Пройём полное время отключения выключателя $t_{в.откл.} = 0,4$ с [27]

Время выключения выключателя равно постоянной времени затухания апериодической составляющей тока К.З. $t_{откл.}$.

Определим интеграл Джоуля:

$$B_k = I_{no}^2 \cdot (t_{откл} + T_a) \quad (4.8)$$

где I_{no} – ток К.З;

$t_{откл}$ – суммарное время срабатывания РЗА и время отключения выключателя;

T_a – постоянная времени затухания аperiodической составляющей короткого замыкания.

Интеграл Джоуля равен 149,04 .

Найдем минимальное сечение кабеля:

$$S = \frac{\sqrt{B_k}}{c_m} \quad (4.9)$$

где c_m – коэффициент равный $90 \frac{A \cdot c}{MM^2}$ при напряжении 0,4 кВ[29].

Определим термический ток стойкости для кабеля данного присоединения:

$$I_{терм} = \frac{S \cdot c_m}{\sqrt{t_{откл} + T_a}} \quad (4.10)$$

где S – сечение провода;

c_m – коэффициент равный $90 \frac{A \cdot c}{MM^2}$ при напряжении 0,4 кВ[24];

$t_{откл}$ – суммарное время срабатывания РЗА и время отключения выключателя;

T_a – постоянная времени затухания аperiodической составляющей короткого замыкания.

Где термический ток стойкости равен 19,90 кА.

Условие проверки кабеля на термическую стойкость:

$$I_{терм} \geq I_{но} \quad (4.11)$$

Исходя из полученных значений условие выполняется.

4.8 Проверка питающей кабельной линии 6 кВ на не возгорание

Значение начальной температуры жилы до К.З:

$$Q_{ни} = Q_o + (Q_{од} - Q_{окр}) \cdot \left(\frac{I_{ном.расч}}{I_{длитдоп}} \right)^2 \quad (4.12)$$

где Q_o – фактическая температура окружающей среды во время К.З;

$Q_{од}$ – расчётное допустимая температура жилы;

$Q_{окр}$ – значение расчетной температуры окружающей среды;

$I_{длитдоп}$ – длительно допустимый ток;

Начальная температура жилы равна $-2,62$ °С

Значение температуры жиды после К.З:

$$Q_k = Q_{ни} \cdot \exp(K) + a \cdot (\exp(K) - 1) \quad (4.13)$$

где a – величина обратная коэффициенту электрического сопротивления при 0;

K – коэффициент определяемый $K = \frac{b \cdot V_k}{S^2}$.

Температуры жиды после К.З равно $76,96$ °С.

Предельная температура нагрева кабеля равна 130 °С.

Условие проверки кабеля на нагрев:

$$Q \geq Q_k \quad (4.14)$$

Условие проверки выполняется.

Расчет и проверка кабелей 0,4 кВ будет представлен для здания дома-интерната. Результаты расчетов и проверок питающих кабелей 0,4 оставшихся потребителей будут представлены в таблице 4.

4.9 Выбор сечения кабеля кабелей 0,4 кВ

Расчетная передаваемая по кабельной линии мощность:

$$P_{пер} = P_{max} \cdot K_c \quad (4.15)$$

где P_{max} – активная мощность потребителей равна;

K_c – Коэффициент спроса равный.

Расчетная передаваемая по кабельной линии мощность равна:

- Ввод № 1 $P_{пер} = 145,25$ кВт;

- Ввод № 2 $P_{пер} = 151,94$ кВт.

Расчет ток кабельной линии в рабочем режиме:

$$I_p = \frac{P_{пер}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} \quad (4.16)$$

где $P_{пер}$ – расчетная передаваемая по кабельной линии мощность;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

Расчет ток кабельной линии в рабочем режиме равен:

- Ввод № 1 $I_p = 227,88 \text{ A}$;
- Ввод № 2 $I_p = 243,68 \text{ A}$.

