

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально – педагогический
университет»

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по
отраслям)

Идентификационный код ВКР: 410

Екатеринбург 2017

0

БР.44.03.04.410.2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально – педагогический
университет»
Институт инженерно – педагогического образования
Кафедра электрооборудования и электроснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
« _____ » _____ 2017 г.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Выпускная квалификационная работа бакалавра
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по
отраслям) профиля подготовки «Энергетика» профилизации
«Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР 410

Исполнитель:
студент группы ЗЭС – 403С _____ М.Д. Зырянов

Руководитель:
ст. преподаватель кафедры ЭС _____ И.М. Морозова

Нормоконтролер:
ст. преподаватель кафедры ЭС _____ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 84 страницах, содержит 84 страницы машинописного текста, 19 рисунков, 13 таблиц, 20 источников информации, 8 приложения на 8 страницах, графическую часть на 4 листах формата А1.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ, СИСТЕМА ЗАЗЕМЛЕНИЯ, СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ, АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ, ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ, ДОШКОЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является дошкольное образовательное учреждение на 270 мест.

Предметом исследования выпускной квалификационной работы является электрооборудование дошкольного образовательного учреждения.

Цель выпускной квалификационной работы - спроектировать систему электроснабжения дошкольного образовательного учреждения на 270 мест.

Произведен расчет электрических нагрузок;

Выбраны провода для внешних и внутренних электропроводок;

Произведен расчет и выбор устройств защитной аппаратуры;

Выполнена проверка выбранной защитной аппаратуры;

Произведен расчет заземляющего устройства;

Произведен расчет и выбор молниезащиты;

Произведен расчет и выбор трансформатора комплектной трансформаторной подстанции

Произведен технико-экономический анализ и выбор резервного источника электроснабжения

Составлено руководство по эксплуатации электрооборудования пищеблока.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА.....	9
1.1. Исходные данные	9
1.2. Характеристика источников электроснабжения	12
1.3. Характеристика электроприемников.....	14
1.3.1. Основные электроприемники	14
1.3.2. Система внутреннего освещения.....	15
1.3.3. Система наружного освещения	18
1.4. Требования к надежности электроснабжения.....	21
1.5. Мероприятия по экономии электроэнергии.....	23
2 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ОБЪЕКТА.....	24
2.1. Расчет электрических нагрузок.....	24
2.2. Выбор сечения проводников.....	28
2.3. Проверка проводников по потере напряжения	28
2.4. Расчет и выбор аппаратов защиты.....	30
2.5. Расчет источников внешнего электроснабжения.....	34
2.6. Расчёт токов трёхфазного короткого замыкания	37
2.7. Проверка правильности выбора аппаратуры защиты.....	40
2.8. Выбор счетчика электрической энергии	41
3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	44
3.1. Выбор резервного источника электроснабжения	44
3.2. Составление сметы капитальных вложений	44
3.3. Техничко-экономическое сравнение вариантов	45

4	ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	48
4.1.	Электробезопасность.....	48
4.1.1.	Перечень мероприятий по заземлению объекта.....	48
4.1.2.	Расчет заземляющего устройства комплектной трансформаторной подстанции.....	49
4.1.3.	Молниезащиты.....	53
4.1.4.	Пожарная безопасность.....	56
4.2.	Экологическая безопасность.....	58
4.2.1.	Рациональное использование природных ресурсов.....	58
4.2.2.	Воздействие объекта на атмосферный воздух.....	60
4.2.3.	Расчет залповых выбросов загрязняющих веществ.....	62
4.2.4.	Расчет аварийных выбросов загрязняющих веществ.....	63
5	РАЗРАБОТКА РУКОВОДСТВА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕБЛОКА ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ.....	67
5.1.	Назначение.....	68
5.2.	Технические характеристики.....	68
5.3.	Требования безопасности.....	68
5.4.	Порядок работы.....	70
5.5.	Техническое обслуживание.....	70
5.6.	Хранение и утилизация.....	71
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	72
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	73
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	75
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	76

ПРИЛОЖЕНИЕ В	77
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	78
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	79
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ И	81
ПРИЛОЖЕНИЕ К	82

ВВЕДЕНИЕ

Демографический рост населения в целом по стране и в Свердловской области в частности, внедрение новых стандартов в российском образовании предусматривает повышенное внимание правительства РФ к организации новых мест в детских образовательных учреждениях. Выполнение «майских» указов Президента РФ [17] и областных социальных программ является приоритетной задачей в деятельности Правительства РФ и Свердловской области по организации новых мест в дошкольных учреждениях для самых маленьких россиян. «Президентом страны В. В. Путиным поставлена задача: решить проблему дефицита мест в детских садах до 2016 года. И мы эту задачу выполним, у нас просто нет другого выхода...»¹, - так прокомментировал губернатор Свердловской области Евгений Куйвашев «майский» указ Президента Российской Федерации по ликвидации очереди в детские сады. Чтобы обеспечить малышей местами в детских садах правительство Свердловской области реализует Федеральную программу строительства новых дошкольных образовательных учреждений.

