

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»

институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С. Торопов

подпись

инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2024 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Электроснабжение детского сада д. Новокурс Бейского района

тема

Руководитель _____
подпись, дата

доцент, к.т.н.
должность, ученая степень

А. В. Коловский
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата

А. А. Носырев
инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2024

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»

институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С. Торопов

подпись

инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2024 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту _____ Носыреву Артему Александровичу _____
(фамилия, имя, отчество)

Группа ЗХЭн 19-01 (3-19) Направление 13.03.02
(код)
_____ Электроэнергетика и электротехника _____
(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы: Электроснабжение детского сада д. Новокурск Бейского района

Утверждена приказом по институту № _____ от _____
Руководитель ВКР Коловский А. В., доцент кафедры ЭМиАТ
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР план детского сада с экспликацией помещений, ведомость электрических нагрузок, план расположения электроприемников.

Перечень разделов выпускной квалификационной работы:

- 1 Теоретическая часть
 - 1.1 Особенности электроснабжения общественных зданий
 - 1.2 Методика расчета электрических нагрузок общественных зданий
 - 1.3 Характеристика объекта проектирования
- 2 Аналитическая часть
 - 2.1 Светотехнический расчет системы освещения
 - 2.2 Электротехнический расчет системы освещения
 - 2.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов
 - 2.4 Распределение нагрузок по фазам
- 3 Практическая часть.
 - 3.1 Выбор коммутационных аппаратов и кабельно-проводниковой продукции
 - 3.2 Выбор силовых щитов
 - 3.3 Проверка по допустимым потерям напряжения
 - 3.4 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования
 - 3.5 Расчет затрат на оборудование

Перечень обязательных листов графической части

- 1 План разводки силовой сети
2. План электроосвещения
3. Однолинейная схема электроснабжения

Руководитель ВКР

_____ / А. В. Коловский _____
(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ / А. А. Носырев _____
(подпись, инициалы и фамилия студента)

« 13 » марта _____ 2024 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Электроснабжение детского сада д. Новокурск Бейского района» содержит 70 страниц текстового документа, 26 использованных источников, 3 листа графического материала, приложений нет.

ДЕТСКИЙ САД, СХЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ЭЛЕКТРОПРИЕМНИК, СИЛОВОЙ ЩИТ, ОСВЕЩЕНИЕ, ТРАНСФОРМАТОР, ЗАЩИТНЫЙ АППАРАТ, ПИТАЮЩИЙ ПРОВОДНИК, ТОК КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.

Объект проектирования – здание детского сада д. Новокурск Бейского района.

Предмет проектирования – система электроснабжения здания детского сада, включающая электроприемники, в том числе необходимое силовое и осветительное электрооборудование.

Цель ВКР – спроектировать систему электроснабжения детского сада д. Новокурск Бейского района.

В теоретической части дана общая характеристика детского сада и его электроприемников. Представлена методика расчета электрической нагрузки.

В аналитической части работы рассмотрены особенности электроснабжения объектов, таких как детские сады, дошкольные образовательные учреждения, дополнительного образования детей.

В практической части произведены расчеты освещения. Произведен расчет нагрузок второго уровня как по системе освещения, так и по силовой распределительной сети.

Выбрана защитная аппаратура, кабели, силовые и осветительные щиты. Потери напряжения у электроприемников, которые являются самыми большими по мощности и самыми далеко расположенными, соответствуют нормам, а выбранное оборудование удовлетворяет проверке по токам короткого замыкания.

THE ABSTRACT

The final qualifying work on the topic “Power supply of a kindergarten in the village of Novokursk, Beysky district” contains 70 pages of text document, 26 used sources, 3 sheets of graphic material, no appendices.

KINDERGARTEN, POWER SUPPLY DIAGRAM, ELECTRICAL LOAD, ELECTRICAL RECEIVER, POWER SHIELD, LIGHTING, TRANSFORMER, PROTECTIVE DEVICE, SUPPLY CONDUCTOR, SHORT CIRCUIT CURRENT.

The design object is the building of a kindergarten in the village of Novokursk, Beysky district.

The subject of the design is the power supply system of the kindergarten building, including electrical receivers, including the necessary power and lighting electrical equipment.

The goal of the project is to design a power supply system for a kindergarten in the village of Novokursk, Beysky district.

The theoretical part provides a general description of the kindergarten and its electrical receivers. A methodology for calculating the electrical load is presented.

The analytical part of the work examines the features of power supply to facilities such as kindergartens, preschool educational institutions, and additional education for children.

In the practical part, lighting calculations were made. The second level loads were calculated for both the lighting system and the power distribution network.

Protective equipment, cables, power and lighting panels have been selected. Voltage losses at electrical receivers, which are the largest in power and the most distantly located, comply with the standards, and the selected equipment satisfies the test for short circuit currents.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Теоретическая часть.....	8
1.1 Особенности электроснабжения общественных зданий.....	8
1.2 Методика расчета электрических нагрузок общественных зданий.....	11
1.3 Характеристика объекта проектирования	11
2 Аналитическая часть.....	16
2.1 Светотехнический расчет системы освещения	16
2.2 Электротехнический расчет системы освещения.....	23
2.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов	28
2.3.1 Расчет электрических нагрузок отдельных электроприемников (первый уровень).....	28
2.3.2 Расчет электрических нагрузок силовых щитов (второй уровень)	29
2.3.3 Расчет нагрузки ВРУ	33
2.3.4 Выбор кабельной линии от трансформаторной подстанции и вводного автомата.....	35
2.3.5 Выбор ВРУ и вводного автомата	36
2.4 Распределение нагрузок по фазам.....	36
3 Практическая часть	38
3.1 Выбор коммутационных аппаратов и кабельно-проводниковой продукции	38
3.1.1 Выбор автоматических выключателей и дифференциальных автоматов	38
3.1.2 Выбор сечений кабельных линий.....	43
3.2 Выбор силовых щитов	45
3.3 Проверка по допустимым потерям напряжения	46
3.4 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования.....	52
3.4.1 Расчет токов трехфазного короткого замыкания.....	52
3.4.2 Проверка оборудования	55
3.5 Расчет затрат на оборудование	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	65

ВВЕДЕНИЕ

Детские сады и любые дошкольные учреждения, в которых обучаются и воспитываются маленькие дети, относятся к критически важным объектам, так как жизнь детей должна быть в безопасности, начиная от надежности срабатывания систем безопасности (пожарная сигнализация, противодымная защита и др.) и заканчивая надежностью электроснабжения потребителей детского сада различных категорий с учетом или без учета резервирования от различных источников питания. Чтобы глаза детей не уставали, должно быть правильно спроектировано электрическое освещение с учетом современных технологий, которые позволяют различать объекты при искусственном освещении, как будто бы оно было бы дневным светом, то есть с комфортом для глаз.

Объект проектирования – здание детского сада д. Новокурск Бейского района.

Предмет проектирования – система электроснабжения здания детского сада, включающая электроприемники, в том числе необходимое силовое и осветительное электрооборудование.

Цель ВКР – спроектировать систему электроснабжения детского сада д. Новокурск Бейского района.

Задачами бакалаврской работы являются:

- дать характеристику детского сада и его установленного в нем электрооборудования;
- осветить методику расчета осветительной и силовой нагрузки детского сада;
- исследовать построение схем в области снабжения электрической энергией со стороны энергоснабжающих организаций;
- выполнить необходимые расчеты по построению электропроводки освещения и запитки светильников, объединенных в группы;
- рассчитать нагрузки сетевых электрических устройств второго уровня системы электроснабжения;
- выбрать автоматы и кабели, сетевые электрические устройства;
- проверить аппараты по токам короткого замыкания.

1 Теоретическая часть

1.1 Особенности электроснабжения общественных зданий

Учреждения с длительным пребыванием детей, детские сады и любые дошкольные учреждения, в которых обучаются и воспитываются маленькие дети, относятся к критически важным объектам, так как жизнь детей должна быть в безопасности, начиная от надежности срабатывания систем безопасности (пожарная сигнализация, противодымная защита и др.) и заканчивая надежностью электроснабжения потребителей детского сада различных категорий с учетом или без учета резервирования от различных источников питания. Чтобы глаза детей не уставали, должно быть правильно спроектировано электрическое освещение с учетом современных технологий, которые позволяют различать объекты при искусственном освещении, как будто бы оно было бы дневным светом, то есть с комфортом для глаз.

Схемы электроснабжения общественных отличаются от схем жилых зданий. Эти отличия характеризуются схемой, представленной на рисунке 1.1.

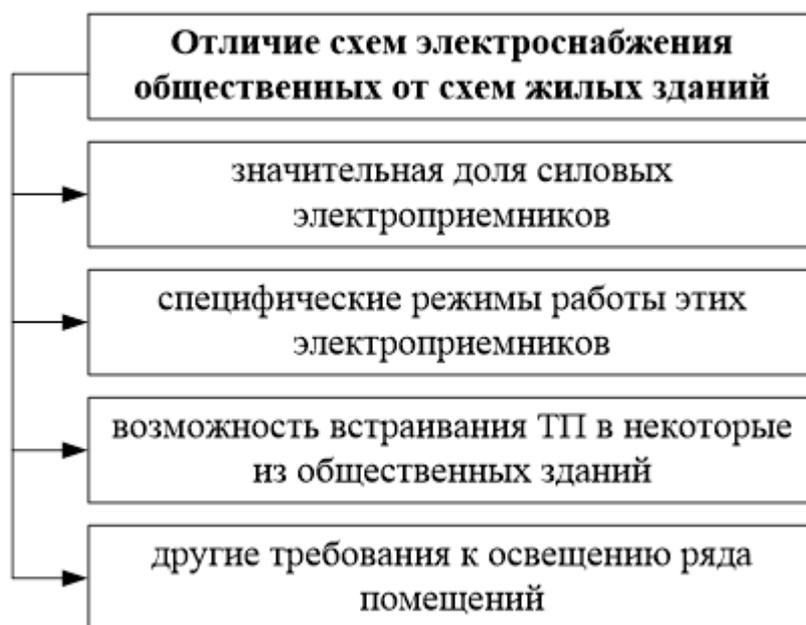


Рисунок 1.1 – Отличие схем электроснабжения общественных от схем жилых зданий

Особенности применения трансформаторных подстанций для питания общественных объектов представлены на рисунке 1.2 [6, 7].

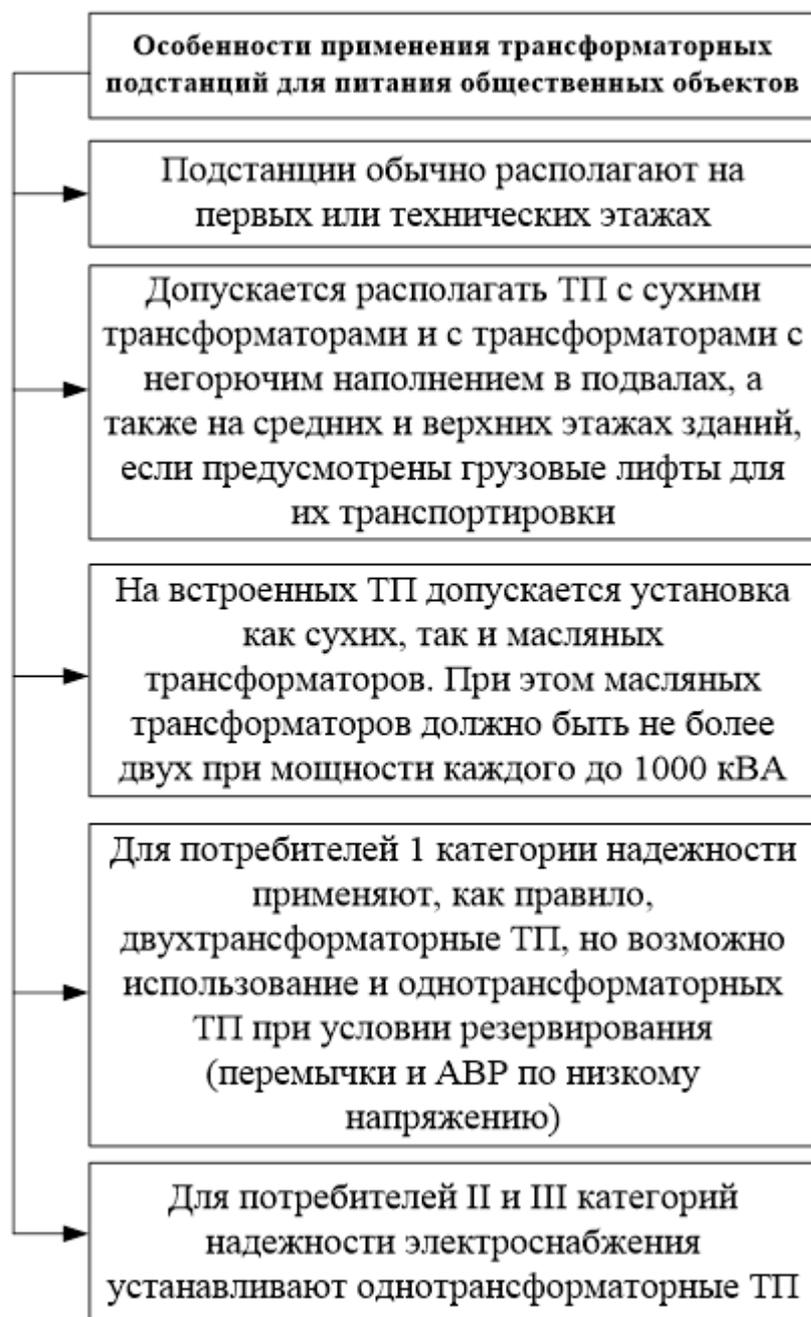


Рисунок 1.2 – Особенности применения трансформаторных подстанций для питания общественных объектов

Особенности распределения электроэнергии в общественных зданиях с помощью электропроводки и кабельных линий, а также защиты этих линий от перегрузки и токов короткого замыкания представлены на рисунке 1.3 [8, 9].

Силовая нагрузка приемника определяется его установленной мощностью умноженной на коэффициент спроса. Коэффициенты берутся из [14], в основном используется методика, указанная в СП 256.1325800.2016 [14].

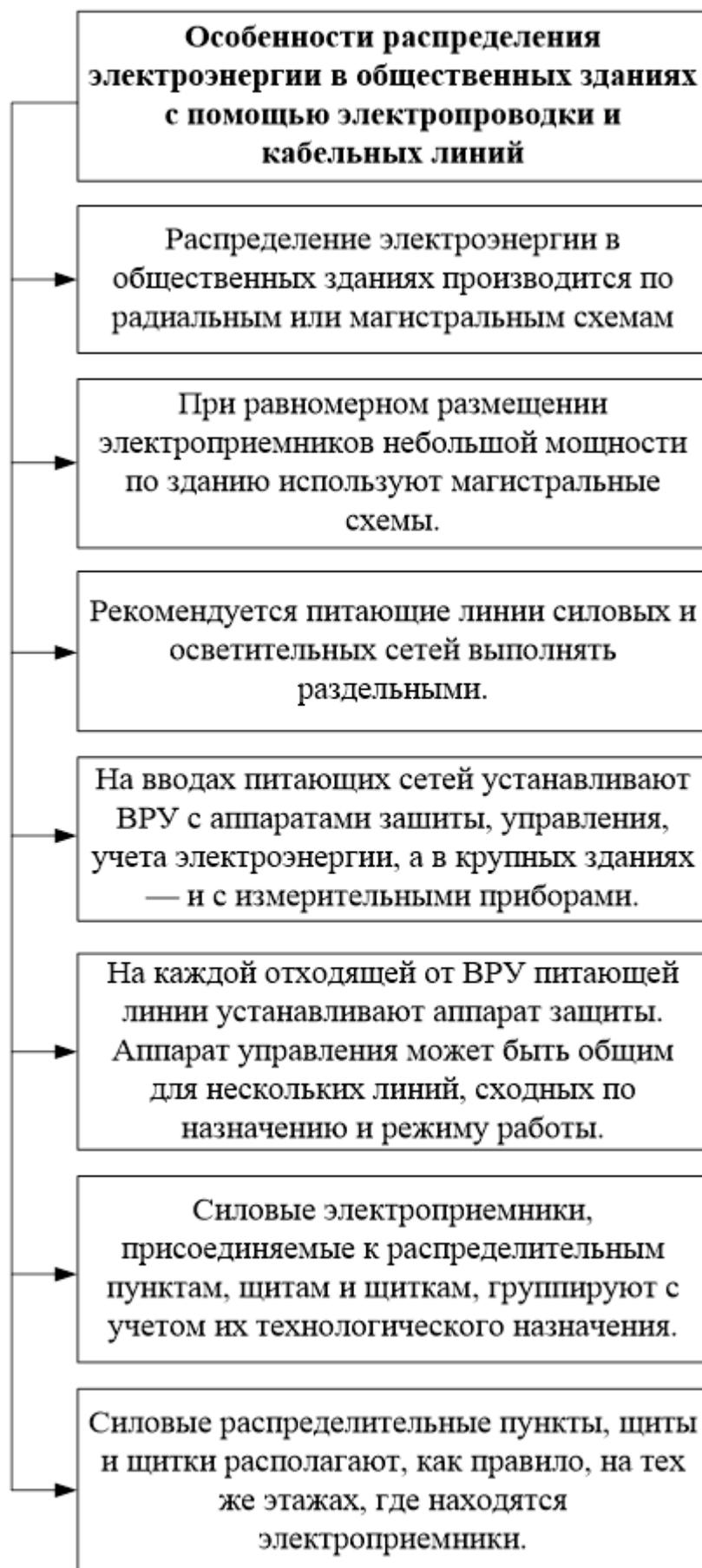


Рисунок 1.3 – Особенности распределения электроэнергии в общественных зданиях с помощью электропроводки и кабельных линий

1.2 Методика расчета электрических нагрузок общественных зданий

Методов расчета электрических нагрузок достаточно много [5–7]. Наиболее распространенные на практике и при вводе новых объектов такие методы отражены на рисунке 2.1.

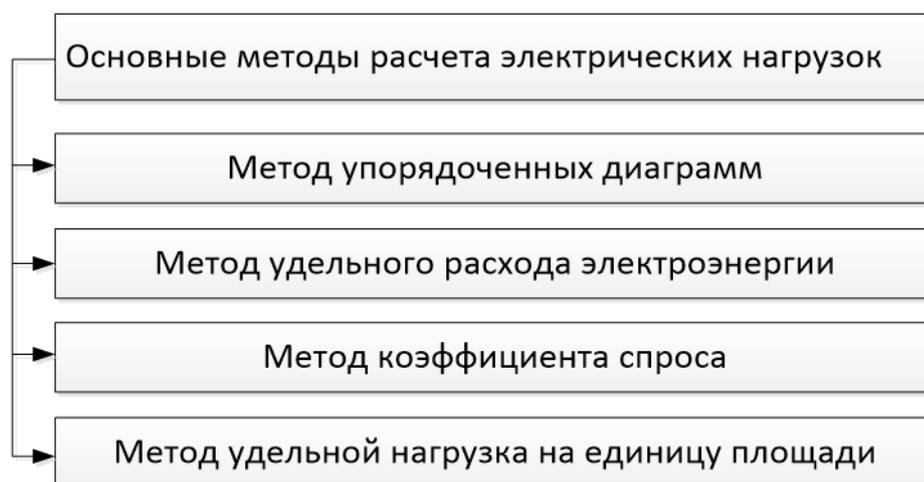


Рисунок 2.1 – Основные методы расчета электрических нагрузок

В нашем случае для расчета электрических нагрузок детского сада наиболее применим метод коэффициента спроса, который описан для общественных зданий в специальном своде правил – СП 256.1325800.2016 [14].

Также при составлении проекта обязательно нужно соблюдать правила, содержащиеся в ПУЭ [7] и различных вспомогательных СП.

1.3 Характеристика объекта проектирования

Зональный детский сад на 80 мест в д. Новокурск Бейского района – один из новых проектов Хакасии, который реализуется в рамках национального проекта «Демография» и улучшения благосостояния людей.

Для рассматриваемого объекта (детского сада д. Новокурск Бейского района) составим перечень электроприемников, мощности которых в дальнейшем понадобятся для расчета нагрузок и выбора проводников и автоматов (таблица 1.1). Количество электроприемников определенного вида уточняется по этажным планам, представленным в графической части.