В соответствии с таблицами допустимых токовых нагрузок производителя кабеля принят пятижильный кабель с сечением жил $5 \times 120 \text{ мм}^2$ с длительно допустимым током при прокладке в земле 294 A .

Проверка кабеля производится по условию:

$$I_p \leq n_{\text{каб}} \cdot I_0 \quad (4.17)$$

где $n_{\text{каб}}$ – это количество кабелей;

I_0 – допустимый ток.

Исходя из условия выражение равно:

- Ввод № 1 $I_p = 588 \text{ A}$;
- Ввод № 2 $I_p = 588 \text{ A}$.

Следовательно, условие выполняется.

4.10 Проверка питающих кабелей 0,4 кВ

Расчетный ток питающей кабельной линии в аварийном режиме определяется по формуле:

$$I_a = \frac{P_{a.пер}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} \quad (4.18)$$

где $P_{a.пер}$ – аварийная передаваемая по кабельной линии мощность;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

Расчетный ток питающей кабельной линии 0,4 кВ в аварийном режиме равняется 536,20 А.

Проверка осуществляется по условию:

$$I_a \leq n_{\text{каб}} \cdot I_d \quad (4.19)$$

где $n_{\text{каб}}$ – это количество кабелей;

I_d – допустимый ток.

Исходя из условия выражение равно 588 А, данное значение удовлетворяет условию.

4.11 Проверка кабельных линий 0,4 кВ на падение напряжения

Потери напряжения в конце кабельной линии:

$$\Delta U = \frac{P_{\text{пер}} \cdot (r_0 + \text{tg} \varphi \cdot x_0)}{n_{\text{нар}} \cdot U_{\text{ном}}} \cdot l_l \quad (4.20)$$

где $P_{\text{пер}}$ – расчетная передаваемая по кабельной линии мощность;

r_0, x_0 – активное и реактивное удельное сопротивление кабеля;

l_l – длина линии;

$n_{\text{нар}}$ – число параллельных кабелей линии;

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение.

Потери напряжения в конце кабельной линии равны 1,48 В.

Потери напряжения в конце кабельной линии в процентах от номинального:

$$\delta U = \frac{\delta U, \text{В}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100 \quad (4.21)$$

где $\delta U, \text{В}$ – потери напряжения в конце кабельной линии измеряемые в вольтах;

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение

Потери напряжения в конце кабельной линии в процентах от номинального равны 0,37 %.

Согласно ГОСТ 32144-2013 нормально допустимое отклонение напряжения на зажимах электроприемника не должно превышать 5. Условие проверки кабельной линии на потери напряжения:

$$\delta U \%, \% \leq 5\% \quad (4.22)$$

Согласно полученным данным падение напряжения в конце линии находится в допустим пределах.

4.12 Проверка кабельной линии 0,4 кВ на термическую стойкость

$$I_{no} = I_{\text{max}}^{(3)} \quad (4.23)$$

$T_a = 0,06$ – значение постоянной времени цепи К.З. принято для системы, связанной со сборными шинами 0,4 кВ.

Проймём полное время отключения выключателя $t_{\text{в.откл.}} = 0,4$ с.

Время выключения выключателя равно постоянной времени затухания апериодической составляющей тока К.З. $t_{\text{откл.}}$.

Определим интеграл Джоуля:

$$B_k = I_{no}^2 \cdot (t_{откл} + T_a) \quad (4.24)$$

где I_{no} – ток К.З;

$t_{откл}$ – суммарное время срабатывания РЗА и время отключения выключателя;

T_a – постоянная времени затухания аperiodической составляющей короткого замыкания.

Интеграл Джоуля равен 149,04.

Найдем минимальное сечение кабеля:

$$S = \frac{\sqrt{B_k}}{c_m} \quad (4.25)$$

где c_m – коэффициент равный $90 \frac{A \cdot c}{MM^2}$ при напряжении 0,4 кВ.