Темой выпускной квалификационной работы является «Разработка системы электроснабжения дошкольного образовательного учреждения».

Актуальность темы обусловлена тем, что строительство детских садов включено в Федеральную программу строительства детских садов.

Ребенок в среднем более 50% своего времени проводит в детском учреждении, поэтому комфортная среда является одним из важнейших факторов при строительстве здания детского сада. Благодаря инновационным техническим решениям, в садах поддерживается благоприятный для здоровья ребенка внутренний климат: теплые стены и полы, оптимальная температура, влажность и чистота воздуха. Для создания уюта организована система внутреннего и наружного освещения. Электрические машины пищеблока,

¹ <http://gubernator96.ru>

оргтехника и другие приборы являются неотъемлемой частью детского учреждения. Кондиционеры, вентиляторы, система отопления, горячее и холодное водоснабжение создают комфортные условия для нахождения детей в детском саду. Наряду с выполнением функционального назначения система электроснабжения должна соответствовать требованиям электро – и пожаробезопасности.

При строительстве дошкольных учреждений к электроснабжению зданий предъявляются жесткие нормативно – технические требования.

Помещения яслей и детских садов относятся к объектам II категории надежности электроснабжения. Соответственно, обязательно предусматривается наличие двух, независимых друг от друга, источников питания. Также необходима установка надежной аппаратуры защитного отключения, и защитные устройства от сверхтоков. Здания образовательных учреждений обязательно оснащаются молниезащитой и защитным заземлением.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является дошкольное образовательное учреждение.

Предметом исследования выпускной квалификационной работы является электрооборудование дошкольного образовательного учреждения.

Цель выпускной квалификационной работы – спроектировать систему электроснабжения дошкольного образовательного учреждения на 270 мест.

Задачи работы:

- произвести расчет электрических нагрузок;
- выбрать провода для внешних и внутренних электропроводок;
- произвести расчет и выбор устройств защитной аппаратуры;
- выполнить проверку выбранной защитной аппаратуры;
- произвести расчет заземляющего устройства, расчет и выбор молниезащиты;
- произвести расчет и выбор трансформатора;

- произвести технико-экономический анализ и выбор резервного источника электроснабжения.

- составить руководство по эксплуатации электрооборудования пищеблока.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

1.1. Исходные данные

В выпускной квалификационной работе требуется рассчитать энергоснабжение объекта. Объект исследования представляет собой дошкольное образовательное учреждение (ДОУ).

Здание детского сада располагается на свободной площадке. Здание трехэтажное с техподпольем. Высота этажа здания – 3,3м; высота здания по парапету 11,6 м. Согласно п.3.3 СНиП 31–06–2009 «Общественные здания и сооружения» высота основных этажей от пола до потолка принята не менее 3м. Техподполье высотой 1,8м и частично 2,2 м – в месте расположения насосной и узла ИТП (индивидуальный тепловой пункт). Кровля здания плоская с внутренним водостоком. Помещения венткамеры, ИТП, насосной станции и водомерного узла расположены в техподполье. Электрощитовая расположена на первом этаже здания.

Здание включает:

- изолированные помещения, принадлежащие каждой детской группе: 14 групповых ячеек;
- помещения для занятий: зал для музыкальных занятий с инвентарной, кабинет музыкального руководителя, зал для физкультурных занятий с инвентарной, зал для занятий ИЗО с кладовой;
- сопутствующие помещения: медицинский блок, пищеблок, постирочная с гладильной;
- административно–бытовые помещения: кабинет заведующего, методический кабинет, кабинет кастелянши, кабинет завхоза, гардероб персонала, столовая персонала, помещение охраны;
- столярная мастерская;

- помещение для временного хранения неисправных и перегоревших ртутьсодержащих ламп;

- подсобные помещения: хозяйственная кладовая, кладовая чистого белья, кладовая мягких принадлежностей, помещения уборочного инвентаря, электрощитовая.

Климатологические условия:

- зона влажности (СП 50.13330.2011) – сухая;
- климатический район строительства (СП 131.13330.2012) – IV;
- ветровой район (СП 20.13330.2011) – 30 кг/м²;
- снеговой район (СП 20.13330.2011) – 180 кг/м²;
- расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки: – 36 °С.