Определение размеров помещений и нормированной освещенности (по СП 52.13330.2016 [15]) отдельных детского сада представим в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Перечень электроприемников для расчета нагрузок и выбора проводников и автоматов

№ по плану	Наименование	Напряжение, В	Мощность, кВт	cosφ
1	Персональный компьютер	220	0,450	0,7
2	Принтер лазерный	220	0,350	0,7
3	Стиральная машина ЛО-10	380	12,700	0,85
4	Стиральная машина Samsung	220	2,200	0,85
5	Напольные весы с дисплеем	220	0,400	0,85
6	Гладильный каток	220	2,800	0,95
7	Электроутюг с парогенератором	220	2,200	0,95
8	Сушильная машина	380	15,740	0,85
9	Посудомоечная машина	220	2,300	0,85
10	Облучатель рециркулятор	220	0,150	0,9
11	Чайник электрический	220	2,400	0,95
12	Электросушитель для рук	220	1,200	0,95
13	Двухкамерный холодильник	220	0,170	0,65
14	Овощерезка	220	0,500	0,85
15	Машина картофелеочистительная	380	0,750	0,85
16	Универсальная кухонная машина	380	1,500	0,85
17	Плита промышленная электрическая	380	14,000	0,95
18	Котел пищеварочный	380	9,000	0,95
19	Кипятильник электрический	380	10,000	0,95
20	Пароконвектомат	380	9,500	0,95
21	Сковорода электрическая	380	6,000	0,95
22	Хлебрезка	220	0,125	0,85
23	Облучатель бактерицидный настенный	220	0,150	0,9
24	Однокомпрессорный холодильник	220	0,125	0,65
25	Весы электронные	220	0,060	0,85
26	Машина швейная электрическая	220	1,300	0,6
27	Световой стол для рисования песком	220	0,150	0,7
28	Приточная установка П1	380	4,92	0,85
29	Приточно-вытяжная установка ПВ3	380	0,74	0,85
30	Вытяжная система вентиляции В1	380	1,1	0,85
31	Вытяжная система вентиляции В4	220	0,14	0,85
32	Вытяжная система вентиляции В5	220	0,14	0,85
33	Вытяжная система вентиляции В6	220	0,14	0,85
34	Вытяжная система вентиляции В13	220	0,14	0,85
35	Вытяжная система вентиляции В14	220	0,14	0,85
36	Вытяжная система вентиляции В9	220	0,04	0,85
37	Вытяжная система вентиляции В10	220	0,04	0,85
38	Вытяжная система вентиляции В11	220	0,04	0,85
39	Вытяжная система вентиляции В12	220	0,04	0,85

Таблица 1.2 – Определение размеров помещений и нормированной освещенности отдельных детского сада

№	Наименование	Площадь F, м ²	Е, лк	Длина А, м	Ширина В, м	Высота подвеса Н, м
	Подвал					
1	Тамбур	2,83	50	2	1,4	3
2.1	Техническое помещение	18,9	50	6,3	3	3
2.2	Техническое помещение	18,9	50	6,3	3	3
2.3	Техническое помещение	18,9	50	6,3	3	3
2.4	Техническое помещение	18,9	50	6,3	3	3
2.5	Техническое помещение	14	50	5	2,8	3
2.6	Техническое помещение	14	50	5	2,8	3
2.7	Техническое помещение	14	50	5	2,8	3
2.8	Техническое помещение	14	50	5	2,8	3
2.9	Техническое помещение	6,72	50	2,8	2,4	3
2.10	Техническое помещение	84	50	15	5,6	3
2.11	Техническое помещение	18,9	50	6,3	3	3
2.12	Техническое помещение	18,9	50	6,3	3	3
2.13	Техническое помещение	18,9	50	6,3	3	3
2.14	Техническое помещение	52,46	50	7,5	7	3
2.15	Техническое помещение	52,46	50	7,5	7	3
2.16	Техническое помещение	52,46	50	7,5	7	3
2.17	Техническое помещение	28,08	50	7,8	3,6	3
2.18	Техническое помещение	28,08	50	7,8	3,6	3
2.19	Техническое помещение	19,72	50	5,8	3,4	3
3	Технический коридор	33,41	50	18,6	1,8	3
4	Электрощитовая	9,87	75	3,8	2,6	3
5	Тепловой узел	15	75	5,4	2,8	3
6	Венткамера	15	50	5,4	2,8	3
7	Водомерный узел	52,46	75	7,5	7	3
	1 этаж					
10.1	Тамбур главного входа	4,48	100	2,8	1,6	3
10.2	Тамбур главного входа	4,48	100	2,8	1,6	3
10.3	Тамбур главного входа	4,48	100	2,8	1,6	3
10.4	Тамбур главного входа	4,48	100	2,8	1,6	3
11	Вестибюль	9,68	100	3,6	2,7	3
12	Коридор	46,74	100	20,5	2,3	3
13.1	Холл	14,81	100	9,9	3	3
13.2	Холл	14,81	100	9,9	3	3
14	Лестница №1	11,38	100	4,3	2,6	3
15.1	Тамбур служебного входа	4,48	100	2,8	1,6	3
15.2	Тамбур служебного входа	4,48	100	2,8	1,6	3
16	Комната персонала	8,36	200	3,9	2,1	3
17	Сан. узел персонала	2,81	75	2,3	1,2	3
18	Душевая персонала	2,88	50	2,3	1,3	3

Продолжение таблицы 1.2

№	Наименование	Площадь F, м ²	Е, лк	Длина А, м	Ширина В, м	Высота подвеса Н, м
19	Загрузочное помещение	15,92	200	5,4	2,9	3
20	Кладовая для хранения уборочного инвентаря	3,87	75	2,7	1,4	3
21	Кладовая сухих продуктов	8,83	75	4	2,2	3
22	Помещение холодильных камер	6,1	75	3,3	1,8	3
23	Кладовая овощей	5,33	75	3,1	1,7	3
24	Овощной цех	7,45	200	3,7	2	3
25	Мясо-рыбный цех	7,64	200	3,7	2,1	3
26	Кухня с моечной кухонной посуды	31,13	200	7,5	4,2	3
27	Раздаточная	6,3	300	3,4	1,9	3
28	Лестница №2	11,38	100	4,3	2,6	3
29	Приемная медицинского блока	9,38	300	4,1	2,3	3
30	Медицинский кабинет	16,35	500	5,5	3	3
31	Изолятор	6,12	200	3,3	1,9	3
32	Процедурный кабинет	10,99	500	4,5	2,4	3
33	Туалет с местом приготовления дезинфицирующих растворов	6,09	75	3,3	1,8	3
34	Кабинет заведующего	16,34	300	5,5	3	3
35	Стиральная	15,93	200	5,4	3	3
36	Помещение временного хранения грязного белья	1,48	100	1,6	0,9	3
37	Гладильная	15,59	200	5,3	2,9	3
38	Моечная кухонной посуды	5,06	200	3	1,7	3
40.1	Раздевальная	18,12	300	5,7	3,2	3
40.2	Раздевальная	18,12	300	5,7	3,2	3
41.1	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	4,75	100	2,9	1,6	3
41.2	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	4,75	100	2,9	1,6	3
42.1	Групповая	52,68	400	7,6	6,9	3
42.2	Групповая	52,68	400	7,6	6,9	3
43.1	Спальня	52,68	150	7,6	6,9	3
43.2	Спальня	52,68	150	7,6	6,9	3
44.1	Буфетная	6,71	400	3,5	1,9	3
44.2	Буфетная	6,71	400	3,5	1,9	3
45.1	Коридор	2,66	100	2,2	1,2	3
45.2	Коридор	2,66	100	2,2	1,2	3
46.1	Кладовая	2,44	75	2,1	1,2	3
46.2	Кладовая	2,44	75	2,1	1,2	3
47.1	Туалетная	18,35	75	5,8	3,2	3
47.2	Туалетная	18,35	75	5,8	3,2	3

Продолжение таблицы 1.2

№	Наименование	Площадь F, м ²	Е, лк	Длина А, м	Ширина В, м	Высота подвеса Н, м
	2 этаж					
50	Лестница №1	15,17	100	5,3	2,9	3
51.1	Холл	11,3	100	4,5	2,5	3
51.2	Холл	11,3	100	4,5	2,5	3
52	Коридор	47,12	100	20,6	2,3	3
53	Хозяйственная кладовая	8,36	75	3,9	2,1	3
54	Сан узел персонала	2,81	75	2,3	1,2	3
55	Физкультурный зал	81,09	400	12,2	6,6	3
56	Кабинет преподавателя	19,19	400	5,9	3,3	3
57	Кладовая спортивного инвентаря	6,1	75	3,3	1,8	3
58	Лечебно-физкультурный кабинет	15,17	300	5,3	2,9	3
59	Лестница №2	15,17	100	5,3	2,9	3
60	Кабинет психолога	11,97	300	4,7	2,5	3
61	Сенсорная комната	17,49	300	5,6	3,1	3
62	Музыкальный зал	81,09	400	12,2	6,6	3
63	Кладовая музыкального инвентаря	7,28	75	3,6	2	3
64	Кабинет завхоза	9,44	300	4,1	2,3	3
65	Кладовая чистого белья	3,79	75	2,6	1,5	3
66	Методический кабинет	11,97	400	4,7	2,5	3
70.1	Раздевальная	18,12	300	5,7	3,2	3
70.2	Раздевальная	18,12	300	5,7	3,2	3
71.1	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	4,75	100	2,9	1,6	3
71.2	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	4,75	100	2,9	1,6	3
72.1	Групповая	52,68	400	7,6	6,9	3
72.2	Групповая	52,68	400	7,6	6,9	3
73.1	Спальня	52,68	150	7,6	6,9	3
73.2	Спальня	52,68	150	7,6	6,9	3
74.1	Буфетная	6,71	400	3,5	1,9	3
74.2	Буфетная	6,71	400	3,5	1,9	3
75.1	Коридор	2,66	100	2,2	1,2	3
75.2	Коридор	2,66	100	2,2	1,2	3
76.1	Кладовая	2,44	75	2,1	1,2	3
76.2	Кладовая	2,44	75	2,1	1,2	3
77.1	Туалетная	18,35	75	5,8	3,2	3
77.2	Туалетная	18,35	75	5,8	3,2	3

2 Аналитическая часть

2.1 Светотехнический расчет системы освещения

Светотехнический расчет для детского сада, произведем методом коэффициента использования [3, 6, 23].

Количества светильников:

$$N = \frac{E_{\min} \cdot k \cdot S \cdot Z}{\Phi_{л} \cdot n \cdot \eta}, \quad (2.1)$$

где E_{\min} – минимальная нормированная освещенность, Лк;

k – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м²;

Z – коэффициент неравномерности освещения;

n – число светильников;

η – коэффициент использования.

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (2.2)$$

где A , B , h – длина, ширина и расчетная высота (высота подвеса светильника над рабочей поверхностью) помещения, м.

Ввиду отсутствия помещений, к которым применяются особые требования по освещению, эвакуационное освещение выполняется с использованием табло «Выход». Рекомендации по проектированию систем освещения взяты из СП 256.1325800.2016 [14] и СП 52.13330.2016 [15], с учетом ГОСТ Р 55710-2013 [1].

В качестве светильников используется светотехническая продукция «Планета-Электрик» [25]. Светильники по степени защищенности выбираются в зависимости от места установки, например, это обычные игровые или спальные комнаты, или это душевые, санузлы (помещения с мокрыми процессами) и т.д., что отражается в таблице 2.1.

Исходные данные по помещениям 1-го, 2-го этажей и подвала здания для расчета освещения представлены в таблице 1.2. Произведем светотехнический расчет системы рабочего освещения, который сведем в таблицу 3.1, при этом количество светильников округляем в большую сторону для обеспечения достаточной освещенности. Размещение выбранных светильников показано на плане детского сада, в графической части.

Таблица 2.1 – Расчет количества светильников в помещениях детского сада

№ по-мещ	Наименование	Ен, лк*	А*	В*	h*	i*	F*, м2	Кзап*	Z*	η*, о.е.	Тип	Рсв*, Вт	Φ*, Лм	N*
	Подвал													
1	Тамбур	50	2	1,4	3,00	0,28	2,83	1,25	1,1	0,18	CD LED	1x18	600	1
2.1	Техническое помещение	50	6,3	3	3,00	0,68	18,9	1,25	1,1	0,45	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.2	Техническое помещение	50	6,3	3	3,00	0,68	18,9	1,25	1,1	0,45	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.3	Техническое помещение	50	6,3	3	3,00	0,68	18,9	1,25	1,1	0,45	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.4	Техническое помещение	50	6,3	3	3,00	0,68	18,9	1,25	1,1	0,45	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.5	Техническое помещение	50	5	2,8	3,00	0,60	14	1,25	1,1	0,40	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.6	Техническое помещение	50	5	2,8	3,00	0,60	14	1,25	1,1	0,40	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.7	Техническое помещение	50	5	2,8	3,00	0,60	14	1,25	1,1	0,40	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.8	Техническое помещение	50	5	2,8	3,00	0,60	14	1,25	1,1	0,40	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.9	Техническое помещение	50	2,8	2,4	3,00	0,43	6,72	1,25	1,1	0,29	CD LED	1x18	600	1
2.10	Техническое помещение	50	15	5,6	3,00	1,36	84	1,25	1,1	0,74	ARCTIC LED	1x30	2300	4
2.11	Техническое помещение	50	6,3	3	3,00	0,68	18,9	1,25	1,1	0,45	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.12	Техническое помещение	50	6,3	3	3,00	0,68	18,9	1,25	1,1	0,45	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.13	Техническое помещение	50	6,3	3	3,00	0,68	18,9	1,25	1,1	0,45	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.14	Техническое помещение	50	7,5	7	3,00	1,21	52,46	1,25	1,1	0,69	ARCTIC LED	1x30	2300	2
2.15	Техническое помещение	50	7,5	7	3,00	1,21	52,46	1,25	1,1	0,69	ARCTIC LED	1x30	2300	2
2.16	Техническое помещение	50	7,5	7	3,00	1,21	52,46	1,25	1,1	0,69	ARCTIC LED	1x30	2300	2
2.17	Техническое помещение	50	7,8	3,6	3,00	0,82	28,08	1,25	1,1	0,52	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.18	Техническое помещение	50	7,8	3,6	3,00	0,82	28,08	1,25	1,1	0,52	ARCTIC LED	1x30	2300	1
2.19	Техническое помещение	50	5,8	3,4	3,00	0,71	19,72	1,25	1,1	0,47	ARCTIC LED	1x30	2300	1
3	Технический коридор	50	18,6	1,8	3,00	0,55	33,41	1,25	1,1	0,37	ARCTIC LED	1x30	2300	3
4	Электрощитовая	75	3,8	2,6	3,00	0,51	9,87	1,25	1,1	0,35	ARCTIC LED	1x30	2300	1
5	Тепловой узел	75	5,4	2,8	3,00	0,61	15	1,25	1,1	0,41	ARCTIC LED	1x30	2300	1
6	Венткамера	50	5,4	2,8	3,00	0,61	15	1,25	1,1	0,41	ARCTIC LED	1x30	2300	1
7	Водомерный узел	75	7,5	7	3,00	1,21	52,46	1,25	1,1	0,69	ARCTIC LED	1x30	2300	2
	I этаж													
10.1	Тамбур главного входа	100	2,8	1,6	3,00	0,34	4,48	1,25	1,1	0,23	CD LED	2x18	1200	1
10.2	Тамбур главного входа	100	2,8	1,6	3,00	0,34	4,48	1,25	1,1	0,23	CD LED	2x18	1200	1
10.3	Тамбур главного входа	100	2,8	1,6	3,00	0,34	4,48	1,25	1,1	0,23	CD LED	2x18	1200	1
10.4	Тамбур главного входа	100	2,8	1,6	3,00	0,34	4,48	1,25	1,1	0,23	CD LED	2x18	1200	1
11	Вестибюль	100	3,6	2,7	3,00	0,51	9,68	1,25	1,1	0,35	ARCTIC LED	2x36	3250	1
12	Коридор	100	20,5	2,3	3,00	0,68	46,74	1,25	1,1	0,45	AOT.OPL	2x36	2700	5
13.1	Холл	100	9,9	3	3,00	0,38	14,81	1,25	1,1	0,26	AOT.OPL	2x36	2700	2

Продолжение таблицы 2.1

№ по-мещ	Наименование	Ен, лк*	A*	B*	h*	i*	F*, м2	Кзап*	Z*	η*, о.е.	Тип	Рсв*, Вт	Φ*, Лм	N*
13.2	Холл	100	9,9	3	3,00	0,38	14,81	1,25	1,1	0,26	AOT.OPL	2x36	2700	2
14	Лестница №1	100	4,3	2,6	3,00	0,55	11,38	1,25	1,1	0,37	AOT.OPL	2x36	2700	1
15.1	Тамбур служебного входа	100	2,8	1,6	3,00	0,34	4,48	1,25	1,1	0,23	CD LED	2x18	1200	1
15.2	Тамбур служебного входа	100	2,8	1,6	3,00	0,34	4,48	1,25	1,1	0,23	CD LED	2x18	1200	1
16	Комната персонала	200	3,9	2,1	3,00	0,46	8,36	1,25	1,1	0,32	AOT.OPL	2x36	2700	2
17	Сан. узел персонала	75	2,3	1,2	3,00	0,27	2,81	1,25	1,1	0,18	CD LED	2x18	1200	1
18	Душевая персонала	50	2,3	1,3	3,00	0,27	2,88	1,25	1,1	0,17	CD LED	2x18	1200	1
19	Загрузочное помещение	200	5,4	2,9	3,00	0,64	15,92	1,25	1,1	0,43	ARCTIC LED	2x36	3250	3
20	Кладовая для хранения уборочного инвентаря	75	2,7	1,4	3,00	0,31	3,87	1,25	1,1	0,21	CD LED	2x18	1200	1
21	Кладовая сухих продуктов	75	4	2,2	3,00	0,47	8,83	1,25	1,1	0,32	ARCTIC LED	2x36	3250	1
22	Помещение холодильных камер	75	3,3	1,8	3,00	0,40	6,1	1,25	1,1	0,27	ARCTIC LED	2x36	3250	1
23	Кладовая овощей	75	3,1	1,7	3,00	0,37	5,33	1,25	1,1	0,25	CD LED	2x18	1200	1
24	Овощной цех	200	3,7	2	3,00	0,44	7,45	1,25	1,1	0,30	ARCTIC LED	2x36	3250	2
25	Мясо-рыбный цех	200	3,7	2,1	3,00	0,44	7,64	1,25	1,1	0,30	ARCTIC LED	2x36	3250	2
26	Кухня с моечной кухонной посуды	200	7,5	4,2	3,00	0,89	31,13	1,25	1,1	0,56	ARCTIC LED	2x36	3250	6
27	Раздаточная	300	3,4	1,9	3,00	0,40	6,3	1,25	1,1	0,27	ARCTIC LED	2x36	3250	1
28	Лестница №2	100	4,3	2,6	3,00	0,55	11,38	1,25	1,1	0,37	AOT.OPL	2x36	2700	1
29	Приемная медицинского блока	300	4,1	2,3	3,00	0,49	9,38	1,25	1,1	0,33	AOT.OPL	2x36	2700	1
30	Медицинский кабинет	300	5,5	3	3,00	0,64	16,35	1,25	1,1	0,43	AOT.OPL	2x36	2700	4
31	Изолятор	200	3,3	1,9	3,00	0,39	6,12	1,25	1,1	0,27	AOT.OPL	2x36	2700	2
32	Процедурный кабинет	300	4,5	2,4	3,00	0,53	10,99	1,25	1,1	0,36	AOT.OPL	2x36	2700	4
33	Туалет с местом приготовления дезинфицирующих растворов	75	3,3	1,8	3,00	0,40	6,09	1,25	1,1	0,27	CD LED	2x18	1200	1
34	Кабинет заведующего	300	5,5	3	3,00	0,64	16,34	1,25	1,1	0,43	AOT.OPL	2x36	2700	3
35	Стиральная	150	5,4	3	3,00	0,63	15,93	1,25	1,1	0,42	ARCTIC LED	2x36	3250	2
36	Помещение временного хранения грязного белья	100	1,6	0,9	3,00	0,20	1,48	1,25	1,1	0,12	CD LED	2x18	1200	1
37	Гладильная	200	5,3	2,9	3,00	0,63	15,59	1,25	1,1	0,42	ARCTIC LED	2x36	3250	2
38	Моечная кухонной посуды	200	3	1,7	3,00	0,36	5,06	1,25	1,1	0,24	ARCTIC LED	2x36	3250	1
40.1	Раздевальная	150	5,7	3,2	3,00	0,68	18,12	1,25	1,1	0,45	AOT.OPL	2x36	2700	3
40.2	Раздевальная	150	5,7	3,2	3,00	0,68	18,12	1,25	1,1	0,45	AOT.OPL	2x36	2700	3
41.1	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	100	2,9	1,6	3,00	0,35	4,75	1,25	1,1	0,24	CD LED	2x18	1200	1