Определим термический ток стойкости для кабеля данного присоединения:

$$I_{терм} = \frac{S \cdot c_m}{\sqrt{t_{откл} + T_a}} \quad (4.26)$$

где S – сечение провода;

c_m – коэффициент равный $90 \frac{A \cdot c}{MM^2}$ при напряжении 0,4 кВ;

$t_{откл}$ – суммарное время срабатывания РЗА и время отключения выключателя;

T_a – постоянная времени затухания аperiodической составляющей короткого замыкания.

Где термический ток стойкости равна 31,84 кА.

Условие проверки кабеля на термическую стойкость:

$$I_{терм} \geq I_{но} \quad (4.27)$$

Исходя из полученных значений условие выполняется.

4.13 Проверка кабельной линии 0,4 кВ на не возгорание

Значение начальной температуры жилы до К.З:

$$Q_{ни} = Q_o + (Q_{од} - Q_{окр}) \cdot \left(\frac{I_{ном.расч}}{I_{длитдоп}} \right)^2 \quad (4.28)$$

где Q_o – фактическая температура окружающей среды во время К.З;

$Q_{од}$ – расчётное допустимая температура жилы;

$Q_{окр}$ – значение расчетной температуры окружающей среды;

$I_{длитдоп}$ – длительно допустимый ток;

Начальная температура жилы равна $-2,62$ °С

Значение температуры жиды после К.З:

$$Q_k = Q_{ни} \cdot \exp(K) + a \cdot [\exp(K) - 1] \quad (4.29)$$

где a – величина обратная коэффициенту электрического сопротивления при 0;

K – коэффициент определяемый $K = \frac{b \cdot V_k}{S^2}$.

Температуры жиды после К.З равно $133,50$ °С.

Предельная температура нагрева кабеля равна 341 °С.

Условие проверки кабеля на нагрев:

$$Q \geq Q_k \quad (4.30)$$

Условие проверки выполняется.

Выбранные сечение кабелей со стороны 6 кВ и на стороне ниже 1 кВ удовлетворяют нормативам по: падения напряжения, термическую стойкость и не возгорание. Длины кабелей по плану от проектируемой КТП до здания просуммированы и внесены в кабельный журнал. Кабельный журнал питающей сети составлен по форме 8 ГОСТ 21.608-2013. Итоги расчетов представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Кабельный журнал

Маркировка кабеля	Трасса		Кабель		
	Начало	Конец	Марка	Количество кабелей и сечение жил	Длина, м
Внешние сети 6 кВ					
6П1–ф.1	РУ 6 кВ – ф.1	КТП – 1 яч.3	АПвПУГ	3 каб 1×150	1075
6П2–ф.7	РУ 6 кВ – ф.7	КТП – 1 яч.6	АПвПУГ	3 каб 1×150	1075
Внутренние сети 0,4 кВ					
П1–ф.1	КТП – 1 С1 ф.1	Гараж ВРУ – 1	ПвБШВ – 1	5×25	190
П1–ф.2	КТП – 1 С1 ф.2	Котельная ввод №1	ПвБШВ – 1	5×35	215
П1–ф.3	КТП – 1 С1 ф.3	Насосная станция ввод № 1	ПвБШВ – 1	5×35	230
П1–ф.5	КТП – 1 С1 ф.5	ВРУ – 1 ввод № 1	ПвБШВ – 1	2 каб 5×120	123
П2–ф.1	КТП – 1 С1 ф.1	ВРУ – 1 ввод № 2	ПвБШВ – 1	2 каб 5×120	123
П2–ф.3	КТП – 1 С1 ф.4	Котельная ввод № 2	ПвБШВ – 1	5×35	215
П2–ф.5	КТП – 1 С1 ф.5	Насосная станция ввод № 2	ПвБШВ – 1	5×35	230
Д–ф.1	ДГУ ф.1	Щит ЩАВР ввод № 3	ПвБШВ – 1	5×95	131
Д–ф.2	ДГУ ф.2	Насосная станция ввод № 3	ПвБШВ – 1	5×25	75

5 Распределение потребителей по групповым щиткам и подключение каждого потребителя

В соответствии с техническим заданием, проектом предусмотрено применение силовых кабелей с изоляцией из ПВХ-пластиката не распространяющим горение и с пониженным дымовыделением на напряжение 1кВ, а также огнестойких кабелей. Марка кабеля ВВГнг-LS и ВВГнг-FRLS соответственно.