Основные технико-экономические показатели объекта исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технико-экономические показатели

Наименование	Показатель
Количество этажей	3 этажа (с тех. подпольем)
Максимальное количество посетителей	270 детей
Количество сотрудников	52 чел.
Площадь участка в границах землеотвода	21 750 м ²
Площадь участка в границах благоустройства	12 620 м ²
Площадь застройки под зданием	1 805,30 м ²
Площадь под игровыми площадками	2 586,54 м ²
Площадь озеленения	6 952,84 м ² (64,11%)
Площадь тротуаров на территории ДОУ	1 292,23 м ²
Площадь под проездами, всего	791,75 м ²
Площадь застройки на территории ДОУ	2 100 м ²
Строительный объём	20 355,5 м ³
в том числе:	
ниже нуля	3 775,2 м ³
выше нуля	16 580,3 м ³
Общая площадь здания	4 176,0 м ²
Полезная площадь	3 487,9 м ²
Расчётная площадь	2 789,4 м ²

Определим идентификационные признаки проектируемого здания согласно ФЗ – 384 ст. 4 п.1 [15]:

1. Назначение здания: учреждение образования.
2. Наличие помещений с постоянным пребыванием людей: групповые ячейки.
3. Принадлежность к объектам транспортной инфраструктуры и др. объектам, влияющим на безопасность: не относится.
4. Наличие опасных природных процессов и явлений на территории строительства: отсутствуют.
5. Принадлежность к опасным производственным процессам: не относится.
6. Уровень ответственности здания (ГОСТ 27751 – 88) – II.
7. Пожарная и взрывопожарная опасность:
 - степень огнестойкости здания (ФЗ – №123) – II;
 - класс конструктивной пожарной опасности – CO;
 - класс функциональной пожарной опасности – Ф 1.1.

Теплоснабжение здания предусмотрено от газовой котельной, расположенной с западной стороны здания детского сада. Запроектированы тепловые сети от водогрейных котлов котельной до здания детского сада.

Холодное водоснабжение предусмотрено от наружных проектируемых сетей с подключением к существующим сетям в районе существующей водонапорной башни.

Горячее водоснабжение предусмотрено через теплообменники, установленные в узле ИТП в техподполье здания.

Водоотведение предусмотрено в проектируемые сети канализации с подключением в существующие канализационные сети.

В здании предусмотрена приточно – вытяжная вентиляция.

Здание оснащено сетями связи: телефонная связь, подключение к сети Интернет, охранно-пожарной сигнализацией.

Для защиты здания от внешних посягательств и терроризма предусмотрено наружное и внутреннее видеонаблюдение, установлены

домофоны на входах в групповые ячейки, в помещении охраны запроектирована «тревожная кнопка» для передачи сигнала в охранное предприятие.

Основные электрические показатели проекта (технические условия):

- тип сети: TN – С – S;
- напряжение: 380/220 В;
- напряжение сети ремонтного напряжения: 42 В;
- общая потребляемая мощность в рабочем режиме: 144,71 кВт;
- общая потребляемая мощность в режиме пожара: 110,53 кВт;
- наименование энергопринимающих устройств: РУ – 0,4 кВ ТП 10/0,4 кВ; (трансформаторная подстанция)
- максимальная мощность присоединяемых энергопринимающих устройств: 222 кВт;
- категория надежности: вторая – 217 кВт, первая – 5 кВт;
- класс напряжения электрических сетей, к которым осуществляется технологическое присоединение: 0,4 кВ;
- точка присоединения: РУ – 0,4 кВ ТП 10/0,4 кВ на границе земельного участка;
- основной источник питания от ЛЭП – 10 кВ.

Проект электроснабжения ДООУ разработан на основе нормативных документов, действующих на территории Российской Федерации.

1.2. Характеристика источников электроснабжения

Электроустановки ДООУ по степени надежности электроснабжения относятся к II категории. Согласно техническим условиям электросетевая организация гарантирует подачу напряжения от одного основного источника питания по стороне 10 кВ. В качестве второго, резервного источника питания

для обеспечения требуемой категоричности, запроектирована дизель – электростанция (ДЭС) 0,4 кВ.

Электроснабжение детского сада запроектировано:

- в рабочем режиме по вводу 1 – кабелем АВБбШв 4х240 от РУ – 0,4 кВ комплектной трансформаторной подстанции с воздушным вводом 10 кВ тупикового типа КТП – Т – В/К – 250 – 10/0,4 кВ производства ОАО КЭМЗ с трансформатором ТМГ – 250 – 10/0,4 кВ. группа соединений обмоток трансформатора треугольник/звезда;

- при отсутствии электроснабжения от основного источника – по вводу 2 – кабелем АВБбШв 4х240 от ДЭС (ДГУ – дизель – генераторной установки) производства «Азимут» АД – 250 – Т – 250. ДЭС принята со II степенью автоматизации в шумоизолирующем контейнере антивандального исполнения.