Продолжение таблицы 2.1

№ по-мещ	Наименование	Ен, лк*	А*	В*	h*	i*	F*, м2	Кзап*	Z*	η*, о.е.	Тип	Рсв*, Вт	Φ*, Лм	N*
41.2	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	100	2,9	1,6	3,00	0,35	4,75	1,25	1,1	0,24	CD LED	2x18	1200	1
42.1	Групповая	400	7,6	6,9	3,00	1,21	52,68	1,25	1,1	0,69	AOT.OPL	2x36	2700	12
42.2	Групповая	400	7,6	6,9	3,00	1,21	52,68	1,25	1,1	0,69	AOT.OPL	2x36	2700	12
43.1	Спальня	150	7,6	6,9	3,00	1,21	52,68	1,25	1,1	0,69	AOT.OPL	2x36	2700	6
43.2	Спальня	150	7,6	6,9	3,00	1,21	52,68	1,25	1,1	0,69	AOT.OPL	2x36	2700	6
44.1	Буфетная	200	3,5	1,9	3,00	0,41	6,71	1,25	1,1	0,28	ARCTIC LED	2x36	3250	1
44.2	Буфетная	200	3,5	1,9	3,00	0,41	6,71	1,25	1,1	0,28	ARCTIC LED	2x36	3250	1
45.1	Коридор	100	2,2	1,2	3,00	0,26	2,66	1,25	1,1	0,17	CD LED	2x18	1200	1
45.2	Коридор	100	2,2	1,2	3,00	0,26	2,66	1,25	1,1	0,17	CD LED	2x18	1200	1
46.1	Кладовая	75	2,1	1,2	3,00	0,25	2,44	1,25	1,1	0,16	CD LED	2x18	1200	1
46.2	Кладовая	75	2,1	1,2	3,00	0,25	2,44	1,25	1,1	0,16	CD LED	2x18	1200	1
47.1	Туалетная	75	5,8	3,2	3,00	0,68	18,35	1,25	1,1	0,45	ARCTIC LED	2x36	3250	2
47.2	Туалетная	75	5,8	3,2	3,00	0,68	18,35	1,25	1,1	0,45	ARCTIC LED	2x36	3250	2
	2 этаж													
50	Лестница №1	100	5,3	2,9	3,00	0,62	15,17	1,25	1,1	0,41	AOT.OPL	2x36	2700	1
51.1	Холл	100	4,5	2,5	3,00	0,54	11,3	1,25	1,1	0,36	AOT.OPL	2x36	2700	1
51.2	Холл	100	4,5	2,5	3,00	0,54	11,3	1,25	1,1	0,36	AOT.OPL	2x36	2700	1
52	Коридор	100	20,6	2,3	3,00	0,69	47,12	1,25	1,1	0,45	AOT.OPL	2x36	2700	5
53	Хозяйственная кладовая	75	3,9	2,1	3,00	0,46	8,36	1,25	1,1	0,32	CD LED	2x18	1200	2
54	Сан узел персонала	75	2,3	1,2	3,00	0,27	2,81	1,25	1,1	0,18	CD LED	2x18	1200	1
55	Физкультурный зал	400	12,2	6,6	3,00	1,44	81,09	1,25	1,1	0,77	ЛПО46 Sport	2x36	2650	15
56	Кабинет преподавателя	300	5,9	3,3	3,00	0,70	19,19	1,25	1,1	0,46	AOT.OPL	2x36	2700	2
57	Кладовая спортивного инвентаря	75	3,3	1,8	3,00	0,40	6,1	1,25	1,1	0,27	CD LED	2x18	1200	1
58	Лечебно-физкультурный кабинет	300	5,3	2,9	3,00	0,62	15,17	1,25	1,1	0,41	AOT.OPL	2x36	2700	3
59	Лестница №2	100	5,3	2,9	3,00	0,62	15,17	1,25	1,1	0,41	AOT.OPL	2x36	2700	1
60	Кабинет психолога	300	4,7	2,5	3,00	0,55	11,97	1,25	1,1	0,37	AOT.OPL	2x36	2700	2
61	Сенсорная комната	300	5,6	3,1	3,00	0,67	17,49	1,25	1,1	0,44	AOT.OPL	2x36	2700	4
62	Музыкальный зал	400	12,2	6,6	3,00	1,44	81,09	1,25	1,1	0,77	AOT.OPL	2x36	2700	15
63	Кладовая музыкального инвентаря	75	3,6	2	3,00	0,43	7,28	1,25	1,1	0,30	CD LED	2x18	1200	1
64	Кабинет завхоза	300	4,1	2,3	3,00	0,49	9,44	1,25	1,1	0,33	AOT.OPL	2x36	2700	2
65	Кладовая чистого белья	75	2,6	1,5	3,00	0,31	3,79	1,25	1,1	0,21	CD LED	2x18	1200	1
66	Методический кабинет	300	4,7	2,5	3,00	0,55	11,97	1,25	1,1	0,37	AOT.OPL	2x36	2700	3
70.1	Раздевальная	150	5,7	3,2	3,00	0,68	18,12	1,25	1,1	0,45	AOT.OPL	2x36	2700	3

Окончание таблицы 2.1

№ помещ	Наименование	Ен, лк*	А*	В*	h*	i*	F*, м ²	Кзап*	Z*	η*, о.е.	Тип	Рсв*, Вт	Ф*, Лм	N*
70.2	Раздевальная	150	5,7	3,2	3,00	0,68	18,12	1,25	1,1	0,45	AOT.OPL	2x36	2700	3
71.1	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	100	2,9	1,6	3,00	0,35	4,75	1,25	1,1	0,24	CD LED	2x18	1200	1
71.2	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	100	2,9	1,6	3,00	0,35	4,75	1,25	1,1	0,24	CD LED	2x18	1200	1
72.1	Групповая	400	7,6	6,9	3,00	1,21	52,68	1,25	1,1	0,69	AOT.OPL	2x36	2700	12
72.2	Групповая	400	7,6	6,9	3,00	1,21	52,68	1,25	1,1	0,69	AOT.OPL	2x36	2700	12
73.1	Спальня	150	7,6	6,9	3,00	1,21	52,68	1,25	1,1	0,69	AOT.OPL	2x36	2700	6
73.2	Спальня	150	7,6	6,9	3,00	1,21	52,68	1,25	1,1	0,69	AOT.OPL	2x36	2700	6
74.1	Буфетная	200	3,5	1,9	3,00	0,41	6,71	1,25	1,1	0,28	ARCTIC LED	2x36	3250	1
74.2	Буфетная	200	3,5	1,9	3,00	0,41	6,71	1,25	1,1	0,28	ARCTIC LED	2x36	3250	1
75.1	Коридор	100	2,2	1,2	3,00	0,26	2,66	1,25	1,1	0,17	CD LED	2x18	1200	1
75.2	Коридор	100	2,2	1,2	3,00	0,26	2,66	1,25	1,1	0,17	CD LED	2x18	1200	1
76.1	Кладовая	75	2,1	1,2	3,00	0,25	2,44	1,25	1,1	0,16	CD LED	2x18	1200	1
76.2	Кладовая	75	2,1	1,2	3,00	0,25	2,44	1,25	1,1	0,16	CD LED	2x18	1200	1
77.1	Туалетная	75	5,8	3,2	3,00	0,68	18,35	1,25	1,1	0,45	ARCTIC LED	2x36	3250	2
77.2	Туалетная	75	5,8	3,2	3,00	0,68	18,35	1,25	1,1	0,45	ARCTIC LED	2x36	3250	2

*Расшифровка обозначений в таблице 2.1:

Е_н, лк – нормативная освещенность помещения;

А, м – длина помещения;

В, м – ширина помещения;

h, м – высота помещения;

i – индекс помещения;

F, м² – площадь помещения;

К_{зап} – коэффициент запаса при расчете светового потока;

Z – коэффициент неравномерности освещения;

η, о.е. - коэффициент использования при расчете светового потока;

Р_{св}, Вт – мощность одного светильника;

Ф, Лм – световой поток одного светильника;

N – количество светильников в помещении.

Мощность освещения (таблица 2.2):

$$S_{осв} = \sqrt{P_{осв}^2 + Q_{осв}^2}, \quad (2.3)$$

где активная и реактивная нагрузка (таблица 2.2):

$$P_{осв} = N P_{св} K_c K_{пра}, \quad (2.4)$$

$$Q_{осв} = P_{осв} \operatorname{tg}\phi, \quad (2.5)$$

где N – количество светильников в помещении;

$P_{св}$ – мощность одного светильника;

$K_{пра}$ – коэффициент ПРА;

K_c – зависящий от назначения коэффициент спроса помещения.

В таблицу 2.2 для вычисления мощности подставляем окончательное количество светильников ($N_{фак}$) из таблицы 2.1.

Таблица 2.2 – Мощность освещения детского сада

Номер по плану	Наименование помещения	N	$P_{ном},$ кВт	K_c	$K_{пра}$	$P_{осв},$ кВт	$\cos\phi$	$\operatorname{tg}\phi$	$Q_{осв},$ кВт	$S_{осв},$ кВА
	Подвал									
1	Тамбур	1	0,018	0,8	1,1	0,016	0,95	0,33	0,005	0,02
2.1	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.2	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.3	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.4	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.5	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.6	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.7	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.8	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.9	Техническое помещение	1	0,018	0,8	1,1	0,016	0,95	0,33	0,005	0,02
2.10	Техническое помещение	4	0,03	0,8	1,1	0,106	0,95	0,33	0,035	0,11
2.11	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.12	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.13	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.14	Техническое помещение	2	0,03	0,8	1,1	0,053	0,95	0,33	0,017	0,06
2.15	Техническое помещение	2	0,03	0,8	1,1	0,053	0,95	0,33	0,017	0,06
2.16	Техническое помещение	2	0,03	0,8	1,1	0,053	0,95	0,33	0,017	0,06
2.17	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.18	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
2.19	Техническое помещение	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
3	Технический коридор	3	0,03	0,8	1,1	0,079	0,95	0,33	0,026	0,08
4	Электрощитовая	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
5	Тепловой узел	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
6	Венткамера	1	0,03	0,8	1,1	0,026	0,95	0,33	0,009	0,03
7	Водомерный узел	2	0,03	0,8	1,1	0,053	0,95	0,33	0,017	0,06
	1 этаж									
10.1	Тамбур главного входа	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
10.2	Тамбур главного входа	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
10.3	Тамбур главного входа	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03

Продолжение таблицы 2.2

Номер по плану	Наименование помещения	N	$P_{ном},$ кВт	K_c	$K_{ПРА}$	$P_{осв},$ кВт	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	$Q_{осв},$ кВт	$S_{осв},$ кВА
10.4	Тамбур главного входа	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
11	Вестибюль	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
12	Коридор	5	0,072	0,8	1,1	0,317	0,95	0,33	0,105	0,33
13.1	Холл	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
13.2	Холл	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
14	Лестница №1	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
15.1	Тамбур служебного входа	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
15.2	Тамбур служебного входа	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
16	Комната персонала	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
17	Сан. узел персонала	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
18	Душевая персонала	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
19	Загрузочное помещение	3	0,072	0,8	1,1	0,19	0,95	0,33	0,063	0,2
20	Кладовая для хранения уборочного инвентаря	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
21	Кладовая сухих продуктов	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
22	Помещение холодильных камер	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
23	Кладовая овощей	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
24	Овощной цех	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
25	Мясо-рыбный цех	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
26	Кухня с моечной кухонной посуды	6	0,072	0,8	1,1	0,38	0,95	0,33	0,125	0,4
27	Раздаточная	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
28	Лестница №2	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
29	Приемная медицинского блока	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
30	Медицинский кабинет	4	0,072	0,8	1,1	0,253	0,95	0,33	0,083	0,27
31	Изолятор	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
32	Процедурный кабинет	4	0,072	0,8	1,1	0,253	0,95	0,33	0,083	0,27
33	Туалет с местом приготовления дезинфицирующих растворов	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
34	Кабинет заведующего	3	0,072	0,8	1,1	0,19	0,95	0,33	0,063	0,2
35	Стиральная	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
36	Помещение временного хранения грязного белья	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
37	Гладильная	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
38	Моечная кухонной посуды	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
40.1	Раздевальная	3	0,072	0,8	1,1	0,19	0,95	0,33	0,063	0,2
40.2	Раздевальная	3	0,072	0,8	1,1	0,19	0,95	0,33	0,063	0,2
41.1	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
41.2	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
42.1	Групповая	12	0,072	0,8	1,1	0,76	0,95	0,33	0,251	0,8
42.2	Групповая	12	0,072	0,8	1,1	0,76	0,95	0,33	0,251	0,8
43.1	Спальня	6	0,072	0,8	1,1	0,38	0,95	0,33	0,125	0,4
43.2	Спальня	6	0,072	0,8	1,1	0,38	0,95	0,33	0,125	0,4
44.1	Буфетная	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
44.2	Буфетная	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
45.1	Коридор	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
45.2	Коридор	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
46.1	Кладовая	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
46.2	Кладовая	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
47.1	Туалетная	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13

Окончание таблицы 2.2

Номер по плану	Наименование помещения	N	$P_{ном},$ кВт	K_c	$K_{пра}$	$P_{осв},$ кВт	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	$Q_{осв},$ кВт	$S_{осв},$ кВА
47.2	Туалетная	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
	2 этаж									
50	Лестница №1	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
51.1	Холл	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
51.2	Холл	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
52	Коридор	5	0,072	0,8	1,1	0,317	0,95	0,33	0,105	0,33
53	Хозяйственная кладовая	2	0,036	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
54	Сан узел персонала	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
55	Физкультурный зал	15	0,072	0,8	1,1	0,95	0,95	0,33	0,314	1
56	Кабинет преподавателя	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
57	Кладовая спортивного инвентаря	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
58	Лечебно-физкультурный кабинет	3	0,072	0,8	1,1	0,19	0,95	0,33	0,063	0,2
59	Лестница №2	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
60	Кабинет психолога	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
61	Сенсорная комната	4	0,072	0,8	1,1	0,253	0,95	0,33	0,083	0,27
62	Музыкальный зал	15	0,072	0,8	1,1	0,95	0,95	0,33	0,314	1
63	Кладовая музыкального инвентаря	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
64	Кабинет завхоза	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
65	Кладовая чистого белья	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
66	Методический кабинет	3	0,072	0,8	1,1	0,19	0,95	0,33	0,063	0,2
70.1	Раздевальная	3	0,072	0,8	1,1	0,19	0,95	0,33	0,063	0,2
70.2	Раздевальная	3	0,072	0,8	1,1	0,19	0,95	0,33	0,063	0,2
71.1	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
71.2	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
72.1	Групповая	12	0,072	0,8	1,1	0,76	0,95	0,33	0,251	0,8
72.2	Групповая	12	0,072	0,8	1,1	0,76	0,95	0,33	0,251	0,8
73.1	Спальня	6	0,072	0,8	1,1	0,38	0,95	0,33	0,125	0,4
73.2	Спальня	6	0,072	0,8	1,1	0,38	0,95	0,33	0,125	0,4
74.1	Буфетная	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
74.2	Буфетная	1	0,072	0,8	1,1	0,063	0,95	0,33	0,021	0,07
75.1	Коридор	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
75.2	Коридор	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
76.1	Кладовая	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
76.2	Кладовая	1	0,036	0,8	1,1	0,032	0,95	0,33	0,011	0,03
77.1	Туалетная	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
77.2	Туалетная	2	0,072	0,8	1,1	0,127	0,95	0,33	0,042	0,13
ИТОГО						14,17			4,807	15,27

2.2 Электротехнический расчет системы освещения

Потери напряжения:

$$\Delta U = \frac{M}{K_c \cdot S}, \quad (2.6)$$

где M – момент нагрузки;

K_C – коэффициент, зависящий от конфигурации сети и материала проводника, для трехфазной сети с медными проводами $K_C = 72$, а для однофазной сети с медными проводами $K_C = 12$ [25];

S – сечение проводника.

Произведем расчет освещения в линиях от ВРУ до каждого щитка ЩО-0, ЩО-1 и ЩО-2.

Момент нагрузки равен:

$$M = L \cdot P_{PO}, \quad (2.7)$$

где L – расстояния от ЩО до ВРУ;

$P_{P.O.}$ – расчетная нагрузка освещения.

Щит освещения подвала ЩО-0 имеет 4 групповые линии. Установленная мощность щита ЩО-0 составляет 1,97 кВт (сумма мощностей освещения из таблицы 2.2 по соответствующему этажу 0 - подвалу).

Момент нагрузки щита ЩО-0 (расстояние от ЩО-0 до ВРУ электрощитовой 14 м):

$$M = 14 \cdot 1,97 = 27,58 \text{ кВт}\cdot\text{м}.$$

Расчетный ток ЩО-0:

$$I_{P\text{ЩО-0}} = \frac{P_{\text{освЩО-0}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{1,97 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 3,15 \text{ А}.$$

Выбираем в качестве КЛ, питающей ЩО-0, кабель ВВГнг(А)-LSLTx 5x4, $s = 4 \text{ мм}^2$, $I_{\text{доп}} = 36 \text{ А}$.

Потери напряжения в КЛ, питающей ЩО-0, являются допустимыми:

$$\Delta U = \frac{27,58}{72 \cdot 4} = 0,1\% .$$

Щит освещения первого этажа ЩО-1 имеет 8 групповых линий. Установленная мощность щита ЩО-1 составляет 6,1 кВт (сумма мощностей освещения из таблицы 2.2 по соответствующему этажу 1).

Момент нагрузки щита ЩО-1 (расстояние от ЩО-1 до ВРУ электрощитовой 31 м):

$$M = 31 \cdot 6,1 = 189,1 \text{ кВт}\cdot\text{м}.$$

Расчетный ток ЩО-1:

$$I_{p\text{ЩО-1}} = \frac{P_{\text{осв}\text{ЩО-1}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{6,1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 9,75 \text{ А.}$$

Выбираем в качестве КЛ, питающей ЩО-1, кабель ВВГнг(А)-LSLTx 5x4, s = 4 мм², I_{доп} = 36 А.

Потери напряжения в КЛ, питающей ЩО-1, являются допустимыми:

$$\Delta U = \frac{189,1}{72 \cdot 4} = 0,66\% .$$

Щит освещения второго этажа ЩО-2 имеет 8 групповых линий. Установленная мощность щита ЩО-2 составляет 6,1 кВт (сумма мощностей освещения из таблицы 2.2 по соответствующему этажу 2).

Момент нагрузки щита ЩО-2 (расстояние от ЩО-2 до ВРУ электрощитовой 35 м):

$$M = 35 \cdot 6,1 = 213,5 \text{ кВт}\cdot\text{м.}$$

Расчетный ток ЩО-2:

$$I_{p\text{ЩО-2}} = \frac{P_{\text{осв}\text{ЩО-2}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{6,1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 9,75 \text{ А.}$$

Выбираем в качестве КЛ, питающей ЩО-2, кабель ВВГнг(А)-LSLTx 5x4, s = 4 мм², I_{доп} = 36 А.

Потери напряжения в КЛ, питающей ЩО-2, являются допустимыми:

$$\Delta U = \frac{213,5}{72 \cdot 4} = 0,74\% .$$

Максимальный момент нагрузки для одной фазы находится как:

$$M_P = P_{\text{св}} \cdot N_{\text{св},p} \cdot \left(l_1 + \frac{l_2}{2} \right), \quad (3.8)$$

где $N_{\text{св},p}$ - число светильников в одном ряду;

$P_{\text{св}}$ - мощность одного светильника;

l_1 - длина участка линии от щитка до первого светильника;

l_2 - длина участка линии от щитка до последнего светильника.

В таблице 2.3 на основании приведенной методики произведем расчет моментов.