Жила - медная, круглой формы. Изоляция - из поливинилхлорида, не распространяющего горение с пониженным дымогазовыделением. Данный тип кабеля предназначен для передачи и распределения электрической энергии и электрических сигналов в стационарных установках при переменном и постоянном напряжении до 1 кВ. Кабель применяется:

- для прокладки в воздухе при отсутствии опасности механических повреждений в ходе эксплуатации;
- для прокладки в сухих и сырых помещениях, каналах, кабельных полуэтажах, шахтах, коллекторах,
- производственных помещениях, частично затапливаемых сооружениях при наличии среды со слабой, средней и высокой коррозионной активностью;
- для прокладки в пожароопасных помещениях при отсутствии опасности механических повреждений;
- для прокладки во взрывоопасных зонах.

Кабель предназначен для вертикальных, наклонных и горизонтальных трасс.

Выбор сечений и проверка кабелей производился так же, как и в 4 разделе. Итоги расчетов представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Кабельный журнал распределительной сети

Маркировка кабеля	Трасса		Кабель		
	Начало	Конец	Марка	Количество кабелей и сечение жил	Длина, м
Главный распределительный щит ГРЩ – 1					
M1–ф.1	ГРЩ – 1 авт.1	ЩО – 1.1	ВВН нг – LS	1 каб. 5x6	110,7
M1–ф.1/1	ЩО – 1.1	ЩО – 2.1	ВВН нг – LS	1 каб. 5x4	4,0
M1–ф.2	ГРЩ – 1 авт.2	ЩО – 1.2	ВВН нг – LS	1 каб. 5x6	111,4
M1–ф.2/1	ЩО – 1.2	ЩО – 2.2	ВВН нг – LS	1 каб. 5x4	12
M1–ф.3	ГРЩ – 1 авт.3	ЩС – 1	ВВН нг – LS	1 каб. 5x35	100,3
M1–ф.4	ГРЩ – 1 авт.4	ЩС – 2	ВВН нг – LS	1 каб. 5x35	105,4
M1–ф.5	ГРЩ – 1 авт.5	ЩС – 3.1	ВВН нг – LS	1 каб. 5x35	28,5
M1–ф.6	ГРЩ – 1 авт.6	ЩО – 1.3	ВВН нг – LS	1 каб. 5x4	63,6
M1–ф.8	ГРЩ – 1 авт.8	ЩУ – КСПТ	ВВН нг – FRLS	1 каб. 5x2,5	51,6
M1–ф.9	ГРЩ – 1 авт.9	ШУНО	ВВН нг – FRLS	1 каб. 5x2,5	8,0
Главный распределительный щит ГРЩ – 2					
M2–ф.1	ГРЩ – 2 авт.1	ЩС – 3.2	ВВН нг – LS	1 каб. 5x35	28,5
M2–ф.2	ГРЩ – 2 авт.2	ЩО – 1.4	ВВН нг – LS	1 каб. 5x4	25,4