От РУ – 0,4 кВ КТП запитаны:

- ввод №1 (рабочий) установка ВРУ в электрощитовой ДОУ, выполнен кабелем АВБбШв 4х240;

- ввод №1 (рабочий) котельной, выполнен кабелем АВБбШв 4х25;

- ввод №1 (рабочий) КНС (канализационная насосная станция), выполнен кабелем АВБбШв 4х50;

- ввод для собственных нужд ДЭС, выполнен кабелем АВБбШв 4х16;

От РУ – 0,4кВ ДЭС запитаны:

- ввод №2 (резервный) установка ВРУ в электрощитовой ДОУ, выполнен кабелем АВБбШв 4х240;

- ввод №2 (резервный) котельной, выполнен кабелем АВБбШв 4х25;

- ввод №2 (резервный) КНС, выполнен кабелем АВБбШв 4х50;

Вводные щиты котельной и КНС укомплектованы устройством АВР (автоматический ввод резерва) и поставляются комплектно с оборудованием.

Кабели 0,4 кВ выбраны по длительно допустимому току с учетом условий прокладки, проверены по потере напряжения, срабатыванию защитных аппаратов, термическому действию токов КЗ (короткое замыкание).

Кабельные линии по всей длине прокладываются в земле в траншее на отметке не выше 0,7 м. от поверхности земли и защищены от механических повреждений кирпичом. Взаиморезервируемые КЛ – 0,4 кВ. проложены в траншее с установкой перегородки из глиняного кирпича.

При пересечении с действующими и вновь проектируемыми инженерными коммуникациями кабель проложен в асбоцементных трубах в соответствии с требованиями ПУЭ [8]. Прокладка кабеля в подвале ДООУ выполнена в кабельных лотках. По всей длине кабель покрыт огнезащитным составом ОГРАКС.

Для учета электроэнергии запроектирована установка приборов учета «Меркурий» 230 ART – 03 RL и ЭНЕРГОМЕРА СЕ301 – R33 с классом точности не ниже 0,5 S/1,0 в РУ – 0,4 кВ согласно требований технических условий электроснабжающей организации.

1.3. Характеристика электроприемников

1.3.1. Основные электроприемники

Основными потребителями электроэнергии проектируемого дошкольного образовательного учреждения являются электроприемники технологического оборудования, оборудование котельной, оборудование приточно – вытяжной вентиляции, электроснабжение оргтехники, бытовых приборов, освещение, насосы, КНС, электропитание приборов охранно – пожарной сигнализации и противопожарных устройств. Основные электроприёмники представлены на рисунке А.1 в приложении А.

Для распределения и учета электроэнергии, защиты распределительной сети в электрощитовой ДОУ предусматривается установка вводно – распределительного устройства (ВРУ).

Вводно – распределительное устройство состоит из вводного устройства ВРУ (ВРУ21ЛЭН – 250 – 300) распределительных щитов РП1 и РП2 с автоматическими выключателями на групповых питающих линиях и щита ППУ (противопожарные устройства).

Расчетные нагрузки по вводам на шинах РУ – 0,4 кВ КТП приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные нагрузки

Потребители	Номер ввода	Установленная мощность, кВт	Расчетная мощность, кВт	Расчетный ток, А
основное здание	1/2	218,84	144,44	219,54
котельная	1/2	38,0	25,84	43,88
КНС	1/2	50,0	25,0	42,46
наружное освещение		1,21	1,21	1,75

Выбор мощности трансформатора КТП и ДГУ произведен из расчета фактически присоединяемой нагрузки электроустановок в рабочем режиме.

1.3.2. Система внутреннего освещения

Проектом предусматривается рабочее освещение всех помещений ДОУ. Нормируемые характеристики приняты согласно СП52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».

Электроосвещение выполнено в основном светильниками с люминесцентными лампами.

Светильники, устанавливаемые в административные помещения, должны иметь степень защиты не менее IP20. Степень защиты осветительного оборудования выбрана в зависимости от окружающей среды, характеристики помещений. В помещениях класса П – П – а установлены светильники со степенью защиты не менее IP23,отражатели и рассеиватели

выполнены из негорючих материалов. В помещениях для пребывания детей устанавливаются светильники с люминесцентными лампами с ЭПРА (электронный пускорегулирующий аппарат).

В помещениях с влажной средой и на входах в здание установлены светильники со степенью защиты не менее IP54, в помещениях сырых – IP67. В техподполье при высоте менее 2,5 м устанавливаются светильники класса защиты не ниже 2.

Управление рабочим и аварийным освещением детского сада выполнено выключателями, установленными в обслуживаемом помещении или рядом в коридоре. В помещениях пребывания детей выключатели устанавливаются на высоте – 1,8 м, в остальных помещениях – 1,5 м.

Проверочные или ремонтные работы выполняются при отключенном групповом автоматическом выключателе на щитке АЩО (щит аварийного освещения). АЩО запитываются по первой категории надежности электроснабжения от ППУ.