Щитки ЩО-0, ЩО-1 и ЩО-2 запитываются радиально от щита ВРУ.

Таблица 2.3 – Расчет для групп линий ЩО-0, ЩО-1 и ЩО-2

Щиток ЩО	Линия	L1, м	L2, м	N, шт	Рсв.мах, кВт	М, кВт.м	Кс	S, мм2	ΔU, %	Ргр, кВт	Ігр, А	МА, кВт.м	МВ, кВтм	МС, кВт.м
ЩО-0	Гр.0-1.Р	11	24	8	0,03	5,52	12	1,5	0,31	0,24	1,15	5,52		
ЩО-0	Гр.0-2.Р	12	18	9	0,03	5,67	12	1,5	0,32	0,36	1,72		5,67	
ЩО-0	Гр.0-3.Р	14	26	9	0,03	7,29	12	1,5	0,41	0,37	1,77			7,29
ЩО-0	Гр.0-4.Р	11	23	8	0,03	5,40	12	1,5	0,30	0,1	0,48	5,40		
ЩО-1	Гр.1-1.Р	8	21	12	0,072	15,98	12	1,5	0,89	0,65	3,11		15,98	
ЩО-1	Гр.1-2.Р	7	20	11	0,072	13,46	12	1,5	0,75	0,97	4,64			13,46
ЩО-1	Гр.1-3.Р	8	13	14	0,072	14,62	12	1,5	0,81	0,65	3,11	14,62		
ЩО-1	Гр.1-4.Р	16	18	21	0,072	37,80	12	1,5	2,10	0,83	3,97		37,80	
ЩО-1	Гр.1-5.Р	7	24	17	0,072	23,26	12	1,5	1,29	0,86	4,11			23,26
ЩО-1	Гр.1-6.Р	9	26	19	0,072	30,10	12	1,5	1,67	0,94	4,50	30,10		
ЩО-1	Гр.1-7.Р	16	21	10	0,072	19,08	12	1,5	1,06	0,83	3,97		19,08	
ЩО-1	Гр.1-8.Р	18	19	12	0,072	23,76	12	1,5	1,32	1,04	4,98			23,76
ЩО-2	Гр.2-1.Р	15	26	15	0,072	30,24	12	1,5	1,68	0,65	3,11	30,24		
ЩО-2	Гр.2-2.Р	12	11	12	0,072	15,12	12	1,5	0,84	1,04	4,98		15,12	
ЩО-2	Гр.2-3.Р	11	20	12	0,072	18,14	12	1,5	1,01	0,65	3,11			18,14
ЩО-2	Гр.2-4.Р	12	20	12	0,072	19,01	12	1,5	1,06	0,9	4,31	19,01		
ЩО-2	Гр.2-5.Р	20	19	19	0,072	40,36	12	1,5	2,24	0,65	3,11		40,36	
ЩО-2	Гр.2-6.Р	11	21	15	0,072	23,22	12	1,5	1,29	1,04	4,98			23,22
ЩО-2	Гр.2-7.Р	18	22	15	0,072	31,32	12	1,5	1,74	1,04	4,98	31,32		
ЩО-2	Гр.2-8.Р	14	18	15	0,072	24,84	12	1,5	1,38	0,8	3,83			24,84
											ИТОГО	136,20	134,01	133,97

Каждая отходящая линия от ЩО-0, ЩО-1 и ЩО-2 питается КЛ минимального сечения типа ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5, т.к. вычисленные потери напряжения находятся в допустимых пределах, в том числе, если их суммировать с потерями в вводных кабелях соответствующего щита ЩО, к которому принадлежат эти линии.

Щитки освещения типа ЩРВ-18з-1 36 УХЛЗ IP31 IEK ГОСТ 14254-96 выбираем, исходя из количества присоединений и рабочего тока (таблица 2.4) [26].

Таблица 2.4 – Выбор щитка освещения

Обозначение	Ip, А	Тип щитка	Идоп, А	Количество линий щитка
ЩО-0	3,15	ЩРВ-18з-1 36 УХЛЗ IP31 IEK	20	18
ЩО-1	9,75	ЩРВ-18з-1 36 УХЛЗ IP31 IEK	20	18
ЩО-2	9,75	ЩРВ-18з-1 36 УХЛЗ IP31 IEK	20	18

Щиты освещения устанавливаются на высоте от 1,2м (низ щита) до 1,8м (верх щита).

Управление освещением выполняется через выключателя кнопочные, которые в помещениях для пребывания детей – на высоте 1,8м, в остальных помещениях - 0,9м.

Светильники в игровых устанавливаются рядами, параллельно наружным стенам с окнами.

Светильники аварийного освещения оснащены аккумуляторными батареями.

Типы светильников и нормируемая освещенность приняты в зависимости от назначения и характеристики помещений. Установка выключателей для управления освещением осуществляется со стороны открывания дверей.

2.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов

2.3.1 Расчет электрических нагрузок отдельных электроприемников (первый уровень)

Приведем пример расчета для персонального компьютера, рассчитанного на напряжение 220 В (однофазный электроприемник):

$$P = 0,45 \text{ кВт}; \cos\varphi = 0,7; U = 220 \text{ В}; K_{\text{п}} = 1.$$

Полная мощность вентиляционной системы:

$$S = P / \cos\varphi, \text{ кВА.} \quad (2.9)$$

$$S = 0,45 / 0,7 = 0,64 \text{ кВА.}$$

Рабочий ток вентиляционной системы (однофазный электроприемник, а для трехфазных электроприемников (например, электрические плиты кухни) $\sqrt{3}$ в знаменателе будет присутствовать):

$$I_{\text{р}} = P / (\cos\varphi \cdot U), \text{ А.} \quad (2.10)$$

$$I_{\text{р}} = 0,45 / (0,7 \cdot 220) \cdot 10^3 = 2,92 \text{ А.}$$

Пусковой ток вентиляционной системы:

$$I_{\text{п}} = I_{\text{р}} \cdot K_{\text{п}}, \text{ А,} \quad (2.11)$$

$$I_{\text{п}} = 2,92 \cdot 1 = 2,92 \text{ А.}$$

Расчеты для других ЭП аналогичны, таблица 2.5.

Таблица 2.5 – Расчет электрических нагрузок (первый уровень)

№	Наименование ЭП	Р _{ном} , кВт	cosφ	tgφ	Р _{р1} , кВт	Q _{р1} , кВар	S _р , кВА	I _р , А	I _{пуск} , А	Число фаз	K _п
1	Персональный компьютер	0,450	0,7	1,02	0,45	0,46	0,64	2,92	2,92	1	1
2	Принтер лазерный	0,350	0,7	1,02	0,35	0,36	0,5	2,27	2,27	1	1
3	Стиральная машина ЛО-10	12,700	0,85	0,62	12,7	7,87	14,94	22,7	113,5	3	5
4	Стиральная машина Samsung	2,200	0,85	0,62	2,2	1,36	2,59	11,76	58,8	1	5
5	Напольные весы с дисплеем	0,400	0,85	0,62	0,4	0,25	0,47	2,14	2,14	1	1
6	Гладильный утюг	2,800	0,95	0,33	2,8	0,92	2,95	13,4	13,4	1	1
7	Электроутюг с парогенератором	2,200	0,95	0,33	2,2	0,73	2,32	10,53	10,53	1	1
8	Сушильная машина	15,740	0,85	0,62	15,74	9,76	18,52	28,13	140,65	3	5
9	Посудомоечная машина	2,300	0,85	0,62	2,3	1,43	2,71	12,3	61,5	1	5
10	Облучатель рециркулятор	0,150	0,9	0,48	0,15	0,07	0,17	0,76	0,76	1	1
11	Чайник электрический	2,400	0,95	0,33	2,4	0,79	2,53	11,48	11,48	1	1
12	Электросушитель для рук	1,200	0,95	0,33	1,2	0,4	1,26	5,74	5,74	1	1
13	Двухкамерный холодильник	0,170	0,65	1,17	0,17	0,2	0,26	1,19	5,95	1	5
14	Овощерезка	0,500	0,85	0,62	0,5	0,31	0,59	2,67	13,35	1	5
15	Машина картофелеочистительная	0,750	0,85	0,62	0,75	0,47	0,89	1,34	6,7	3	5

Окончание таблицы 2.5

№	Наименование ЭП	Рном, кВт	cosφ	tgφ	Р _{р1} , кВт	Q _{р1} , кВар	S _р , кВА	I _р , А	Ипуск, А	Число фаз	Кп
16	Универсальная кухонная машина	1,500	0,85	0,62	1,5	0,93	1,76	2,68	13,4	3	5
17	Плита промышленная электрическая	14,000	0,95	0,33	14	4,62	14,74	22,39	22,39	3	1
18	Котел пищеварочный	9,000	0,95	0,33	9	2,97	9,48	14,39	14,39	3	1
19	Кипятильник электрический	10,000	0,95	0,33	10	3,3	10,53	15,99	15,99	3	1
20	Пароконвектомат	9,500	0,95	0,33	9,5	3,14	10,01	15,19	15,19	3	1
21	Сковорода электрическая	6,000	0,95	0,33	6	1,98	6,32	9,6	9,6	3	1
22	Хлеборезка	0,125	0,85	0,62	0,13	0,08	0,15	0,7	3,5	1	5
23	Облучатель бактерицидный настенный	0,150	0,9	0,48	0,15	0,07	0,17	0,76	0,76	1	1
24	Однокомпрессорный холодильник	0,125	0,65	1,17	0,13	0,15	0,2	0,91	4,55	1	5
25	Весы электронные	0,060	0,85	0,62	0,06	0,04	0,07	0,32	0,32	1	1
26	Машина швейная электрическая	1,300	0,6	1,33	1,3	1,73	2,16	9,85	49,25	1	5
27	Световой стол для рисования песком	0,150	0,7	1,02	0,15	0,15	0,21	0,97	0,97	1	1
28	Приточная установка П1	4,92	0,85	0,62	4,92	3,05	5,79	8,79	43,95	3	5
29	Приточно-вытяжная установка ПВЗ	0,74	0,85	0,62	0,74	0,46	0,87	1,32	1,32	3	1
30	Вытяжная система вентиляции В1	1,1	0,85	0,62	1,1	0,68	1,29	1,97	1,97	3	1
31	Вытяжная система вентиляции В4	0,14	0,85	0,62	0,14	0,09	0,17	0,75	0,75	1	1
32	Вытяжная система вентиляции В5	0,14	0,85	0,62	0,14	0,09	0,17	0,75	0,75	1	1
33	Вытяжная система вентиляции В6	0,14	0,85	0,62	0,14	0,09	0,17	0,75	0,75	1	1
34	Вытяжная система вентиляции В13	0,14	0,85	0,62	0,14	0,09	0,17	0,75	0,75	1	1
35	Вытяжная система вентиляции В14	0,14	0,85	0,62	0,14	0,09	0,17	0,75	0,75	1	1
36	Вытяжная система вентиляции В9	0,04	0,85	0,62	0,04	0,02	0,04	0,21	0,21	1	1
37	Вытяжная система вентиляции В10	0,04	0,85	0,62	0,04	0,02	0,04	0,21	0,21	1	1
38	Вытяжная система вентиляции В11	0,04	0,85	0,62	0,04	0,02	0,04	0,21	0,21	1	1
39	Вытяжная система вентиляции В12	0,04	0,85	0,62	0,04	0,02	0,04	0,21	0,21	1	1

2.3.2 Расчет электрических нагрузок силовых щитов (второй уровень)

Для уменьшения протяженности сети электроснабжения детского сада, ЭП целесообразно объединить в группы, схожее по типу и электрическим параметрам работы электрооборудование (бытовое, технологическое для пищеблока).

Планы силовых сетей (чердака, подвала, 1-го этажа, 2-го этажа) детского сада представлены в графической части.

Расчет мощности ЭП на ЩС, ЩУВ на различных этажах производим по методу коэффициента спроса [14]:

$$P_{рас} = K_c \cdot P_{\Sigma усг.} \text{ В,} \quad (2.12)$$

где K_c определяется по [14, табл.7.9].

Пример расчета для группы гр.3-6 ЩС-3 (линия для оргтехники):

2 шт. ЭП №1: $P = 0,45$ кВт; $\cos\varphi = 0,7$; $U = 220$ В.

2 шт. ЭП №2: $P = 0,35$ кВт; $\cos\varphi = 0,7$; $U = 220$ В.

Определим суммарную мощность электроприёмников:

$$P_{\text{сумм}} = \Sigma P_{1,2,1,2} \quad (2.13)$$

$$P_{\text{сумм}} = 2 \cdot 0,45 + 2 \cdot 0,35 = 1,6 \text{ кВт.}$$

$$K_c = 0,85.$$

Определим расчетную мощность:

$$P_{\text{рас}} = 0,85 \cdot 1,6 = 1,36 \text{ кВт.}$$

Определим полную мощность и ток:

$$S_p = 1,36 / 0,7 = 1,94 \text{ кВА;}$$

$$I_p = 1,94 \cdot 10^3 / 220 = 8,8 \text{ А.}$$

Для других групп для ЩС-1 – ЩС-4, ЩУВ расчеты проводим по аналогии, в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Расчет электрических нагрузок (второй уровень – уровень ЩС)

№ линии ЩС	№ ЭП или наименование	Количество ЭП п, шт	P, кВт	cosφ	K _C	P _{РАСЧ.,кВт}	S _{расч,} кВА	I _p , А
ЩУВ								
Гр.1.В	28	1	4,92	0,85				
	Всего	1	4,92		1	4,92	5,79	8,79
Гр.2.В	29	1	0,74	0,85				
	Всего	1	0,74		1	0,74	0,87	1,32
Гр.3.В	30	1	1,1	0,85				
	Всего	1	1,1		1	1,1	1,29	1,97
Гр.4.В	31	1	0,14	0,85				
	Всего	1	0,14		1	0,14	0,16	0,75
Гр.5.В	32	1	0,14	0,85				
	Всего	1	0,14		1	0,14	0,16	0,75
Гр.6.В	33	1	0,14	0,85				
	Всего	1	0,14		1	0,14	0,16	0,75
Гр.7.В	34	1	0,14	0,85				
	Всего	1	0,14		1	0,14	0,16	0,75
Гр.8.В	35	1	0,14	0,85				
	Всего	1	0,14		1	0,14	0,16	0,75
Гр.9.В	36	1	0,04	0,85				
	Всего	1	0,04		1	0,04	0,05	0,21
Гр.10.В	37	1	0,04	0,85				
	Всего	1	0,04		1	0,04	0,05	0,21
Гр.11.В	38	1	0,04	0,85				
	Всего	1	0,04		1	0,04	0,05	0,21
Гр.12.В	39	1	0,04	0,85				
	Всего	1	0,04		1	0,04	0,05	0,21
Итого по ЩУВ		12	7,62		0,9	6,86	7,62	11,58
ЩС-1								
Гр.1-1	17	1	14	0,95				
	Всего	1	14		1	14	14,74	22,4

Продолжение таблицы 2.6

№ линии ЩС	№ ЭП или наименование	Количество ЭП п, шт	Р, кВт	cosφ	Кс	Р _{РАСЧ,кВт}	Срасч, кВА	Ip, А
Гр.1-2	17	1	14	0,95				
	Всего	1	14		1	14	14,74	22,4
Гр.1-3	19	1	10	0,95				
	Всего	1	10		1	10	10,53	16
Гр.1-4	20	1	9,5	0,95				
	Всего	1	9,5		1	9,5	10	15,2
Гр.1-5	18	1	9	0,95				
	Всего	1	9		1	9	9,47	14,4
Гр.1-6	21	1	6	0,95				
	Всего	1	6		1	6	6,32	9,6
Гр.1-7	16	1	1,5	0,85				
	Всего	1	1,5		1	1,5	1,76	2,7
Гр.1-8	15	1	0,75	0,85				
	Всего	1	0,75		1	0,75	0,88	1,3
Гр.1-9	13	1	0,17	0,65				
	23	1	0,15	0,9				
	13	1	0,17	0,65				
	Всего	3	0,49		0,9	0,441	0,68	3,1
Гр.1-10	13	1	0,17	0,65				
	13	1	0,17	0,65				
	13	1	0,17	0,65				
	Всего	3	0,51		0,9	0,459	0,71	3,2
Гр.1-11	13	1	0,17	0,65				
	13	1	0,17	0,65				
	24	1	0,125	0,65				
	14	1	0,5	0,85				
	Всего	4	0,965		0,85	0,82	1,26	5,7
Итого по ЩС-1		19	80,715		0,5	40,3575	44,84	68,1
ЩС-2								
Гр.2-1	8	1	15,74	0,85				
	Всего	1	15,74		1	15,74	18,52	28,14
Гр.2-2	3	1	12,7	0,85				
	Всего	1	12,7		1	12,7	14,94	22,7
Гр.2-3	6	1	2,8	0,95				
	Всего	1	2,8		1	2,8	2,95	13,41
Гр.2-4	7	1	2,2	0,95				
	Всего	1	2,2		1	2,2	2,32	10,5
Гр.2-4	4	1	2,2	0,85				
	5	1	0,4	0,85				
	Всего	2	2,6		1	2,6	3,06	13,9
Итого по ЩС-2		6	36,04		0,5	18,02	20,02	30,4
ЩС-3								
Гр.3-1	9	1	2,3	0,85				
	Всего	1	2,3		1	2,3	2,71	12,32
Гр.3-2	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	Всего	6	0,9		0,8	0,72	0,8	3,64
Гр.3-3	9	1	2,3	0,85				

Продолжение таблицы 2.6

№ линии ЩС	№ ЭП или наименование	Количество ЭП n, шт	P, кВт	cosφ	K _C	P _{РАСЧ.,кВт}	Срасч, кВА	I _p , А
	Всего	1	2,3		1	2,3	2,71	12,32
Гр.3-4	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	Всего	6	0,9		0,8	0,72	0,8	3,64
Гр.3-5	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	Всего	6	0,9		0,8	0,72	0,8	3,64
Гр.3-6	1	1	0,45	0,7				
	2	1	0,35	0,7				
	1	1	0,45	0,7				
	2	1	0,35	0,7				
	Всего	4	1,6		0,85	1,36	1,94	8,8
Гр.3-7	11	1	2,4	0,95				
	Всего	1	2,4		1	2,4	2,53	11,5
Гр.3-8	12	1	1,2	0,95				
	Всего	1	1,2		1	1,2	1,26	5,73
Итого по ЩС-3		18	12,9		0,75	9,675	10,75	16,3
ЩС-4								
Гр.4-1	9	1	2,3	0,85				
	Всего	1	2,3		1	2,3	2,71	12,32
Гр.4-2	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	Всего	6	0,9		0,8	0,72	0,8	3,64
Гр.4-3	9	1	2,3	0,85				
	Всего	1	2,3		1	2,3	2,71	12,32
Гр.4-4	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	10	1	0,15	0,9				
	Всего	6	0,9		0,8	0,72	0,8	3,64
Гр.4-5	27	1	0,15	0,7				
	27	1	0,15	0,7				
	27	1	0,15	0,7				
	27	1	0,15	0,7				
	27	1	0,15	0,7				
	Всего	5	0,75		0,8	0,6	0,86	3,9
Гр.4-6	1	1	0,45	0,7				
	2	1	0,35	0,7				

Окончание таблицы 2.6

№ линии ЩС	№ ЭП или наименование	Количество ЭП п, шт	Р, кВт	cosφ	Кс	Р _{РАСЧ.,кВт}	Срасч, кВА	Ip, А
	1	1	0,45	0,7				
	2	1	0,35	0,7				
	1	1	0,45	0,7				
	2	1	0,35	0,7				
	Всего	6	2,4		0,8	1,92	2,74	12,45
Гр.4-7	27	1	0,15	0,7				
	27	1	0,15	0,7				
	27	1	0,15	0,7				
	Всего	3	0,45		0,9	0,405	0,58	2,6
Гр.4-8	1	1	0,45	0,7				
	2	1	0,35	0,7				
	1	1	0,45	0,7				
	2	1	0,35	0,7				
	1	1	0,45	0,7				
	2	1	0,35	0,7				
	Всего	6	2,4		0,8	1,92	2,74	12,45
Гр.4-9	26	1	1,3	0,6				
	Всего	1	1,3		0,8	1,04	1,73	9,85
Гр.4-10	12	1	1,2	0,95				
Итого по ЩС-4		36	14,9		0,6	8,94	12,77	19,4

Высота установки розеток в местах пребывания детей – не менее 1,8 м от уровня чистого пола. Все розетки должны иметь защитное устройство, автоматически закрывающее гнезда штепсельной розетки при вынутой вилке.