Продолжение таблицы 5.1

М2-ф.3	ГРЩ – 2 авт.3	ЩС – 4	ВВН нг – LS	1 каб. 5x35	59,1
М2-ф.4	ГРЩ – 2 авт.4	ЩС – 6	ВВН нг – LS	1 каб. 5x35	46,7
М2-ф.5	ГРЩ – 2 авт.5	ЩО – 1.5	ВВН нг – LS	1 каб. 5x4	50,6
М2-ф.6	ГРЩ – 2 авт.6	ЩС – 5	ВВН нг – LS	1 каб. 5x10	58,1
М2-ф.7	ГРЩ – 2 авт.7	ШУОВ	ВВН нг – LS	1 каб. 5x10	63,5
Главный распределительный щит ГРЩ – 3					
М3-ф.1	ГРЩ – 3 авт.1	ЩУ – КСПТ	ВВН нг – FRLS	1 каб. 5x2,5	51,6
М3-ф.2	ГРЩ – 3 авт.2	ЩАО – 1	ВВН нг – FRLS	1 каб. 5x4	51,4
М3-ф.2/1	ЩАО – 1	ЩАО – 2	ВВН нг – FRLS	1 каб. 5x2,5	57
М3-ф.3	ГРЩ – 3 авт.3	ЩС – 7	ВВН нг – LS	1 каб. 5x10	30,5
М3-ф.4	ГРЩ – 3 авт.4	ЩС – 8	ВВН нг – LS	1 каб. 5x4	43,5
М3-ф.5	ГРЩ – 3 авт.5	ЩС – 9	ВВН нг – FRLS	1 каб. 5x10	95
М3-ф.6	ГРЩ – 3 авт.6	Лифт	ВВН нг – FRLS	1 каб. 5x2,5	20
М3-ф.7	ГРЩ – 3 авт.7	Лифт	ВВН нг – FRLS	1 каб. 5x2,5	47

6 Расчет заземления дома-интерната для престарелых

Заземляющее устройство имеет наружный контур заземления, выполненный вертикальными заземлителями, соединёнными стальной полосой при помощи сварки. Для контура заземления применяются: вертикальный заземлитель в виде стального прута диаметром 18 мм длиной 3 м, горизонтальный заземлитель в виде стальных полос 5x40 уложен в виде замкнутого контура на расстоянии 1 м от края фундамента на глубине 0,5 м от планировочной отметки земли. Удельное сопротивление грунта в районе строительства принято 100 Ом·м; сезонный коэффициент колебания значения удельного сопротивления принят равным 1,1.

Расчёт заземляющего устройства выполняется в соответствии с Нормами технического проектирования по методике приведённой ниже:

Найдем уточнённое сопротивление грунта в районе строительства:

$$\rho = \rho_{уд} \cdot \varphi \quad (6.1)$$

где $\rho_{уд}$ – удельное сопротивление грунта, Ом·м;

φ – коэффициент сезонного изменения удельного сопротивления.

Уточнённое сопротивление грунта в районе строительства равно 110 Ом·м.

Определим сопротивление вертикального электрода:

$$R_e = (0,366 \cdot \rho / l) \cdot (\lg \cdot (2 \cdot l / 0,95d) + 0,5 \lg((4 \cdot t + l) / (4t - l))) \quad (6.2)$$

где l – длина стержня, м;

d – внешний диаметр стержня, м;

t – расстояние от поверхности земли до середины стержня, м.

Сопротивление вертикального электрода равно 59,62 Ом.

Рассчитаем сопротивление горизонтальных линий:

$$R_z = (0,366 \cdot \rho / l_n) * \lg \cdot (2 \cdot \frac{l_n^2}{b \cdot t}) \quad (6.3)$$

где l_n – длина полосы, м;

b – ширина полосы, м;

t – расстояние от поверхности земли до полосы, м.

Найдем сопротивление горизонтальных линий равно 6,75 Ом.

Коэффициенты использования:

- Вертикальных электродов $\kappa_{ув} = 0,76$

- Горизонтальных электродов $\kappa_{уз} = 0,56$

Рассчитаем суммарное сопротивление вертикальных электродов:

$$R_{в.сум} = \frac{R_z}{(n \cdot \kappa_{ув})} \quad (6.4)$$

где n – количество вертикальных заземлителей.

Суммарное сопротивление вертикальных электродов равна 5,60 Ом.

Вычислим суммарное сопротивление полосы:

$$R_{z.сум} = \frac{R_z}{\kappa_{уз}} \quad (6.5)$$

Суммарное сопротивление полосы равно 12,06 Ом.

Рассчитаем полное сопротивление заземляющего контура:

$$R_3 = \frac{R_{z.сум} \cdot R_{в.сум}}{R_{z.сум} + R_{в.сум}} \quad (6.6)$$

Полное сопротивление заземляющего контура 3,82 Ом.