Нормируемые характеристики освещения помещений в нормальном режиме обеспечиваются совместным действием светильников рабочего и аварийного освещения. Так как для рабочего и аварийного освещения применяются однотипные светильники, на корпусах светильников аварийного освещения должна быть нанесена буква «А» красного цвета.

В помещениях инженерных сетей предусматриваются ящики с понижающим трансформатором 220/36В для подключения переносных светильников (ремонтное освещение).

Аварийное освещение подразделяется на эвакуационное и резервное. Эвакуационное освещение выполняется на путях эвакуации (коридоры, проходы, лестничные клетки), в местах размещения первичных средств пожаротушения. Резервное освещение предусматривается в помещениях инженерных сетей, в пищеблоке, в медблоке, в постирочной.

В спальнях помещений над дверным проемом установлен светильник дежурного освещения.

Световые указатели «Выход» устанавливаются над эвакуационными выходами на высоте 2 м от пола, имеют светодиодные источники света, постоянно находятся во включенном состоянии. Питание световых указателей в нормальном режиме производится от АЩО, в аварийном режиме может переключаться на питание от независимого источника (время работы аккумуляторной батареи не менее 1 часа).

Групповая осветительная рабочая сеть выполняется скрыто, однофазно, трехпроводным кабелем марки ВВГнг – LSLTx3x1,5м²:

- в бороздах стен и перегородок под слоем штукатурки;
- в пустотах плит перекрытий;
- за подвесным потолком.

Все электромонтажные работы по освещению ДОО выполнены в соответствии с СП1 – 110 – 2003, СНиП 3.05.06 – 85.

Освещенность помещений детского сада регламентируется соответствующей документацией [13]. Каждое помещение имеет свои нормы. На рисунке Б.1 представлены основные показатели по освещению ДОО в приложении Б.

Здание ДОО трехэтажное, освещение внутренних помещений выполнено аналогично. Для примера изображен план сети освещения первого этажа рисунок В.1 в приложении В.

Схемы щитов освещения (ЩО1, ЩО2, ЩО3, ЩО4, ЩО5, ЩО6, ЩО7, АЩО1, АЩО2, АЩО3) показаны на рисунке Г.1 в приложении Г.

В проекте принята отдельная система питания светильников и штепсельных розеток.

1.3.3. Система наружного освещения

Расчетная нагрузка наружного освещения территории детского сада 2,72 кВт. Освещение выполнено в соответствии с требованиями СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» актуализированная редакция СНиП 23 – 05 – 95* табл. 26. Проектируемый объект соответствует по освещению П2 и П4 классам: освещенность детских площадок – 10лк, освещенность подъездов, подходов и центральных аллей – 10лк.

Наружное освещение детского сада выполнено по периметру здания светодиодными светильниками ДКУ, мощностью 150Вт (тип Д и К). Светильники наружного освещения крепятся к фасаду здания с помощью настенных кронштейнов КРСТ с поворотным углом до 80 градусов на высоте 8 м. Для более равномерного освещения удаленных от здания детских площадок и подъездных путей устанавливаются дополнительно металлические опоры со светодиодными светильниками.

Опоры наружного освещения представляют собой стальные сварные ступенчатые металлические конструкции высотой 7 м, стволы которых выполнены из труб (серия опор компании OPORA engineering). Опоры поставляются с закладными элементами (фундаментные блоки), фланцы опор и закладных элементов соединяются специальными болтами.

Сети наружного освещения территории детского сада выполнены кабелем ВВГнг в трубе скрыто по фасаду на высоте 6,6 м, кабелем ВБбШв в кабельной траншее в соответствии с А5 – 92 «Прокладка кабелей напряжением до 35кВ в траншеях». Электропроводка внутри опор наружного освещения выполнена кабелем ВВГ.

Питание наружного освещения территории детского сада выполнено от внутренних сетей здания. Управление наружным освещением территории детского сада выполнено из здания детского сада. Управление освещением

предусматривает раздельное включение части светильников из общего их числа в сумеречное время суток для освещения дорожек и общее освещение всей территории.

Защитное заземление металлических корпусов светильников выполнено присоединением к заземляющему винту корпуса светильника РЕ проводника.

Принципиальная расчетная схема сети наружного освещения представлена в приложении Д.

Распределительные сети и силовое оборудование

Марки кабелей для внутренних электрических сетей, к которым предъявляются требования по пожарной безопасности, выбраны согласно ГОСТ «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» [2].

Силовые распределительные сети и сети системы рабочего освещения детского сада выполняются кабелем марки ВВГнг – LSLTx не распространяющими горение при групповой прокладке с пониженным дымо и газовойделением.