2.3.3 Расчет нагрузки ВРУ

Суммарная мощность детского сада:

$$P_{здания} = K \cdot (P_{тепл.обор.} + P_{холод.обор.} + P_{освещ.} + P_{сил.пр.обор.}) \text{ кВт}, \quad (2.13)$$

где $P_{тепл.обор.}$, $P_{холод.обор.}$ - мощность теплового и технологического и холодильного оборудования;

$P_{освещ.}$ - мощность осветительной нагрузки;

$P_{лифт}$ - мощность лифтов;

$P_{сил.пр.обор.}$ - мощность прочей нагрузки.

K - коэффициент, учитывающий несовпадение расчетных максимумов нагрузок [14, табл.7.11].

Доля освещения в общей нагрузке:

$$d_{осв} = 14,17 / 126,29 * 100 = 11,22 \% < 20\%, \text{ то } K = 1,$$

где 126,29 кВт – суммарная установленная мощность силового оборудования.

Мощность освещения в соответствии с расчетной мощностью щитов освещения ЩО-0, ЩО-1, ЩО-2:

$$P_{\text{освещ.}} = 14,17 \text{ кВт}, \quad (2.14)$$

где $P_{\text{освет.}}$ – мощность освещения с учетом коэффициента спроса.

Мощность теплового и технологического кухонного оборудования (в т.ч. овощерезки, мясорубки и т.п.):

$$P_{\text{тепл.обор.}} = P_{\text{сумм.уст.тепл.}} \cdot K_c = 75,175 \cdot 0,5 = 37,59 \text{ кВт}, \quad (2.15)$$

где $P_{\text{тепл.обор.}}$ – суммарная мощность теплового оборудования [14, табл.7.9].

Мощность холодильного и сантехнического оборудования:

$$P_{\text{холод.обор.}} = P_{\text{сумм.уст.хол.}} \cdot K_c = 41,155 \cdot 0,65 = 26,75 \text{ кВт}, \quad (2.16)$$

где $P_{\text{холод.обор.}}$ – суммарная мощность холодильного и сантехнического оборудования [14, табл.7.5].

К прочему оборудованию относятся оргтехника, бытовые приборы, т.е. вся оставшаяся нагрузка:

$$P_{\text{сил.пр.обор.}} = P_{\text{пр.обор.}} \cdot K_c = 9,96 \cdot 0,6 = 5,98 \text{ кВт}, \quad (2.18)$$

где $P_{\text{пр.обор.}}$ – суммарная мощность прочих приборов.

Определяем электрическую нагрузку всего детского сада по формуле (2.13):

$$P_{\text{здания}} = 1 \cdot (14,17 + 37,59 + 26,75 + 5,98) = 84,49 \text{ кВт}.$$

Таким образом, расчетная активная нагрузка всего детского сада составляет 84,49 кВт.

2.3.4 Выбор кабельной линии от трансформаторной подстанции и вводного автомата

В виду того, что объект запитан по второй категории надежности электроснабжения от двух источников питания, режим электроснабжения предусматривается рабочий и аварийный. Кабельные линии предусмотрены для работы в длительном режиме при максимальной мощности.

Произведем выбор КЛ для рассматриваемого здания.

Расчетный ток:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot n \cdot \cos\phi} \text{ А}, \quad (2.18)$$

где n – число линий; S_p - полная расчетная электрическая нагрузка , кВт;

$U_{ном}$ - номинальное напряжение линии, кВ.

Для питающей кабельной линии (от ТП) определяем расчетный ток:

$$I_p = \frac{84,49}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 2 \cdot 0,9} = 71,32 \text{ А.}$$

Ток аварийного режима:

$$I_{р.п.АВР} = \frac{84,49}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 1} = 142,64 \text{ А.}$$

Выбираем 2 кабеля для питания здания по расчетному току после аварийного режима типа ВБШв 4х50 с допустимым током $I_{доп} = 167 \text{ А}$ [22].

2.3.5 Выбор ВРУ и вводного автомата

ВРУ выбирается по числу отходящих линий и номинальному току. Для детского сада, выбираем в качестве ВРУ вводно-распределительный шкаф типа ЩМП-16.6.4-0 У2 IP20 ИЕК ГОСТ 14254-96 и вводной автомат типа ВА 57-35 3Р-160А на номинальный ток 160 А, с уставкой на 125 А.

Ток срабатывания автомата:

$$I_p \leq K_{с.н} \cdot I_{доп} , \quad (2.19)$$

где I_p - расчетный ток линии, А;

$I_{доп}$ - длительно допустимый ток проводника, А;

$K_{с.н}$ - прокладочный коэффициент на условия прокладки кабеля который равен 0,95 [7].

$$142,64 \leq 0,95 \cdot 167 \text{ А};$$

$$142,64 \leq 158,65 \text{ А}.$$

Неравенство согласования кабеля и автомата:

$$K_{с.н} \cdot I_{доп} \geq K_{защ} \cdot I_z , \quad (2.20)$$

где I_z - параметр защитного устройства, А;

$K_{защ}$ - коэффициент защиты который равен 1, представляющий собой отношения длительного тока для провода или кабеля к параметру защитного устройства [7]:

$$0,95 \cdot 167 \text{ А} \geq 1 \cdot 125 \text{ А}, \quad 158,65 \text{ А} \geq 125 \text{ А}.$$

2.4 Распределение нагрузок по фазам

Распределение нагрузок по фазам представлено по форме РТМ [13], допустимое отклонение при распределении однофазной силовой нагрузки составляет не более 15%. Отклонение получилось равным 7,1%, что допустимо, а если учитывать это все вместе с трехфазной силовой нагрузкой, то на ее фоне отклонение будет еще меньше.

Таблица 2.7 – Распределение однофазных силовых нагрузок по фазам

Наименование узлов питания, групп электроприемников, номинальное напряжение и ПВ ₃₀	Исходные данные				Вариант симметризации нагрузок										Расчетные величины														
	Номинальная мощность, кВт		Коэффициент использования K_{Σ}	Коэффициент реактивной мощности	Номинальная мощность однофазных приемников, включенных:						Коэффициенты приведения				Номинальная мощность P_{Σ} , приведенная к фазам (кВт):			Средние нагрузки						Токи в фазах, А			$n_{гр, фаз}$		
	одного ЭП, P_{Σ}				общая $P_{\Sigma, \Sigma}$ (в P_{Σ})	на фазное напряжение, кВт		на линейное напряжение, кВт			линейной нагрузки к фазе	для мощности					$P_{ср}$, кВт			$Q_{ср}$, кВАр			а б с						
	а	б	а	б		с	а	б	с	р		q	а				б	с	а	б	с	а				б		с	
ЭП 1,2, включенные на фазное напряжение 220 В	16	0,35	0,45	6,4	1	0,7	1,02	1,6	3,2	1,6	ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!				1,6	3,2	1,6	1,6	3,2	1,6	1,6	3,3	1,6						2,56
ЭП 4,5,25 включенные на фазное напряжение 220 В	3	0,06	2,2	2,66	1	0,85	0,62	0,4	0,06	2,2	ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!				0,4	0,06	2,2	0,4	0,1	2,2	0,2	0,0	1,4					2,358533	
ЭП 6,7, включенные на фазное напряжение 220 В	2	2,2	2,8	5	1	0,95	0,33	2,8		2,2	ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!				2,8	0	2,2	2,8	0,0	2,2	0,9	0,0	0,7					12,5	
ЭП 9, включенные на фазное напряжение 220 В	4		2,3	9,2	1	0,85	0,62	2,3	4,6	2,3	ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!				2,3	4,6	2,3	2,3	4,6	2,3	1,4	2,9	1,4					21,16	
ЭП 10,23, включенные на фазное напряжение 220 В	11		0,15	1,65	1	0,9	0,48	0,45	0,6	0,6	ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!				0,45	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,2	0,3	0,3					0,2475	
ЭП 11,12, включенные на фазное напряжение 220 В	2	1,2	2,4	3,6	1	0,95	0,33	2,4	1,2		ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!				2,4	1,2	0	2,4	1,2	0,0	0,8	0,4	0,0					6,48	
ЭП 13,24, включенные на фазное напряжение 220 В	8	0,125	0,17	1,315	1	0,65	1,17	0,68	0,51	0,125	ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!				0,68	0,51	0,125	0,7	0,5	0,1	0,8	0,6	0,1					0,216153	
ЭП 14,22, включенные на фазное напряжение 220 В	2	0,125	0,5	0,625	1	0,85	0,62	0,125		0,5	ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!				0,125	0	0,5	0,1	0,0	0,5	0,1	0,0	0,3					0,195313	
ЭП 26, включенные на фазное напряжение 220 В	1		1,3	1,3	1	0,6	1,33			1,3	ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!				0	0	1,3	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	1,7					1,69	
ЭП 27, включенные на фазное напряжение 220 В	1		0,15	0,15	1	0,7	1,02		0,15		ВЕРНО - баланс выполнен, при распределении нагрузок по фазам!				0	0,15	0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0					0,0225	
Итого однофазная нагрузка	50	0	2,8	31,9				10,755	10,32	10,825	0	0	0				10,8	10,3	10,8	10,8	10,3	10,8	6,1	7,6	7,6	33,8	33,7	37,6	47,4
Несимметрия токов фаз -				7,1	%	Неравномерность загрузки фаз $\leq 15\%$ такую нагрузку можно считать симметричной. Эквивалентная трехфазная нагрузка однофазных ЭП представляется в расчете (форма Ф636-92) как сумма всех однофазных нагрузок.																							

3 Практическая часть

3.1 Выбор коммутационных аппаратов и кабельно-проводниковой продукции

3.1.1 Выбор автоматических выключателей и дифференциальных автоматов

Выбор автоматов и дифференциальных автоматов производим по условиям как для первого, так и для второго группового уровня электрических щитков силовой нагрузки и щитов освещения [12].

а) по номинальному напряжению

$$U_a \geq U_{\text{ном.сети}}, \quad (3.1)$$

где U_a - номинальное напряжение автомата, В.

б) по номинальному току (уставка теплового расцепителя):

$$I_{\text{расц}} \geq 1,25 \cdot I_p, \quad (3.2)$$

$$I_{\text{ном.а}} \geq 1,25 \cdot I_p, \quad (3.3)$$

где $I_{\text{ном.а}}$ - номинальный ток теплового расцепителя, А;

$I_{\text{ном.а}}$ - номинальный ток автомата, А.

в) по номинальному току электромагнитного расцепителя:

$$I_{\text{ном.то}} \geq 1,2 \cdot I_{\text{пуск}}, \quad (3.4)$$

где $I_{\text{ном.то}}$ - номинальный ток срабатывания токовой отсечки, А:

$$I_{\text{ном.то}} = K_o \cdot I_{\text{расц}}, \quad (3.5)$$

где кратность отсечки K_o .

Выбор вводных автоматов на ЩС сведем в таблицу 3.1.

Выбор автоматов защиты отходящих линий сведем в таблицу 3.2.

Таблица 3.1 – Выбор вводных автоматов на ЩУВ, ЩС, ЩО

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	Номинальный ток расцепителя $I_{расц}$, А	Номинальный ток автомата $I_{ном.а}$, А	Пиковый ток $I_{пик}$, А	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{пик}$, А	K_0	$I_{ном.то}$, А	Тип автомата	Отключающая способность, $I_{откл}$, кА
ЩО-0	3,15	3,47	4	16	11,025	13,23	5	80	ВА47-29 3P-16A-C	6
ЩО-1	9,75	10,73	12,5	20	34,125	40,95	5	100	ВА47-29 3P-20A-C	6
ЩО-2	9,75	10,73	12,5	20	34,125	40,95	5	100	ВА47-29 3P-20A-C	6
ЩУВ	11,58	12,74	16	25	40,53	48,64	5	125	ВА47-100 3P-25A-C	6
ЩС-1	68,1	74,91	80	100	238,35	286,02	5	500	ВА57-35 3P-100A	7
ЩС-2	30,4	33,44	40	63	106,4	127,68	5	315	ВА47-100 3P-63A-C	6
ЩС-3	16,3	17,93	20	63	57,05	68,46	5	315	ВА47-100 3P-63A-C	6
ЩС-4	19,4	21,34	25	32	67,9	81,48	5	160	ВА47-100 3P-32A-C	6
ВРУ	71,32	78,45	125	160	249,62	299,54	5	800	ВА 57-35 3P-160A	15

Таблица 3.2 – Выбор автоматов защиты групповых линий ЩС и групповых линий ЩО

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	$I_{расц}, А$	$I_{ном.а}, А$	Пиковый ток $I_{пик}, А$	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{пик}, А$	K_0	$I_{ном.то}, А$	Тип автомата	$I_{откл}, кА$
ЩУВ										
Гр.1.В	8,79	9,67	10	25	43,95	52,74	5	125	ВА47-29 3P-25A-C	6
Гр.2.В	1,32	1,45	1,6	20	6,6	7,92	5	100	ВА47-29 3P-20A-C	6
Гр.3.В	1,97	2,17	2,5	20	9,85	11,82	5	100	ВА47-29 3P-20A-C	6
Гр.4.В	0,75	0,83	1	16	3,75	4,5	5	80	ВА47-29 1P-16A-B	6
Гр.5.В	0,75	0,83	1	16	3,75	4,5	5	80	ВА47-29 1P-16A-B	6
Гр.6.В	0,75	0,83	1	16	3,75	4,5	5	80	ВА47-29 1P-16A-B	6
Гр.7.В	0,75	0,83	1	16	3,75	4,5	5	80	ВА47-29 1P-16A-B	6
Гр.8.В	0,75	0,83	1	16	3,75	4,5	5	80	ВА47-29 1P-16A-B	6
Гр.9.В	0,21	0,23	0,5	16	1,05	1,26	5	80	ВА47-29 1P-16A-B	6
Гр.10.В	0,21	0,23	0,5	16	1,05	1,26	5	80	ВА47-29 1P-16A-B	6
Гр.11.В	0,21	0,23	0,5	16	1,05	1,26	5	80	ВА47-29 1P-16A-B	6
Гр.12.В	0,21	0,23	0,5	16	1,05	1,26	5	80	ВА47-29 1P-16A-B	6
ЩС-1										
Гр.1-1	22,4	24,64	32	32	112	134,4	5	160	ВА47-29 3P 32A-C	6
Гр.1-2	22,4	24,64	32	32	112	134,4	5	160	ВА47-29 3P 32A-C	6
Гр.1-3	16	17,6	20	32	80	96	5	160	ВА47-29 3P 32A-C	6
Гр.1-4	15,2	16,72	20	32	76	91,2	5	160	ВА47-29 3P 32A-C	6
Гр.1-5	14,4	15,84	16	32	72	86,4	5	160	ВА47-29 3P 32A-C	6
Гр.1-6	9,6	10,56	12,5	25	48	57,6	5	125	ВА47-29 3P 25A-C	6
Гр.1-7	2,7	2,97	3,15	20	13,5	16,2	5	100	ВА47-29 3P 20A-C	6
Гр.1-8	1,3	1,43	1,6	20	6,5	7,8	5	100	ВА47-29 3P 20A-C	6
Гр.1-9	3,1	3,41	4	20	15,5	18,6	5	100	ВА47-29 1P 20A-C	6
Гр.1-10	3,2	3,52	4	20	16	19,2	5	100	ВА47-29 1P 20A-C	6
Гр.1-11	5,7	6,27	6,3	20	28,5	34,2	5	100	ВА47-29 1P 20A-C	6

Продолжение таблицы 3.2

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	$I_{расч}, А$	$I_{ном.а}, А$	Пиковый ток $I_{пик}, А$	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{пик}, А$	K_0	$I_{ном.то}, А$	Тип автомата	$I_{откл}, кА$
ЩС-2										
Гр.2-1	28,14	30,95	32	32	140,7	168,84	5	160	ВА47-29 3Р 32А-С	6
Гр.2-2	22,7	24,97	25	32	113,5	136,2	5	160	ВА47-29 3Р 32А-С	6
Гр.2-3	13,41	14,75	16	20	67,05	80,46	5	100	ВА47-29 1Р 20А-С	6
Гр.2-4	10,5	11,55	12,5	20	52,5	63	5	100	ВА47-29 1Р 20А-С	6
Гр.2-5	13,9	15,29	16	20	69,5	83,4	5	100	ВА47-29 1Р 20А-С	6
ЩС-3										
Гр.3-1	12,32	13,55	16	20	61,6	73,92	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.3-2	3,64	4	4	20	18,2	21,84	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.3-3	12,32	13,55	16	20	61,6	73,92	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.3-4	3,64	4	4	20	18,2	21,84	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.3-5	3,64	4	4	20	18,2	21,84	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.3-6	8,8	9,68	10	20	44	52,8	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.3-7	11,5	12,65	16	20	57,5	69	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.3-8	5,73	6,3	6,3	20	28,65	34,38	5	100	АД-12 20А/30мА	6
ЩС-4										
Гр.4-1	12,32	13,55	16	20	61,6	73,92	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.4-2	3,64	4	4	20	18,2	21,84	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.4-3	12,32	13,55	16	20	61,6	73,92	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.4-4	3,64	4	4	20	18,2	21,84	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.4-5	3,9	4,29	5	20	19,5	23,4	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.4-6	12,45	13,7	16	20	62,25	74,7	5	100	ВА47-29 1Р-20А-С	6
Гр.4-7	2,6	2,86	3,15	20	13	15,6	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.4-8	12,45	13,7	16	20	62,25	74,7	5	100	ВА47-29 1Р-20А-С	6
Гр.4-9	9,85	10,84	12,5	20	49,25	59,1	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.4-10	19,4	21,34	25	20	97	116,4	5	100	АД-12 20А/30мА	6
Гр.2-4	10,5	11,55	12,5	20	52,5	63	5	100	ВА47-29 1Р 20А-С	6
Гр.2-5	13,9	15,29	16	20	69,5	83,4	5	100	ВА47-29 1Р 20А-С	6
ЩО-0										
Гр.0-1.Р	1,15	1,27	1,6	10	5,75	6,9	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.0-2.Р	1,72	1,89	2	10	8,6	10,32	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6

Окончание таблицы 3.2

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	$I_{расч}, А$	$I_{ном.а}, А$	Пиковый ток $I_{пик}, А$	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{пик}, А$	K_0	$I_{ном.то}, А$	Тип автомата	$I_{откл}, кА$
Гр.0-3.Р	1,77	1,95	2	10	8,85	10,62	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.0-4.Р	0,48	0,53	0,63	10	2,4	2,88	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
ЩО-1										
Гр.1-1.Р	3,11	3,42	4	10	15,55	18,66	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.1-2.Р	4,64	5,1	6,3	10	23,2	27,84	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.1-3.Р	3,11	3,42	4	10	15,55	18,66	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.1-4.Р	3,97	4,37	5	10	19,85	23,82	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.1-5.Р	4,11	4,52	5	10	20,55	24,66	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.1-6.Р	4,5	4,95	5	10	22,5	27	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.1-7.Р	3,97	4,37	5	10	19,85	23,82	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.1-8.Р	4,98	5,48	6,3	10	24,9	29,88	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
ЩО-2										
Гр.2-1.Р	3,11	3,42	4	10	15,55	18,66	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.2-2.Р	4,98	5,48	6,3	10	24,9	29,88	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.2-3.Р	3,11	3,42	4	10	15,55	18,66	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.2-4.Р	4,31	4,74	5	10	21,55	25,86	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.2-5.Р	3,11	3,42	4	10	15,55	18,66	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.2-6.Р	4,98	5,48	6,3	10	24,9	29,88	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.2-7.Р	4,98	5,48	6,3	10	24,9	29,88	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6
Гр.2-8.Р	3,83	4,21	5	10	19,15	22,98	5	50	ВА47-29 1Р-10А-В	6

3.1.2 Выбор сечений кабельных линий

Электропроводки запроектированы кабеля ВВГнг(А)-LSLTx с низкой токсичностью продуктов горения [14, 20].

Сечение кабеля выбирается по нагреву:

$$I_{\text{расчп}} = \frac{I_p}{k_{\text{п}}}, \quad (3.6)$$

где I_p – расчетный ток проводника, А;

$k_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий условия прокладки проводов и кабелей (при нормальных условиях прокладки $k_{\text{п}} = 1$).