Согласно расчёту количество вертикальных заземлителей - 14 шт.

Исходя из требования [1] сопротивление заземляющего контура должно быть меньше 4 Ом, следовательно, спроектированное заземляющее устройство соответствует требованиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе спроектирована технически совершенная и энергоэффективная система электроснабжения и электроосвещения дома-интерната для престарелых.

Был произведен выбор осветительного оборудования и расчет потребляемой мощности освещения, в котором все комнаты были распределены по группам и площадям.

Система рабочего освещения дом-интерната для престарелых с.Тельвиска по заказу заказчика выполнена энергосберегающими светильниками на базе светодиодных источников марки CD LED 18-IP65, OWP ECO LED 595. Светильники смонтированы в ячейки вмонтированы подвесного потолка ARMSTRONG или залеплена на потолках на дюпелях.

Система аварийного освещения дом-интерната для престарелых г.Тельвиска по заказу заказчика выполнена энергосберегающими светильниками на базе светодиодных источников марки CD LED 18-IP65, OWP ECO LED 595.

Для питания светильников рабочего и аварийного освещения проектом предусмотрена распределительных щитков рабочего освещения марки ЩРВ-123-3 36 и ЩРВ-183-3 на 12 и 18 модулей. Щитки встраиваемого исполнения, монтируются в ниши строительных конструкций.

Проектом предусмотрено 5 щитов управления рабочим освещением для первого этажа и 2 щита управления рабочим освещением для второго этажа. Освещение подвальных помещений осуществляется от выделенной группы щита ЩО –1.4.

Для питания аварийного освещения проектом предусмотрено два щита аварийного освещения для каждого из этажей. Щит ЩАО – 1 обеспечивает работу аварийного освещения первого этажа, кроме отделения «милосердия», а также аварийное освещение подвала. Щит ЩАО – 2 обеспечивает работу аварийного освещения отделения «милосердия» первого и второго этажа.

Произведен расчет потребляемой мощности силовых электроприемников. Где учитывались не только одиночно стоящие электроприемники, но и потребители, подключаемые через розетки.

Для выбора трансформаторов был произведен расчет мощности трансформаторов учитывающий их загрузку в 70 % от номинальной мощности. Производитель КТП выбран «экспериментальный завод объёмных инженерных сооружений». КТП выбиралось с установкой двух трансформаторов, так как дом-интернат для престарелые является потребителем I группы надежности потребителей электроэнергии. Было выбрана комплектная трансформаторная подстанция 2КТПН-К/К-400/6/0,4.

Для питания дома-интерната на стороне 6 кВ по требованию энергоснабжающей организации (ГУП «Нарьян-Марская электростанция») выбран кабель марки АПвПУГ–10 и сечение 150 мм², так как КТП дома-интерната для престарелых является транзитной. На стороне 0,4 кВ были выбраны кабели марки ПвБШВ–1 пятижильный кабель с сечение жил 5×120 мм².

Питание групповых щитов управления и щитов освещения осуществляется кабелем ВВН нг – LS различного сечения и длины.

Все кабели на 6 кВ и 1 кВ были проверены на: падения напряжения, термическую стойкость и не возгорание.

Произведён расчет заземления дома-интерната для престарелых. Заземляющее устройство имеет наружный контур заземления, выполненный вертикальными заземлителями, соединёнными стальной полосой при помощи сварки. Согласно расчёту количество вертикальных заземлителей - 14 шт (стальной круг 18 длиной 3 м). Горизонтальный заземлитель (стальная полоса 5х40) уложен в виде замкнутого контура на расстоянии 1 м от края фундамента на глубине 0,5 м от планировочной отметки земли