Силовые распределительные сети к электроприемникам систем противопожарной защиты и сети системы аварийного освещения выполняются кабелем марки ВВГнг – FRLSLTx огнестойкими, не распространяющими горение при групповой прокладке, с пониженным дымо и газовойделением.

Провода и кабели должны иметь цветную маркировку проводников:

- голубого цвета N – нулевой рабочий проводник;
- двухцветной комбинацией желто – зеленого цвета РЕ – нулевой защитный проводник;
- черного, коричневого и других цветов – для обозначения фазных проводников

Для принятого типа электроснабжения TN – C – S внутренние сети выполняются трех и пятипроводными.

Силовые питающие сети от ВРУ к щитам прокладываются в ПВХ трубах.

Распределительные силовые сети в здании прокладываются в ПВХ трубах в стояках, в полу, за подвесными потолками, скрыто, открыто по стенам и потолкам с креплением скобами. Сети освещения скрыто под слоем штукатурки, в гофрированных ПВХ трубах за подвесными потолками, в пустотах плит перекрытия. Для скрытой прокладки в полу используются металлические трубы.

Проход кабелей через перекрытие и стены выполняется в соответствии с требованиями СНиП 3.05.06 – 85 «Электротехнические устройства» и ГОСТ Р50571.5.52 – 2009 «Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки»

Кабельные линии систем противопожарной защиты прокладываются отдельно, исключается совместная прокладка с другими кабелями.

В помещениях для пребывания детей штепсельные розетки должны иметь дополнительные устройства, автоматически закрывающие гнезда штепсельной розетки при вынутой вилке. Высота установки штепсельных розеток и выключателей в данных помещениях – 1,8 м

В местах размещения средств пожаротушения в медблоке, в помещении охраны, в насосной пожаротушения согласно п.п.7.105,7.111 [8], установить световые указатели с соответствующими пиктограммами.

Сечение кабелей выбирается: по длительно допустимому нагреву максимальным расчетным током, по допустимой потере напряжения, по условию надежного срабатывания защиты при однофазном коротком замыкании (или условию соответствия длительно допустимого тока для выбранного сечения уставке защитного аппарата в начале линии).

1.4. Требования к надежности электроснабжения

Все электрооборудование в проекте выполнено в соответствии назначению помещений и условиям окружающей среды.

По степени обеспечения надежности электроснабжения согласно ПУЭ [8] электроприемники ДОУ делятся на две основные категории:

- I категория – системы пожаротушения и противопожарной безопасности здания (пожарная сигнализация, трансляционная сеть звукового информирования, системы автоматизации противопожарных систем, аварийное освещение, пожарные насосы);

- II категория – все остальные электроприемники. Оборудование котельной и КНС согласно требованиям ПУЭ [8], инструкций по эксплуатации заводов изготовителей относится к II категории.

На вводах основного здания и котельной устанавливаются ВРУ с устройством защиты и учета электроэнергии.

Для питания потребителей I категории предусмотрена установка ВРУ с АВР, обеспечивающие автоматическое переключение потребителей с основного на резервный ввод.

Для сохранения питания электроприемников, обеспечивающих противопожарную безопасность здания в период выхода ДГУ на нормированные параметры сети (~10 мин), предусмотрена установка источника бесперебойного питания (~18 мин), который устанавливается после АВР.

В проекте предусмотрены мероприятия по поддержанию качества электроэнергии согласно [2]. Для обеспечения качества электроэнергии сечение проводников в распределительных и групповых сетях выбирается с учетом регламентированных отклонений напряжения от номинального значения. Суммарные потери напряжения от шин 0,4 кВ ТП до наиболее

удаленных ламп общего освещения и силовых электроприемников не превышают допустимых значений.

Для распределения электроэнергии к технологическому электрооборудованию предусмотрены силовые щитки модульного исполнения.

Для горячего водоснабжения установлены электроводонагреватели, запитанные через устройство защитного отключения с током утечки 30 мА. Водонагреватели должны иметь автоматику отключения при отсутствии воды. Водонагреватели класса II со встроенными устройствами управления должны быть установлены от раковин и ванн на расстоянии 0,6 м.

Электроснабжение приточно – вытяжных систем здания выполнено от силового щитка. Управление вентиляционными системами выполнено дистанционно от кнопок и выключателей, установленных рядом с обслуживаемым помещением.

Марки кабелей для внутренних сетей выбраны в соответствии с требованиями по пожарной безопасности согласно [1] «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности». Силовые питающие сети от ВРУ к щитам прокладываются в ПВХ трубах. Силовые распределительные сети и сети системы рабочего освещения выполняются кабелем марки ВВГнг – LSLTxс пониженным дымо и газовойделением.

Питающие линии систем противопожарной защиты прокладываются по отдельным трассам, отдельно от других питающих линий.