Затем по справочной литературе находится сечение проводника, удовлетворяющее условию:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{расчп}}, \quad (3.7)$$

Условие соответствия кабеля и автомата на присоединении:

$$I_{\text{пр}} \geq I_p, \quad (3.8)$$

$$I_{\text{пр}} \geq K_{\text{зщ}} \cdot I_{\text{авт}}, \quad (3.9)$$

где $K_{\text{зщ}} = 1$ – поправочный коэффициент защиты;

$I_{\text{ном.а}}$ – параметр защитного автомата, А.

Выбор сечений линий, питающих силовые щиты, сведем в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Выбор КЛ

№	I_p , А	$I_{\text{авт.расц.ном}}$, А	Марка кабеля	$I_{\text{доп}}$, А	$\Gamma_{\text{уд.кл}}$, Ом/км	$X_{\text{уд.кл}}$, Ом/км
ЩУВ	11,58	16	ВВГнг(А)-LS 5x6	46	3,07	0,09
ЩС-1	68,1	80	ВВГнг(А)-LS 5x35	137	0,52	0,0637
ЩС-2	30,4	40	ВВГнг(А)-LS 5x25	112	0,74	0,0662
ЩС-3	16,3	20	ВВГнг(А)-LS 5x10	63	1,84	0,073
ЩС-4	19,4	25	ВВГнг(А)-LS 5x10	63	1,84	0,073

Выбор сечений линий для ЩО этажей представлен в п.3.2 как результат электротехнического расчета освещения.

Выбор сечений КЛ до отдельных потребителей, сведем в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Выбор сечений кабельных линий от щитков до отдельных групп потребителей

№	I_p, A	$I_{авт.расц.ном}, A$	Марка кабеля	$I_{доп}, A$	$R_{уд.кл}, Ом/км$	$X_{уд.кл}, Ом/км$
ЩО-0						
Гр.0-1.P	1,15	1,6	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.0-2.P	1,72	2	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.0-3.P	1,77	2	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.0-4.P	0,48	0,63	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
ЩО-1						
Гр.1-1.P	3,11	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.1-2.P	4,64	6,3	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.1-3.P	3,11	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.1-4.P	3,97	5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.1-5.P	4,11	5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.1-6.P	4,50	5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.1-7.P	3,97	5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.1-8.P	4,98	6,3	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
ЩО-2						
Гр.2-1.P	3,11	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.2-2.P	4,98	6,3	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.2-3.P	3,11	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.2-4.P	4,31	5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.2-5.P	3,11	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.2-6.P	4,98	6,3	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.2-7.P	4,98	6,3	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
Гр.2-8.P	3,83	5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x1,5	18	11,2	0,12
ЩУВ						
Гр.1.B	8,79	10	ВВГнг(А)-LSLTx 5x4	36	4,6	0,095
Гр.2.B	1,32	1,6	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.3.B	1,97	2,5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.4.B	0,75	1	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.5.B	0,75	1	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.6.B	0,75	1	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.7.B	0,75	1	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.8.B	0,75	1	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.9.B	0,21	0,5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.10.B	0,21	0,5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.11.B	0,21	0,5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.12.B	0,21	0,5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116

Окончание таблицы 3.4

№	I_p, A	$I_{авт.расц.ном}, A$	Марка кабеля	$I_{доп}, A$	$\Gamma_{уд.кл}, \frac{Ом}{км}$	$X_{уд.кл}, \frac{Ом}{км}$
ЩС-1						
Гр.1-1	22,4	32	ВВГнг(А)-LSLTx 5x6	46	3,07	0,09
Гр.1-2	22,4	32	ВВГнг(А)-LSLTx 5x6	46	3,07	0,09
Гр.1-3	16	20	ВВГнг(А)-LSLTx 5x6	46	3,07	0,09
Гр.1-4	15,2	20	ВВГнг(А)-LSLTx 5x6	46	3,07	0,09
Гр.1-5	14,4	16	ВВГнг(А)-LSLTx 5x6	46	3,07	0,09
Гр.1-6	9,6	12,5	ВВГнг(А)-LSLTx 5x4	36	4,6	0,095
Гр.1-7	2,7	3,15	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.1-8	1,3	1,6	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.1-9	3,1	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.1-10	3,2	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.1-11	5,7	6,3	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩС-2						
Гр.2-1	28,14	32	ВВГнг(А)-LSLTx 5x6	46	3,07	0,09
Гр.2-2	22,7	25	ВВГнг(А)-LSLTx 5x6	46	3,07	0,09
Гр.2-3	13,41	16	ВВГнг(А)-LSLTx 5x6	46	3,07	0,09
Гр.2-4	10,5	12,5	ВВГнг(А)-LSLTx 5x6	46	3,07	0,09
Гр.2-5	13,9	16	ВВГнг(А)-LSLTx 5x6	46	3,07	0,09
ЩС-3						
Гр.3-1	12,32	16	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.3-2	3,64	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.3-3	12,32	16	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.3-4	3,64	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.3-5	3,64	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.3-6	8,8	10	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.3-7	11,5	16	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.3-8	5,73	6,3	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
ЩС-4						
Гр.4-1	12,32	16	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.4-2	3,64	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.4-3	12,32	16	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.4-4	3,64	4	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.4-5	3,9	5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.4-6	12,45	16	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.4-7	2,6	3,15	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.4-8	12,45	16	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.4-9	9,85	12,5	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116
Гр.4-10	19,4	25	ВВГнг(А)-LSLTx 3x2,5	25	7,4	0,116

3.2 Выбор силовых щитов

Щиты ЩС устанавливаются в специальные строительные ниши на высоте 1,2м от чистого пола.

ЩС выбираем, исходя из числа отходящих линий и расчетной токовой нагрузки ЩС (таблица 3.5) [15].

Таблица 3.5 – Выбор силовых пунктов

Обозначение	Ip, А	Тип	I _{доп} , А	Число отходящих линий
ЩУВ	11,58	ЩРН-18з-1 36 УХЛЗ IP31 IEK	25	18
ЩС-1	68,1	ЩМП-16.6.4-0 У2 IP20 IEK	100	18
ЩС-2	30,4	ЩМП-3-0 У2 IP20 IEK	63	18
ЩС-3	16,3	ЩРН-18з-1 36 УХЛЗ IP31 IEK	25	18
ЩС-4	19,4	ЩРН-18з-1 36 УХЛЗ IP31 IEK	25	18

Кабели групповых силовых сетей и сетей освещения в помещениях проложить:

- вертикальные участки: скрыто под слоем мокрой штукатурки;
- горизонтальные участки: скрыто под слоем мокрой штукатурки.

Выключатели в помещениях пребывания детей устанавливаются на высоте 1,8 м от уровня чистого пола, в остальных помещениях - 1,0 м.

3.3 Проверка по допустимым потерям напряжения

Отклонение напряжения на каждом участке:

$$V = \left[\frac{(U_{ИП} - \Delta U_{участка}) - U_{НОМ}}{U_{НОМ}} \right] \cdot 100\% \quad (3.10)$$

Отклонения напряжения рассчитываются в максимальном и минимальном режиме для самого мощного и самого удаленного ЭП.

Самый мощный электроприемник (рисунок 3.1) – электроприемник №8 – сушильная машина 15,74 кВт (гр. 2-1), питаемая от ЩС-2.

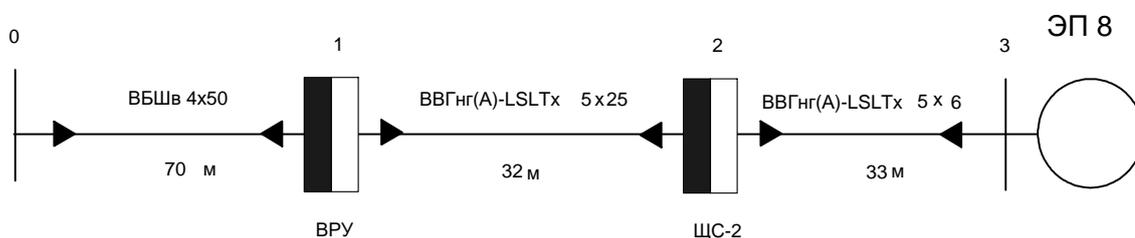


Рисунок 3.1 – Расчетная схема для самого мощного электроприемника

Максимальный режим.

Напряжение у центра питания:

$$U_0 = 1,04 \cdot 380 = 395,2 \text{ В.}$$

Потери в КЛ:

$$\Delta U_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{раб}} \cdot L \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi).$$

Потери напряжения на участке 0-1:

$$\Delta U_{0-1} = \sqrt{3} \cdot 71,32 \cdot 0,070 \cdot (0,37 \cdot 0,9 + 0,0625 \cdot 0,33) = 3,06 \text{ В.}$$

Напряжение в точке 1:

$$U_1 = U_0 - \Delta U_{0-1} = 395,2 - 3,06 = 392,14 \text{ В.}$$

Отклонение напряжения в конце участка 0-1:

$$V_{0-1} = \frac{392,14 - 380}{380} \cdot 100 = 3,19 \text{ \%}.$$

Потери напряжения на участке 1-2:

$$\Delta U_{1-2} = \sqrt{3} \cdot 30,4 \cdot 0,032 \cdot (0,74 \cdot 0,85 + 0,0662 \cdot 0,527) = 1,12 \text{ В.}$$

Напряжение в точке 2:

$$U_2 = U_0 - \Delta U_{1-2} = 392,14 - 1,12 = 391,02 \text{ В.}$$

Отклонение напряжения в конце участка 1-2:

$$V_{1-2} = \frac{391,02 - 380}{380} \cdot 100 = 2,9 \text{ \%}.$$

Потери напряжения на участке 2-3:

$$\Delta U_{2-3} = \sqrt{3} \cdot 28,14 \cdot 0,033 \cdot (3,07 \cdot 0,85 + 0,09 \cdot 0,527) = 4,27 \text{ В.}$$

Напряжение в точке 3:

$$U_3 = U_0 - \Delta U_{2-3} = 391,02 - 4,27 = 386,75 \text{ В.}$$

Отклонение напряжения в конце участка 2-3:

$$V_{2-3} = \frac{386,75 - 380}{380} \cdot 100 = 1,78 \text{ \%}.$$

Минимальный режим.

Нагрузка в минимальном режиме принята равной 60% от нагрузки мак-

симального режима: $0,6 * 71,32 = 42,79$ А.

Принимаем отклонение напряжения в начале кабеля, питающего ВРУ, равное 0% в минимальном режиме:

$$U_0 = 1,0 \cdot 380 = 380 \text{ В.}$$

Далее выполняем все расчеты по аналогии:

$$\Delta U_{0-1} = \sqrt{3} \cdot 42,79 * 0,070 * (0,37 * 0,9 + 0,0625 * 0,33) = 1,84 \text{ В.}$$

$$U_1 = U_0 - \Delta U_{0-1} = 380 - 1,84 = 378,16 \text{ В.}$$

$$V_{0-1} = \frac{378,16 - 380}{380} * 100 = -0,48 \text{ \%}.$$

$$\Delta U_{1-2} = \sqrt{3} \cdot 30,4 * 0,032 * (0,74 * 0,85 + 0,0662 * 0,527) = 1,12 \text{ В.}$$

$$U_2 = U_0 - \Delta U_{1-2} = 378,16 - 1,12 = 377,04 \text{ В.}$$

$$V_{1-2} = \frac{377,04 - 380}{380} * 100 = -0,78 \text{ \%}.$$

$$\Delta U_{2-3} = \sqrt{3} \cdot 28,14 * 0,033 * (3,07 * 0,85 + 0,09 * 0,527) = 4,27 \text{ В.}$$

$$U_3 = U_0 - \Delta U_{2-3} = 377,04 - 4,27 = 372,77 \text{ В.}$$

$$V_{2-3} = \frac{372,77 - 380}{380} * 100 = -1,90 \text{ \%}.$$

Послеаварийный режим подразумевает выход из строя одного из двух кабелей, питающих ВРУ.

Уровень напряжения в начале кабеля, питающего ВРУ:

$$U_0 = 1,04 \cdot 380 = 395,2 \text{ В.}$$

Далее выполняем все расчеты по аналогии:

$$\Delta U_{0-1} = \sqrt{3} \cdot 142,64 * 0,070 * (0,37 * 0,9 + 0,0625 * 0,33) = 6,12 \text{ В.}$$

$$U_1 = U_0 - \Delta U_{0-1} = 395,2 - 6,12 = 389,08 \text{ В.}$$

$$V_{0-1} = \frac{389,08 - 380}{380} * 100 = 2,39 \text{ \%}.$$

$$\Delta U_{1-2} = \sqrt{3} \cdot 30,4 * 0,032 * (0,74 * 0,85 + 0,0662 * 0,527) = 1,12 \text{ В.}$$

$$U_2 = U_0 - \Delta U_{1-2} = 389,08 - 1,12 = 387,96 \text{ В.}$$

$$V_{1-2} = \frac{387,96 - 380}{380} * 100 = 2,09 \text{ \%}.$$

$$\Delta U_{2-3} = \sqrt{3} \cdot 28,14 * 0,033 * (3,07 * 0,85 + 0,09 * 0,527) = 4,27 \text{ В.}$$

$$U_3 = U_0 - \Delta U_{2-3} = 387,96 - 4,27 = 383,69 \text{ В.}$$

$$V_{2-3} = \frac{383,69 - 380}{380} * 100 = 0,97 \text{ \%}.$$

Аналогичные расчеты производим для самого удаленного электроприемника.

Самый удаленный электроприемник (рисунок 3.2) – электроприемники №1-2 (по 3 шт. каждый, компьютерные розетки, от которых питаются персональные компьютеры и принтеры) – тепловентиляторы, общей мощностью 2,4 кВт (гр.4-7), от ЩС-4.

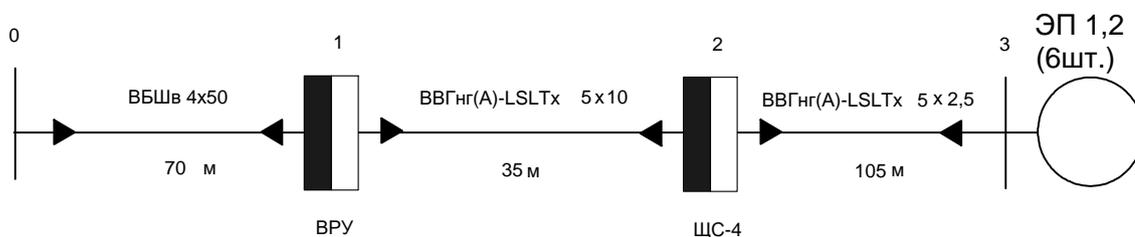


Рисунок 3.2 – Расчетная схема для самого удаленного электроприемника

Максимальный режим.

$$U_0 = 1,04 \cdot 380 = 395,2 \text{ В.}$$

Потери напряжения на участке 0-1:

$$\Delta U_{0-1} = \sqrt{3} \cdot 71,32 \cdot 0,070 \cdot (0,37 \cdot 0,9 + 0,0625 \cdot 0,33) = 3,06 \text{ В.}$$

Напряжение в точке 1:

$$U_1 = U_0 - \Delta U_{0-1} = 395,2 - 3,06 = 392,14 \text{ В.}$$

Отклонение напряжения в конце участка 0-1:

$$V_{0-1} = \frac{392,14 - 380}{380} \cdot 100 = 3,19 \text{ \%}.$$

Потери напряжения на участке 1-2:

$$\Delta U_{1-2} = \sqrt{3} \cdot 19,4 \cdot 0,035 \cdot (1,84 \cdot 0,7 + 0,073 \cdot 0,714) = 1,58 \text{ В.}$$

Напряжение в точке 2:

$$U_2 = U_0 - \Delta U_{1-2} = 392,14 - 1,58 = 390,56 \text{ В.}$$

Отклонение напряжения в конце участка 1-2:

$$V_{1-2} = \frac{390,56 - 380}{380} \cdot 100 = 2,78 \text{ \%}.$$

Потери напряжения на участке 2-3:

$$\Delta U_{2-3} = 2,6 * 0,033 * (7,4 * 0,7 + 0,116 * 0,714) = 0,45 \text{ В.}$$

Напряжение в точке 3:

$$U_3 = U_0 - \Delta U_{2-3} = 390,56 - 0,45 = 390,11 \text{ В.}$$

Отклонение напряжения в конце участка 2-3:

$$V_{2-3} = \frac{390,11 - 380}{380} * 100 = 2,66 \text{ \%}.$$

Минимальный режим.

$$\Delta U_{0-1} = \sqrt{3} \cdot 42,79 * 0,070 * (0,37 * 0,9 + 0,0625 * 0,33) = 1,84 \text{ В.}$$

$$U_1 = U_0 - \Delta U_{0-1} = 380 - 1,84 = 378,16 \text{ В.}$$

$$V_{0-1} = \frac{378,16 - 380}{380} * 100 = -0,48 \text{ \%}.$$

$$\Delta U_{1-2} = \sqrt{3} \cdot 19,4 * 0,035 * (1,84 * 0,7 + 0,073 * 0,714) = 1,58 \text{ В.}$$

$$U_2 = U_0 - \Delta U_{1-2} = 378,16 - 1,58 = 376,58 \text{ В.}$$

$$V_{1-2} = \frac{376,58 - 380}{380} * 100 = -0,9 \text{ \%}.$$

$$\Delta U_{2-3} = 2,6 * 0,033 * (7,4 * 0,7 + 0,116 * 0,714) = 0,45 \text{ В.}$$

$$U_3 = U_0 - \Delta U_{2-3} = 376,58 - 0,45 = 376,13 \text{ В.}$$

$$V_{2-3} = \frac{376,13 - 380}{380} * 100 = -1,02 \text{ \%}.$$

Послеаварийный режим.

$$\Delta U_{0-1} = \sqrt{3} \cdot 142,64 * 0,070 * (0,37 * 0,9 + 0,0625 * 0,33) = 6,12 \text{ В.}$$

$$U_1 = U_0 - \Delta U_{0-1} = 395,2 - 6,12 = 389,08 \text{ В.}$$

$$V_{0-1} = \frac{389,08 - 380}{380} * 100 = 2,39 \text{ \%}.$$

$$\Delta U_{1-2} = \sqrt{3} \cdot 19,4 * 0,035 * (1,84 * 0,7 + 0,073 * 0,714) = 1,58 \text{ В.}$$

$$U_2 = U_0 - \Delta U_{1-2} = 389,08 - 1,58 = 387,5 \text{ В.}$$

$$V_{1-2} = \frac{387,5 - 380}{380} * 100 = 1,97 \text{ \%}.$$

$$\Delta U_{2-3} = 2,6 * 0,033 * (7,4 * 0,7 + 0,116 * 0,714) = 0,45 \text{ В.}$$

$$U_3 = U_0 - \Delta U_{2-3} = 387,5 - 0,45 = 387,05 \text{ В.}$$

$$V_{2-3} = \frac{387,05 - 380}{380} * 100 = 1,86 \text{ \%}.$$

Все отклонения на шинах характерных электроприемников не превышают установленных пределов, менее 10%.

Построим эпюры отклонений напряжения для самого мощного и самого удаленного электроприемников (рисунки 3.3-3.4).