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 марта 2007 г. М.: КНОРУС, 2007. 488 с.
2. Тельвиска [Электронный ресурс]: URL <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тельвиска> (дата обращения 01.02.2019).
3. СП–31–110–2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий [Текст]. Москва : Издательство стандартов, 2004. 52 с.
4. СП 53.13330–2010 Естественное и искусственное освещение [Текст]. Москва : Издательство стандартов, 2011. 18 с.
5. Стандартные правила и нормы Сан-ПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». СПб.: ЦОТПБСП. 2003.
6. Свод правил СП52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. М., 2011.
7. МГСН 3.01-01 Жилые здания. Электротехнические устройства, электрооборудование (с Дополнением N 1). Москва, 2001. 104 с.
8. Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование организаций и учреждений: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2015. 234 с.
9. Коробов Г. В., Картавцев В. В., Черемисинова Н. А. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. СПб.: Издательство «Лань», 2014. 192 с.
10. Сибикин, Ю.Д. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов. Учебное пособие Ю.Д. Сибикин Москва: Форум, 2015.

11. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. Учебник Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова Москва: Форум, 2014.
12. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергосервис, 2009. 386 с.
13. Кудрин, Б.И. Электроснабжение: Учебник Б.И. Кудрин М.: Academia, 2015.
14. Электротехнический справочник: В 4 т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии под общ. ред. В.Г. Герасимова и др. М.: МЭИ, 2002.
15. ГОСТ 721-77. Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В [Текст]. Москва : Издательство стандартов, 1977. 5 с.
16. Блочные комплектные трансформаторные подстанции. Проекты и сети. ЭЗОИС Поволжье, Самара, 2016. 33 с.
17. Трансформаторные подстанции. ЭЗОИС Поволжье, Самара, 2016. 10 с.
18. Номенклатурный каталог. Камский кабель, 2014. 130 с.
19. Справочник по проектированию электрических сетей под ред. Д.Л. Файбисовича. М.: НИЦ ЭНАС, 2005.
20. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии [Текст]. Москва : Издательство стандартов, 2014 16 с.
21. ГОСТ Р 51317.4.30–2008. (МЭК 61000-4-30–2008). Методы измерения показателей качества электрической энергии. М.: Стандартформ.
22. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Стандартинформ, 2014. 20 с.

23. ГОСТ Р 52736-2007 Методы расчёта электродинамического и термического действия тока короткого замыкания. М.: Стандартинформ, 2007. 44 с
24. Ц-02-98(Э) Расчет кабелей на невозгорание. 1998. 14 с.
25. Технологический регламент по теплотехническим обследованиям, неразрушающему контролю и диагностике технического состояния тепловыделяющих объектов автоматизированным бесконтактным 60 телевизионным методом, ВЕМО 03.00.00.000 ДМ, 2001.
26. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбор электрооборудования. РД 153-34.0-20.527–97. М.: НЦ ЭНАС. 2002.
27. ГОСТ Р 50270–92. Короткое замыкание в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ. М.: Изд-во стандартов, 1993.
28. Ц-16.2007 Прокладка взаиморезервируемых кабелей в траншеях. 2007. – 80 с.
29. Bauke Steenhuisen and Mark de Bruijne. Reflections on the role of energy network companies in the energy transition, 2015. 74 с.
30. J.C. Das, Power System Analysis .Short-Circuit Load Flow and Harmonics, Second Edition, 2017. 1092 с.
31. Yip, H. T. Dynamic thermal rating and active control for improved distribution network utilization. H. T. Yip. Developments in Power System Protection (DPSP 2010). Managing the Change, 10th IET International Conference on, Manchester, 2010, pp. 1-5.
32. Huijie Li, Ilan Chabay, Ortwin Renn, Andreas Weber and Grace Mbungu. Exploring smart grids with simulations in a mobile science exhibition, 2015. 93 с
33. Stephan Maier. Smart energy systems for smart city districts: case study Reininghaus District, 2016. 84 с.
34. Gernot Stoeglehner, Wolfgang Baaske, Hermine Mitter, Nora Niemetz, Karl-Heinz Kettl, Michael Weiss, Bettina Lancaster and Georg Neugebauer.

Sustainability appraisal of residential energy demand and supply - a life cycle approach including heating, electricity, embodied energy and mobility, 2014. 69 c.