В помещениях с влажной средой и на входах/выходах в здание устанавливаются светильники со степенью защиты не менее – IP54, в сырых помещениях – IP67, в административных помещениях – IP20.

1.5. Мероприятия по экономии электроэнергии

Проектом предусмотрены следующие мероприятия по экономии электроэнергии.

Технические мероприятия:

- сечение проводов и кабелей распределительных линий выбраны с учетом максимальных коэффициентов использования и одновременности;
- электрическая сеть 380/220 В выполняется кабелями с медными жилами, обеспечивающими минимальные потери электроэнергии;
- для освещения использованы светильники с высоким КПД (люминесцентные и светодиодные лампы);
- сегментация контуров освещения, с возможностью включения, как отдельного сегмента, так и всего контура.

Организационные мероприятия:

- назначение ответственного за организацию и проведение мероприятий по энергосбережению, доведение до назначенного лица единого плана действий по организации энергосбережения;
- повышение качества обслуживания и эксплуатации энергоустановок;
- оптимизация работы системы освещения, исключение нерационального использования, регулярное проведение очистки и регулировки светильников;
- своевременная проверка и корректировка договоров на предоставление электроэнергии;
- проведение агитационной работы среди персонала, применение информационных плакатов;
- повышение общего уровня технической культуры, нацеленной на энергосбережение.

2 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

2.1. Расчет электрических нагрузок

Электроприемники для расчета электрических нагрузок определены по Однолинейной схеме электроснабжения рисунок Ж.1 приложение Ж и схеме электроснабжения 0,4 кВ рисунок И.1 приложение И.

Расчет электрических нагрузок произведём на основании системы нормативных документов в строительстве: «Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий» [7] и технического задания приведенного в таблице 3.

Таблица 3 – Техническое задание

Наименование электроприемника			Мощность, кВт	K _c	cosφ	
ДОУ	РП1	ЩО1	Освещение 1 этаж	8,40	0,9	0,92
		ЩО2	Освещение 1 этаж	11,63	0,85	0,92
		ЩО3	Освещение 2 этаж	10,36	0,85	0,92
		ЩО4	Освещение 2 этаж	10,62	0,85	0,92
		ЩО5	Освещение 3 этаж	11,27	0,85	0,92
		ЩО6	Освещение 3 этаж	12,98	0,85	0,92
		ЩО7	Освещение 1 этаж	5,76	0,9	0,96
		ЩР4	Водонагреватели, медблок	4,20	0,8	0,95
	ЩУО	Наружное освещение	1,35	1	0,85	
	РП2	ЩР – 1	Пищеблок	125,98	0,7	0,98
		ЩР – 2	Холод. установки	3,41	0,8	0,65
		ЩР – 3	Стиральная – гладильная	28,25	0,78	0,95
		ЩР – 7	Теплый пол 1 этаж	15,52	0,68	0,82
		ЩУВ (П)	Вентиляция	3,40	0,8	0,75
	ППУ	ЩП1	Аварийное освещение	15,99	1	0,92
ЩП2		Пожарные насосы, дымоудаление	35,00	1	0,78	
ДОУ			218,84	0,66	0,95	
Котельная			38,00	0,68	0,85	
КНС			50,00	0,5	0,85	
Наружное освещение			1,21	1	1	
СН ДГУ			2,20	1	1	

Сокращения, принятые в таблице 3:

- ДООУ – детское образовательное учреждение;
- РП1, РП2 – распределительный пункт;
- ППУ – пункт противопожарных устройств;
- ЩО – щит освещения;
- ЩУВ, ЩУО – щит управления вентиляцией и освещения;
- ЩР – щит распределительный;
- ЩП – щит режима «Пожар».
- КНС – канализационно – насосная станция;
- СН ДГУ – собственные нужды ДГУ.

Электрические нагрузки ДООУ слагаются из нагрузок силового электрооборудования и электрического освещения.

При расчетах электрических нагрузок необходимо учитывать коэффициент спроса K_c , представляющий собой отношение расчетной потребляемой мощности (нагрузки) к установленной мощности работающих электроприемников.

Коэффициент спроса для расчета групповой сети рабочего освещения, распределительных и групповых сетей эвакуационного и аварийного освещения зданий примем равным 1. Коэффициент спроса для расчета нагрузок рабочего освещения питающей сети и вводов общественных зданий примем по таблице 6.5 [7].

Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов P_p , кВт, определим по формуле:

$$P_p = K_c \cdot P_y, \quad (1)$$

где K_c – расчетный коэффициент спроса;

P_y – установленная мощность электроприемников, кВт.

Расчетная реактивная мощность Q , (кВар) каждого электроприемника определим по формуле:

$$Q = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi. \quad (2)$$

Полная мощность S , (кВА) каждого электроприемника определим по формуле:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q^2}. \quad (3)$$

Расчетный ток I_p , (А) для каждого электроприёмника определим по формуле:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_\phi}, \quad (4)$$

где U_ϕ – фазное напряжение 0,4 кВ.