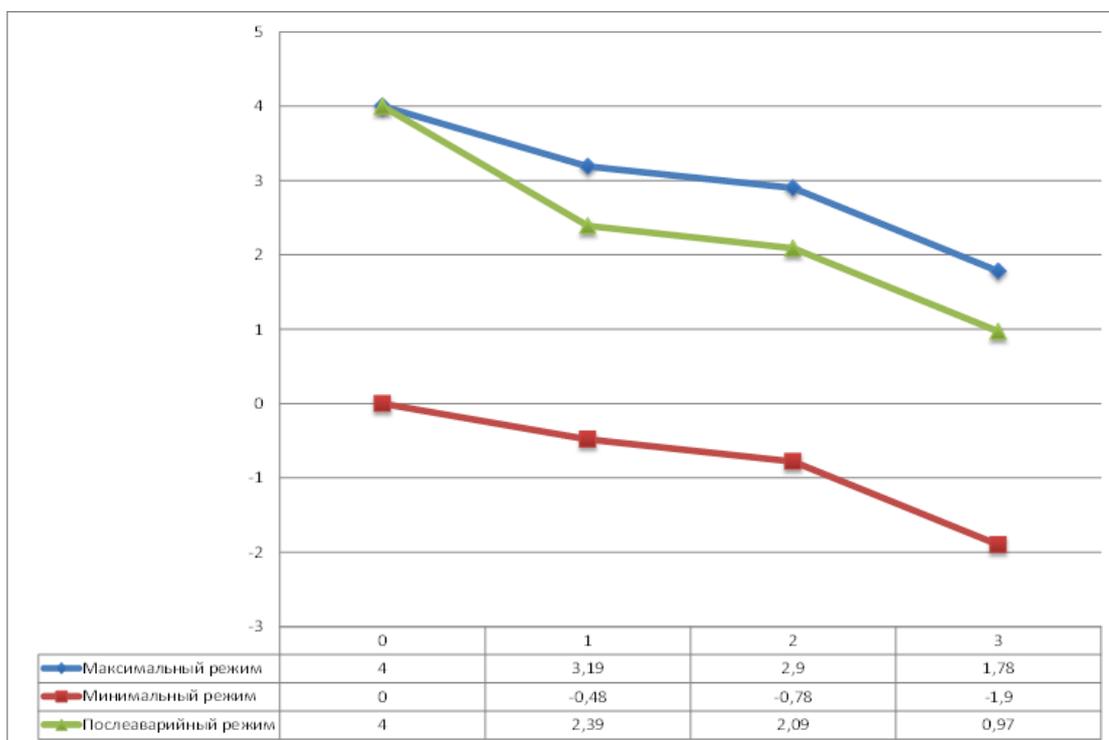


Рисунок 3.3 – Эпюры ΔU для ЭП-8

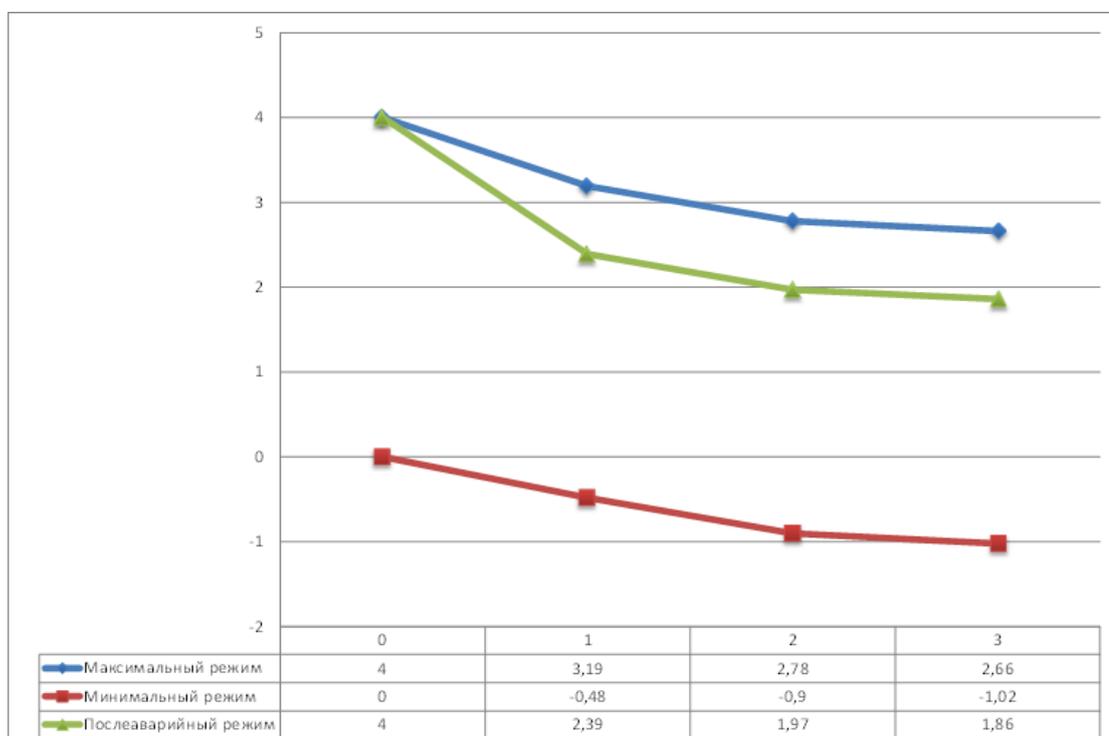


Рисунок 3.4 – Эпюры ΔU для ЭП-1,2

3.4 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования

3.4.1 Расчет токов трехфазного короткого замыкания

Составим схему замещения (рисунок 3.7).

Для кабеля КЛ1 марки ВБШв 4х50 длиной $L_{\text{кл}} = 70$ м:

$$R_{\text{л1}} = R_{\text{уд.кл}} \cdot L_{\text{кл}}, \text{ мОм} \quad (3.15)$$

$$R_{\text{л1}} = 0,37 \cdot 70 = 25,9 \text{ мОм}$$

$$X_{\text{л1}} = X_{\text{уд.кл}} \cdot L_{\text{кл}}, \text{ мОм} \quad (3.16)$$

$$X_{\text{л1}} = 0,0625 \cdot 70 = 4,375 \text{ мОм.}$$

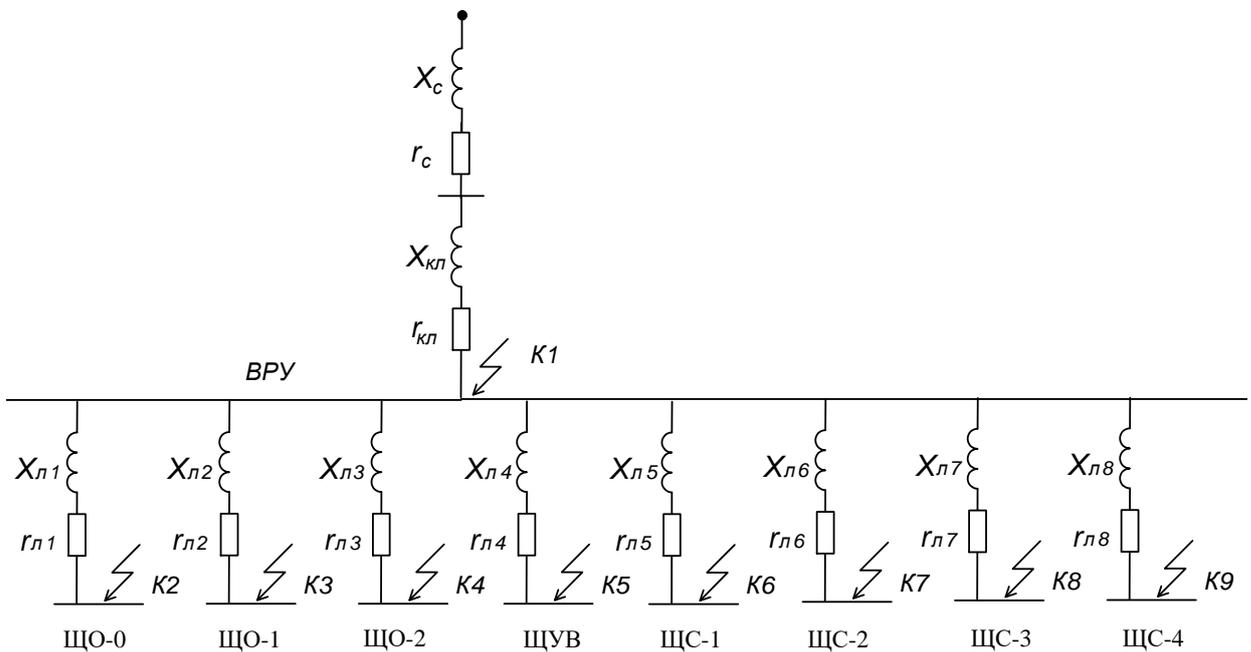


Рисунок 3.7 – Схема замещения тока трехфазного КЗ

Сопротивления трансформатора питающей подстанции [12]:

$$r_{\text{тр}} = \frac{\Delta P_{\text{к.з.}}}{S_{\text{ном.тр.}}} \cdot \frac{U_{\text{ном.}}^2}{S_{\text{ном.тр.}}} \cdot 10^6; \quad (3.17)$$

$$x_{\text{тр}} = \sqrt{\left(\frac{U_{\text{к}}}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{\text{к.з.}}}{S_{\text{ном.тр.}}}\right)^2} \cdot \frac{U_{\text{ном.}}^2}{S_{\text{ном.тр.}}} \cdot 10^6. \quad (3.18)$$

$$r_{\text{тр}} = \frac{3,7}{250} \cdot \frac{0,4^2}{250} \cdot 10^6 = 9,5 \text{ мОм};$$

$$x_{\text{тр}} = \sqrt{\left(\frac{4,5}{100}\right)^2 - \left(\frac{3,7}{250}\right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{250} \cdot 10^6 = 27,2 \text{ мОм.}$$

$$R_c = r_{тр} = 9,5 \text{ мОм};$$

$$X_c = x_{тр} = 27,2 \text{ мОм}.$$

Рассчитаем результирующее сопротивление и ток КЗ в точке К1:

$$X_{\Sigma} = X_c + X_{Л1}, \quad (3.19)$$

$$X_{\Sigma} = 27,2 + 4,375 = 31,575 \text{ мОм}.$$

$$R_{\Sigma} = R_c + R_{Л1}, \quad (3.20)$$

$$R_{\Sigma} = 9,5 + 25,9 = 35,4 \text{ мОм}.$$

Ток трехфазного КЗ в точке К1 [12]:

$$I_{К-1} = \frac{U_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{\Sigma}^2 + R_{\Sigma}^2}}, \quad (3.21)$$

$$I_{К-1} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{31,575^2 + 35,4^2}} = 4,869 \text{ кА}.$$

Аналогичные расчеты производим в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Трехфазный ток КЗ в характерных точках

точка КЗ	R _{сумм} , мОм	X _{сумм} , мОм	R _{уд.кл} , мОм/м	X _{уд.кл} , мОм/м	Л _{кл} , м	R _{л1} , мОм	X _{л1} , мОм	R _{доб} , мОм	R _{сумм} , мОм	X _{сумм} , мОм	I _{к.з} , кА
К2	35,4	31,575	4,6	0,095	14	64,400	1,330	20,000	119,800	32,905	1,859
К3	35,4	31,575	4,6	0,095	31	142,600	2,945	20,000	198,000	34,520	1,149
К4	35,4	31,575	4,6	0,095	35	161,000	3,325	20,000	216,400	34,900	1,054
К5	35,4	31,575	3,07	0,09	12	36,840	1,080	20,000	92,240	32,655	2,360
К6	35,4	31,575	0,52	0,0637	32	16,640	2,038	20,000	72,040	33,613	2,905
К7	35,4	31,575	0,74	0,0662	32	23,68	2,118	20,000	79,080	33,693	2,687
К8	35,4	31,575	1,84	0,073	29	53,36	2,117	20,000	108,760	33,692	2,028
К9	35,4	31,575	1,84	0,073	35	64,40	2,555	20,000	119,800	34,130	1,854

Ток однофазного короткого замыкания:

$$I_{п0}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{ср.н}}{\sqrt{(2 \cdot R_{1\Sigma} + R_{0\Sigma})^2 + (2 \cdot X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma})^2}}, \text{ кА}, \quad (3.16)$$

где $R_{1\Sigma}$, $X_{1\Sigma}$ – результирующие активное и индуктивное сопротивления прямой последовательности, $R_{0\Sigma}$, $X_{0\Sigma}$ – результирующие активное и индуктивное сопротивления нулевой последовательности.

Сопротивление дуги в точке КЗ r_d принимается равным 30 мОм.

Сопровитвления линий при однофазном коротком замыкании:

$$R_{0Л} = R_{\text{фазн}} + 3R_{\text{нул}} \quad (3.22)$$

$$X_{0Л} = X_{\text{фазн}} + 3X_{\text{нул}} \quad (3.23)$$

Сопровитвления трансформатора при однофазном коротком замыкании [22]:

$$R_{0Т} = 96,5 \text{ мОм};$$

$$X_{0Т} = 234,9 \text{ мОм}.$$

Результирующее сопротивление и ток КЗ в точке К1:

$$X_{\Sigma 0С} = X_{0Т} + 3X_{Л1},$$

$$X_{\Sigma 0С} = 234,9 + 3 * 4,375 = 248,025 \text{ мОм}.$$

$$R_{\Sigma 0С} = R_{0Т} + 3R_{Л1},$$

$$R_{\Sigma 0С} = 96,5 + 3 * 25,9 = 174,2 \text{ мОм}.$$

$$I_{К1}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 400}{\sqrt{(2 \cdot 35,4 + 174,2)^2 + (2 \cdot 31,575 + 248,025)^2}} = 1,749 \text{ кА}.$$

По аналогии с таблицей 3.10 составим таблице 3.11 для расчета токов однофазного КЗ.

Таблица 3.11 – Однофазный ток КЗ в характерных точках

точка КЗ	R_{Σ} , МОм	X_{Σ} , МОм	$R_{уд.кл.}$, МОм/м	$X_{уд.кл.}$, МОм/м	$L_{кл.}$, м	$R_{л1}$, МОм	$X_{л1}$, МОм	$R_{дуг}$, МОм	$R_{\Sigma мм}$, МОм	$X_{\Sigma мм}$, МОм	$I_{к.з.кА}$
К2	174,2	248,025	4,6	0,095	14	64,400	1,330	30,000	268,600	249,355	0,630
К3	174,2	248,025	4,6	0,095	31	142,600	2,945	30,000	346,800	250,970	0,539
К4	174,2	248,025	4,6	0,095	35	161,000	3,325	30,000	365,200	251,350	0,521
К5	174,2	248,025	3,07	0,09	12	36,840	1,080	30,000	241,040	249,105	0,666
К6	174,2	248,025	0,52	0,0637	32	16,640	2,038	30,000	220,840	250,063	0,692
К7	174,2	248,025	0,74	0,0662	32	23,68	2,118	30,000	227,880	250,143	0,683
К8	174,2	248,025	1,84	0,073	29	53,36	2,117	30,000	257,560	250,142	0,643
К9	174,2	248,025	1,84	0,073	35	64,40	2,555	30,000	268,600	250,580	0,629

3.4.2 Проверка оборудования

Проверим выключатели, защищающие кабельные линии напряжением 0,4 кВ. Проверку будем проводить по току КЗ (таблица 3.12):

$$I_{к.з.} \leq I_{пр.откл.}, \quad (3.24)$$

где $I_{пр.откл.}$ – предельная отключающая способность.

Произведем проверку чувствительности в таблице 3.13 [22]:

$$\frac{I_{кз}^{(1)}}{I_{рц.ном}} \geq 3. \quad (3.25)$$

Таблица 3.12 – Проверка автоматов на отключающую способность

Обозначение	Расположение	$I_{к.з.}$, кА	Тип	$I_{откл.}$ кА	$I_{к.з.} \leq I_{пр.откл.}$
ЩО-0	К2	1,859	ВА47-29 3Р-16А-С	6	вып.
ЩО-1	К3	1,149	ВА47-29 3Р-20А-С	6	вып.
ЩО-2	К4	1,054	ВА47-29 3Р-20А-С	6	вып.
ЩУВ	К5	2,360	ВА47-100 3Р-25А-С	6	вып.
ЩС-1	К6	2,905	ВА57-35 3Р-100А	7	вып.
ЩС-2	К7	2,687	ВА47-100 3Р-63А-С	6	вып.
ЩС-3	К8	2,028	ВА47-100 3Р-63А-С	6	вып.
ЩС-4	К9	1,854	ВА47-100 3Р-32А-С	6	вып.
ВРУ	К1	4,869	ВА 57-35 3Р-160А	15	вып.

Таблица 3.13 – Проверка чувствительности автоматов к однофазным КЗ

Обозначение	Номер точки	Тип	$I_{ном.А}, А$	$I_{кз}^{(1)}, кА$	$I_{кз}^{(1)} / I_{рц.ном}$
ВРУ	К1	ВА 57-35 3Р-160А	125	0,823	6,58
ЩО-0	К2	ВА47-29 3Р-16А-С	4	0,630	157,50
ЩО-1	К3	ВА47-29 3Р-20А-С	12,5	0,539	43,12
ЩО-2	К4	ВА47-29 3Р-20А-С	12,5	0,521	41,68
ЩУВ	К5	ВА47-100 3Р-25А-С	16	0,666	41,63
ЩС-1	К6	ВА57-35 3Р-100А	80	0,692	8,65
ЩС-2	К7	ВА47-100 3Р-63А-С	40	0,683	17,08
ЩС-3	К8	ВА47-100 3Р-63А-С	20	0,643	32,15
ЩС-4	К9	ВА47-100 3Р-32А-С	25	0,629	25,16

Все автоматы с комбинированными расцепителями прошли проверку на чувствительность.

3.5 Расчет затрат на оборудование

Капитальные затраты на электрооборудование для схемы электроснабжения здания детского сада складываются из затрат на:

- распределительные щитки и ВРУ;
- кабели, питающие отдельные линии и отдельные щитки;
- коммутационно – защитные аппараты на 0,4 кВ;
- светильники;
- прочие вспомогательные материалы и оборудование.

Стоимость распределительных щитов и ВРУ определяется по [25-26] (таблица 3.14).

Таблица 3.14 – Расчет стоимости силовых пунктов (вариант 1) [25-26]

Щит	Тип	Стоимость, руб
ЩО-0	ЩРВ-183-1 36 УХЛ3 IP31 IEK	3000
ЩО-1	ЩРВ-183-1 36 УХЛ3 IP31 IEK	3000
ЩО-2	ЩРВ-183-1 36 УХЛ3 IP31 IEK	3000
ЩУВ	ЩРН-183-1 36 УХЛ3 IP31 IEK	3000
ЩС-1	ЩМП-16.6.4-0 У2 IP20 IEK	12000
ЩС-2	ЩМП-3-0 У2 IP20 IEK	7000
ЩС-3	ЩРН-183-1 36 УХЛ3 IP31 IEK	3000
ЩС-4	ЩРН-183-1 36 УХЛ3 IP31 IEK	3000
ВРУ	ЩМП-16.6.4-0 У2 IP20 IEK	12000
Итого		49000

Стоимость кабельных линий (таблица 3.15) определяется как:

$$K_{кл} = \sum K_{кли} L_i, \quad (3.26)$$

где $K_{кли}$ – стоимость 1 м кабеля, L_i – длина кабеля.

Таблица 3.15 – Расчет стоимости кабелей [25-26]

№ п/п	Сечение КЛ	L, м	Цена, руб./м	Стоимость, руб
ЩУВ				
Гр.1.В	4	30	116	3480
Гр.2.В	2,5	33	84	2772
Гр.3.В	2,5	24	84	2016
Гр.4.В	2,5	17	84	1428
Гр.5.В	2,5	30	84	2520
Гр.6.В	2,5	20	84	1680
Гр.7.В	2,5	32	84	2688
Гр.8.В	2,5	26	84	2184
Гр.9.В	2,5	50	84	4200
Гр.10.В	2,5	50	84	4200
Гр.11.В	2,5	50	84	4200
Гр.12.В	2,5	50	84	4200
ЩС-1				
Гр.1-1	6	9	148	1332
Гр.1-2	6	9	148	1332
Гр.1-3	6	6	148	888
Гр.1-4	6	7	148	1036
Гр.1-5	6	7	148	1036
Гр.1-6	4	14	116	1624
Гр.1-7	2,5	20	84	1680
Гр.1-8	2,5	21	84	1764
Гр.1-9	2,5	32	84	2688
Гр.1-10	2,5	22	84	1848
Гр.1-11	2,5	35	84	2940
ЩС-2				
Гр.2-1	6	33	148	4884
Гр.2-2	6	27	148	3996
Гр.2-3	6	39	148	5772
Гр.2-4	6	35	148	5180
Гр.2-5	6	22	148	3256
ЩС-3				
Гр.3-1	2,5	32	84	2688
Гр.3-2	2,5	73	84	6132
Гр.3-3	2,5	32	84	2688
Гр.3-4	2,5	73	84	6132
Гр.3-5	2,5	50	84	4200
Гр.3-6	2,5	41	84	3444
Гр.3-7	2,5	31	84	2604
Гр.3-8	2,5	41	84	3444
ЩС-4				
Гр.4-1	2,5	32	84	2688
Гр.4-2	2,5	73	84	6132
Гр.4-3	2,5	32	84	2688
Гр.4-4	2,5	73	84	6132
Гр.4-5	2,5	78	84	6552
Гр.4-6	2,5	52	84	4368
Гр.4-7	2,5	105	84	8820
Гр.4-8	2,5	77	84	6468
Гр.4-9	2,5	38	84	3192

Окончание таблицы 3.15

№ п/п	Сечение КЛ	L, м	Цена, руб./м	Стоимость, руб
Гр.4-10	2,5	31	84	2604
ЩО-0				
Гр.0-1.Р	1,5	24	64	1536
Гр.0-2.Р	1,5	18	64	1152
Гр.0-3.Р	1,5	26	64	1664
Гр.0-4.Р	1,5	23	64	1472
ЩО-1				
Гр.1-1.Р	1,5	21	64	1344
Гр.1-2.Р	1,5	20	64	1280
Гр.1-3.Р	1,5	13	64	832
Гр.1-4.Р	1,5	18	64	1152
Гр.1-5.Р	1,5	24	64	1536
Гр.1-6.Р	1,5	26	64	1664
Гр.1-7.Р	1,5	21	64	1344
Гр.1-8.Р	1,5	19	64	1216
ЩО-2				
Гр.2-1.Р	1,5	26	64	1664
Гр.2-2.Р	1,5	11	64	704
Гр.2-3.Р	1,5	20	64	1280
Гр.2-4.Р	1,5	20	64	1280
Гр.2-5.Р	1,5	19	64	1216
Гр.2-6.Р	1,5	21	64	1344
Гр.2-7.Р	1,5	22	64	1408
Гр.2-8.Р	1,5	18	64	1152
Кабели, питающие СП				
ЩС-1	4	14	116	1624
ЩС-2	4	31	116	3596
ЩО-1	4	35	116	4060
ЩУВ	6	12	148	1776
ЩС-1	35	32	740	23680
ЩС-2	25	32	464	14848
ЩС-3	10	29	216	6264
ЩС-4	10	35	216	7560
ВРУ	50	70	928	64960
			Итого	312408

Стоимость автоматов [25-26] (таблица 3.16) и светильников (таблица 3.17).

Таблица 3.16 – Стоимость автоматов

Место установки	Тип автомата	Номинальный ток, А	Количество автоматов на присоединение	Цена автомата, руб.	Цена общая, руб.
ЩО-0	ВА47-29 ЗР-16А-С	16	2	360	720
ЩО-1	ВА47-29 ЗР-20А-С	20	2	1350	2700
ЩО-2	ВА47-29 ЗР-20А-С	20	2	1350	2700
ЩУВ	ВА47-100 ЗР-25А-С	25	2	1350	2700
ЩС-1	ВА57-35 ЗР-100А	100	2	3600	7200
ЩС-2	ВА47-100 ЗР-63А-С	63	2	2610	5220
ЩС-3	ВА47-100 ЗР-63А-С	63	2	2610	5220
ЩС-4	ВА47-100 ЗР-32А-С	32	2	1350	2700
ВРУ	ВА 57-35 ЗР-160А	160	2	3600	7200

Продолжение таблицы 3.16

Место установки	Тип автомата	Номинальный ток, А	Количество автоматов на присоединение	Цена автомата, руб.	Цена общая, руб.
ЩУВ					
Гр.1.В	ВА47-29 3Р-25А-С	25	1	1350	1350
Гр.2.В	ВА47-29 3Р-20А-С	20	1	1350	1350
Гр.3.В	ВА47-29 3Р-20А-С	20	1	1350	1350
Гр.4.В	ВА47-29 1Р-16А-В	16	1	360	360
Гр.5.В	ВА47-29 1Р-16А-В	16	1	360	360
Гр.6.В	ВА47-29 1Р-16А-В	16	1	360	360
Гр.7.В	ВА47-29 1Р-16А-В	16	1	360	360
Гр.8.В	ВА47-29 1Р-16А-В	16	1	360	360
Гр.9.В	ВА47-29 1Р-16А-В	16	1	360	360
Гр.10.В	ВА47-29 1Р-16А-В	16	1	360	360
Гр.11.В	ВА47-29 1Р-16А-В	16	1	360	360
Гр.12.В	ВА47-29 1Р-16А-В	16	1	360	360
ЩС-1					
Гр.1-1	ВА47-29 3Р 32А-С	32	1	1350	1350
Гр.1-2	ВА47-29 3Р 32А-С	32	1	1350	1350
Гр.1-3	ВА47-29 3Р 32А-С	32	1	1350	1350
Гр.1-4	ВА47-29 3Р 32А-С	32	1	1350	1350
Гр.1-5	ВА47-29 3Р 32А-С	32	1	1350	1350
Гр.1-6	ВА47-29 3Р 25А-С	25	1	1350	1350
Гр.1-7	ВА47-29 3Р 20А-С	20	1	1350	1350
Гр.1-8	ВА47-29 3Р 20А-С	20	1	1350	1350
Гр.1-9	ВА47-29 1Р 20А-С	20	1	1350	1350
Гр.1-10	ВА47-29 1Р 20А-С	20	1	1350	1350
Гр.1-11	ВА47-29 1Р 20А-С	20	1	1350	1350
ЩС-2					
Гр.2-1	ВА47-29 3Р 32А-С	32	1	1350	1350
Гр.2-2	ВА47-29 3Р 32А-С	32	1	1350	1350
Гр.2-3	ВА47-29 1Р 20А-С	20	1	1350	1350
Гр.2-4	ВА47-29 1Р 20А-С	20	1	1350	1350
Гр.2-5	ВА47-29 1Р 20А-С	20	1	1350	1350
ЩС-3					
Гр.3-1	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.3-2	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.3-3	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.3-4	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.3-5	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.3-6	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.3-7	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.3-8	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
ЩС-4					
Гр.4-1	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.4-2	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.4-3	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.4-4	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.4-5	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.4-6	ВА47-29 1Р-20А-С	20	1	1350	1350
Гр.4-7	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.4-8	ВА47-29 1Р-20А-С	20	1	1350	1350
Гр.4-9	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
Гр.4-10	АД-12 20А/30мА	20	1	1350	1350
ЩО-0					
Гр.0-1.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.0-2.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360

Окончание таблицы 3.16

Место установки	Тип автомата	Номинальный ток, А	Количество автоматов на присоединение	Цена автомата, руб.	Цена общая, руб.
Гр.0-3.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.0-4.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
ЩО-1					
Гр.1-1.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.1-2.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.1-3.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.1-4.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.1-5.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.1-6.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.1-7.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.1-8.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
ЩО-2					
Гр.2-1.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.2-2.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.2-3.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.2-4.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.2-5.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.2-6.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.2-7.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
Гр.2-8.Р	ВА47-29 1Р-10А-В	10	1	360	360
ИТОГО					96750

Таблица 3.17 – Стоимость светильников

№ помещ	Наименование	Кол-во, шт.	Тип светильника	Мощность, Вт	Стоимость единицы, руб.	Всего, руб.
	Подвал					
1	Тамбур	1	CD LED	1x18	4000	4000
2.1	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.2	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.3	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.4	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.5	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.6	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.7	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.8	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.9	Техническое помещение	1	CD LED	1x18	4000	4000
2.10	Техническое помещение	4	ARCTIC LED	1x30	2700	10800
2.11	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.12	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.13	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.14	Техническое помещение	2	ARCTIC LED	1x30	2700	5400
2.15	Техническое помещение	2	ARCTIC LED	1x30	2700	5400
2.16	Техническое помещение	2	ARCTIC LED	1x30	2700	5400
2.17	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.18	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
2.19	Техническое помещение	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
3	Технический коридор	3	ARCTIC LED	1x30	2700	8100
4	Электрощитовая	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
5	Тепловой узел	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700

Продолжение таблицы 3.17

№ помещ	Наименование	Кол-во, шт.	Тип светильника	Мощность, Вт	Стоимость единицы, руб.	Всего, руб.
6	Венткамера	1	ARCTIC LED	1x30	2700	2700
7	Водомерный узел	2	ARCTIC LED	1x30	2700	5400
	1 этаж					
10.1	Тамбур главного входа	1	CD LED	2x18	7400	7400
10.2	Тамбур главного входа	1	CD LED	2x18	7400	7400
10.3	Тамбур главного входа	1	CD LED	2x18	7400	7400
10.4	Тамбур главного входа	1	CD LED	2x18	7400	7400
11	Вестибюль	1	ARCTIC LED	2x36	4800	4800
12	Коридор	5	AOT.OPL	2x36	4800	24000
13.1	Холл	2	AOT.OPL	2x36	4800	9600
13.2	Холл	2	AOT.OPL	2x36	4800	9600
14	Лестница №1	1	AOT.OPL	2x36	4800	4800
15.1	Тамбур служебного входа	1	CD LED	2x18	7400	7400
15.2	Тамбур служебного входа	1	CD LED	2x18	7400	7400
16	Комната персонала	2	AOT.OPL	2x36	4800	9600
17	Сан. узел персонала	1	CD LED	2x18	7400	7400
18	Душевая персонала	1	CD LED	2x18	7400	7400
19	Загрузочное помещение	3	ARCTIC LED	2x36	4800	14400
20	Кладовая для хранения уборочного инвентаря	1	CD LED	2x18	7400	7400
21	Кладовая сухих продуктов	1	ARCTIC LED	2x36	4800	4800
22	Помещение холодильных камер	1	ARCTIC LED	2x36	4800	4800
23	Кладовая овощей	1	CD LED	2x18	7400	7400
24	Овощной цех	2	ARCTIC LED	2x36	4800	9600
25	Мясо-рыбный цех	2	ARCTIC LED	2x36	4800	9600
26	Кухня с моечной кухонной посуды	6	ARCTIC LED	2x36	4800	28800
27	Раздаточная	1	ARCTIC LED	2x36	4800	4800
28	Лестница №2	1	AOT.OPL	2x36	4800	4800
29	Приемная медицинского блока	1	AOT.OPL	2x36	4800	4800
30	Медицинский кабинет	4	AOT.OPL	2x36	4800	19200
31	Изолятор	2	AOT.OPL	2x36	4800	9600
32	Процедурный кабинет	4	AOT.OPL	2x36	4800	19200
33	Туалет с местом приготовления дезинфицирующих растворов	1	CD LED	2x18	7400	7400
34	Кабинет заведующего	3	AOT.OPL	2x36	4800	14400
35	Стиральная	2	ARCTIC LED	2x36	4800	9600
36	Помещение временного хранения грязного белья	1	CD LED	2x18	7400	7400
37	Гладильная	2	ARCTIC LED	2x36	4800	9600
38	Моечная кухонной посуды	1	ARCTIC LED	2x36	4800	4800

Продолжение таблицы 3.17

№ помещ	Наименование	Кол-во, шт.	Тип светильника	Мощность, Вт	Стоимость единицы, руб.	Всего, руб.
40.1	Раздевальная	3	AOT.OPL	2x36	4800	14400
40.2	Раздевальная	3	AOT.OPL	2x36	4800	14400
41.1	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	1	CD LED	2x18	7400	7400
41.2	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	1	CD LED	2x18	7400	7400
42.1	Групповая	12	AOT.OPL	2x36	4800	57600
42.2	Групповая	12	AOT.OPL	2x36	4800	57600
43.1	Спальня	6	AOT.OPL	2x36	4800	28800
43.2	Спальня	6	AOT.OPL	2x36	4800	28800
44.1	Буфетная	1	ARCTIC LED	2x36	4800	4800
44.2	Буфетная	1	ARCTIC LED	2x36	4800	4800
45.1	Коридор	1	CD LED	2x18	7400	7400
45.2	Коридор	1	CD LED	2x18	7400	7400
46.1	Кладовая	1	CD LED	2x18	7400	7400
46.2	Кладовая	1	CD LED	2x18	7400	7400
47.1	Туалетная	2	ARCTIC LED	2x36	4800	9600
47.2	Туалетная	2	ARCTIC LED	2x36	4800	9600
	2 этаж					
50	Лестница №1	1	AOT.OPL	2x36	4800	4800
51.1	Холл	1	AOT.OPL	2x36	4800	4800
51.2	Холл	1	AOT.OPL	2x36	4800	4800
52	Коридор	5	AOT.OPL	2x36	4800	24000
53	Хозяйственная кладовая	2	CD LED	2x18	7400	14800
54	Сан узел персонала	1	CD LED	2x18	7400	7400
55	Физкультурный зал	15	ЛПО46 Sport	2x36	5600	84000
56	Кабинет преподавателя	2	AOT.OPL	2x36	4800	9600
57	Кладовая спортивного инвентаря	1	CD LED	2x18	7400	7400
58	Лечебно-физкультурный кабинет	3	AOT.OPL	2x36	4800	14400
59	Лестница №2	1	AOT.OPL	2x36	4800	4800
60	Кабинет психолога	2	AOT.OPL	2x36	4800	9600
61	Сенсорная комната	4	AOT.OPL	2x36	4800	19200
62	Музыкальный зал	15	AOT.OPL	2x36	4800	72000
63	Кладовая музыкального инвентаря	1	CD LED	2x18	7400	7400
64	Кабинет завхоза	2	AOT.OPL	2x36	4800	9600
65	Кладовая чистого белья	1	CD LED	2x18	7400	7400
66	Методический кабинет	3	AOT.OPL	2x36	4800	14400
70.1	Раздевальная	3	AOT.OPL	2x36	4800	14400
70.2	Раздевальная	3	AOT.OPL	2x36	4800	14400
71.1	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	1	CD LED	2x18	7400	7400
71.2	Помещение для сушки верхней одежды и обуви	1	CD LED	2x18	7400	7400
72.1	Групповая	12	AOT.OPL	2x36	4800	57600
72.2	Групповая	12	AOT.OPL	2x36	4800	57600
73.1	Спальня	6	AOT.OPL	2x36	4800	28800

Окончание таблицы 3.17

№ по-мещ	Наименование	Кол-во, шт.	Тип светильника	Мощность, Вт	Стоимость единицы, руб.	Всего, руб.
73.2	Спальня	6	AOT.OPL	2x36	4800	28800
74.1	Буфетная	1	ARCTIC LED	2x36	4800	4800
74.2	Буфетная	1	ARCTIC LED	2x36	4800	4800
75.1	Коридор	1	CD LED	2x18	7400	7400
75.2	Коридор	1	CD LED	2x18	7400	7400
76.1	Кладовая	1	CD LED	2x18	7400	7400
76.2	Кладовая	1	CD LED	2x18	7400	7400
77.1	Туалетная	2	ARCTIC LED	2x36	4800	9600
77.2	Туалетная	2	ARCTIC LED	2x36	4800	9600
					ИТОГО	1288400

Расчет общей стоимости оборудования:

$$K_{\text{ОБЩ}} = K_{\text{КЛ}} + K_{\text{ЩИТЫ}} + K_{\text{АВТОМАТ}} + K_{\text{СВЕТ}} = \\ = 312,408 + 49 + 96,75 + 1288,4 = 1746,558 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на:

– вспомогательные материалы, 10%:

$$0,05 * 1746,558 = 87,328 \text{ тыс. руб.}$$

– транспортировку оборудования и материалов, 20%:

$$0,20 * 1746,558 = 349,312 \text{ тыс. руб.}$$

– монтаж и пуско-наладочные работы, 50+20=70%:

$$0,70 * 1746,558 = 1222,591 \text{ тыс. руб.}$$

С учетом затрат на транспортировку, монтаж, пуско-наладочные работы и прочие вспомогательные материалы общая стоимость электрооборудования схемы электроснабжения детского сада составит:

$$C_{\text{общ}} = (1746,558 + 87,328 + 349,312 + 1222,591) * 10^{-3} = 3,406 \text{ млн. руб.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения ВКР спроектирована схема электроснабжения детского сада д. Новокурс Бейского района.

В теоретической части дана общая характеристика детского сада и его электроприемников. Представлена методика расчета электрической нагрузки.

В аналитической части работы рассмотрены особенности электроснабжения объектов, таких как детские сады, дошкольные образовательные учреждения, дополнительного образования детей.

В практической части произведены расчеты освещения. Произведен расчет нагрузок второго уровня как по системе освещения, так и по силовой распределительной сети.

Выбрана защитная аппаратура, кабели, силовые и осветительные щиты. Потери напряжения у электроприемников, которые являются самыми большими по мощности и самыми далеко расположенными, соответствуют нормам, а выбранное оборудование удовлетворяет проверке по токам короткого замыкания.

Таким образом, в бакалаврской работе выполнены все поставленные задачи:

- дана характеристика детского сада и установленного в нем электрооборудования;
- освещена методика расчета осветительной и силовой нагрузки детского сада;
- исследовано построение схем в области снабжения электрической энергией со стороны энергоснабжающих организаций;
- выполнены необходимые расчеты по построению электропроводки освещения и запитки светильников, объединенных в группы;
- рассчитаны нагрузки сетевых электрических устройств второго уровня системы электроснабжения;
- выбраны автоматы и кабели, сетевые электрические устройства;
- проверены аппараты по токам короткого замыкания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений ; дата введ. 01.07.2014. – М. : ООО "ВНИСИ", 2014. – 57 с.
2. Дипломное проектирование по специальности 140211.65 «Электроснабжение»: учеб. пособие / Л. Л. Латушкина, А. Д. Макаревич, А. С. Торопов, А. Н. Туликов ; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : Ред.-изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2012. – 232 с.
3. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: Учебное пособие / Э.А. Киреева. - М.: КноРус, 2013. - 368 с.
4. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавцев, Н.А. Черемисинова. - СПб.: Лань, 2011. - 192 с.
5. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 253 с.
6. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.А. Конюхова. - М.: ИЦ Академия, 2013. – 320 с.
7. Кудрин, Б.И. Электроснабжение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Б.И. Кудрин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 352 с.
8. Мукаев, А. И. Управление энергосбережением и повышение энергетической эффективности в организациях и учреждениях бюджетной сферы : Практическое пособие / А.И. Мукаев – Фаменское: ИПК ТЭК, 2011. – 212 с.
9. НТП ЭПИ-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. М.: АООТ ОТК ЗВНИ ПКИ Тяжпромэлектропроект, 1994 (1-я редакция). – 78 с.
10. Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок». - М.: Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт Тяжпромэлектропроект, 1993 (2-я редакция). – 86 с.
11. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.: Издательство ДЕАН, 2013. – 701 с.
12. РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования; дата введ. 23.03.1998. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 131 с.
13. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок; дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2007. – 27 с.
14. СП 256.1325800.2016 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий; дата введ. 01.01.2004. – М. : ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2011. – 65 с.

15. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*; дата введ. 08.05.2017. – М. : НИИСФ РААСН, 2016. – 116 с.
16. СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства. Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85.
17. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. т. 2. Электрооборудование / Под общ. ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 602 с.
18. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М. : Колос, 2007. – 464 с.
19. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2013. – 328 с.
20. Филатов, И.В. Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие / И. В. Филатов, Е. В. Гурнина. Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 321 с.
21. Хромченко, Г. Е. Проектирование кабельных сетей и проводок / Г. Е. Хромченко, П.И. Анастасиев, Е.З. Бранзбург, А.В. Коляда. - М.: Энергия, 2010. – 397 с.
22. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 12-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2012. – 966 с.
23. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 11-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2014. – 704 с.
24. Электротехнический справочник: в 3-х т. Т. 2. Электротехнические устройства/Под. общ. ред. Проф. МЭИ В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского, Л. А. Жукова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 2011. – 658 с.: ил.
25. Светотехническая продукция «Планета-Электрик». Режим доступа. – URL: <https://www.elektro.ru/product/> (дата обращения 01.06.2024).
26. Щит ЩРн. PRO Корпус металлический Режим доступа. – URL: https://www.iek.ru/products/catalog/shchitovoe_oborudovanie/korpusa_metallicheskie_modulnye/korpusa_metallicheskie_modulnye_drugie_serii/produktsiya_vyvedennaya_iz_assortimenta/pro_korpus_metallicheskiy_shchrn_18z_0_36_uhl3_ip31_iek (дата обращения 01.06.2024).

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»
институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


подпись

А.С. Торопов
инициалы, фамилия

« 25 » 06 2024 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

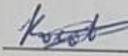
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Электроснабжение детского сада д. Новокурс Бейского района

тема

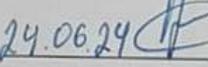
Руководитель


подпись, дата

доцент, к.т.н.
должность, ученая степень

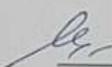
А. В. Коловский
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

А. А. Носырев
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2024