Расчетный максимальный ток $I_{p,max}$, (А) для каждого электроприёмника определим по формуле:

$$I_{p,max} = \frac{P_y}{\sqrt{3} \cdot U_\phi \cdot \cos\varphi}. \quad (5)$$

Для примера приведём расчет нагрузки ЩО – 1 (освещение 1 этажа).
Остальные нагрузки рассчитаем аналогично. Расчет нагрузок представим в таблице 4.

$$P_p = K_c \cdot P_y = 0,9 \cdot 8,4 = 7,56 \text{ кВт},$$

$$Q = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi = 7,56 \cdot 0,43 = 3,25 \text{ кВар},$$

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q^2} = \sqrt{7,56^2 + 3,25^2} = 8,23 \text{ кВА},$$

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_\phi} = \frac{8,23}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 12,50 \text{ А},$$

$$I_{p,max} = \frac{P_y}{\sqrt{3} \cdot U_\phi \cdot \cos\varphi} = \frac{8,4}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,92} = 13,87 \text{ А}.$$

Таблица 4 – Сводная ведомость нагрузок

Наименование РУ и электроприёмников		Нагрузка установленная						Расчетная мощность			Расчетный ток	
		P _{у.с} , кВт	n	P _{у.сΣ} , кВт	K _с	cos φ	tg φ	P _{р.с} , кВт	Q, квар	S, кВА	I _{р.} , А	I _{р.мах} , А
РП1	ЩО1	8,4	1	8,4	0,9	0,92	0,43	7,56	3,25	8,23	11,88	13,18
	ЩО2	11,63	1	11,63	0,85	0,92	0,43	9,89	4,25	10,76	15,53	18,25
	ЩО3	10,36	1	10,36	0,85	0,92	0,43	8,81	3,79	9,59	13,84	16,25
	ЩО4	10,62	1	10,62	0,85	0,92	0,43	9,03	3,88	9,83	14,18	16,66
	ЩО5	11,27	1	11,27	0,85	0,92	0,43	9,58	4,12	10,43	15,05	17,68
	ЩО6	12,98	1	12,98	0,85	0,92	0,43	11,03	4,74	12,01	17,33	20,36
	ЩО7	5,76	1	5,76	0,9	0,96	0,29	5,18	1,50	5,40	7,79	8,66
	ЩР4	4,2	1	4,2	0,8	0,95	0,33	3,36	1,11	3,54	5,11	6,38
	ЩУО	1,35	2	2,7	1	0,85	0,62	2,70	1,67	3,18	4,59	4,58
ИТОГО				77,92	0,72	0,92	0,43	55,97	24,07	60,93	87,94	122,25
РП2	ЩР-1	125,98	1	125,98	0,7	0,98	0,2	88,19	17,64	89,93	129,81	185,55
	ЩР-2	3,413	1	3,413	0,8	0,65	1,17	2,73	3,19	4,20	6,07	7,58
	ЩР-3	28,25	1	28,25	0,78	0,95	0,33	22,04	7,27	23,20	33,49	42,92
	ЩР-7	15,52	1	15,52	0,68	0,82	0,7	10,55	7,39	12,88	18,59	27,32
	ЩУВ (П)	3,4	1	3,4	0,8	0,75	0,88	2,72	2,39	3,62	5,23	6,54
	ИТОГО				176,563	0,52	0,96	0,30	91,89	27,57	95,94	138,47
ППУ	ЩП1	15,99	1	15,99	1	0,92	0,43	15,99	6,8757	17,41	25,12	25,09
	ЩП2	35	1	35	1	0,78	0,8	35,00	28	44,82	64,69	64,77
ИТОГО				50,99	1,00	0,83	0,68	50,99	34,88	61,78	89,17	89,17
ДОУ				218,84	0,66	0,95	0,33	144,44	47,66	152,10	219,54	332,50
ДОУ от ДГУ				218,84	0,66	0,95	0,33	144,44	47,66	152,10	219,54	332,50
Котельная		38	1	38	0,68	0,85	0,62	25,84	16,02	30,40	43,88	64,53
Котельная от ДГУ		38	1	38	0,68	0,85	0,62	25,84	16,02	30,40	43,88	64,53
КНС		50	1	50	0,50	0,85	0,62	25,00	15,50	29,42	42,46	84,90
КНС от ДГУ		50	1	50	0,50	0,85	0,62	25,00	15,50	29,42	42,46	84,90
Наружное освещение		1,21	1	1,21	1,00	1,00	0,00	1,21	0,00	1,21	1,75	1,75
СН ДГУ		2,2	1	2,2	1,00	1,00	0,00	2,20	0,00	2,20	3,18	3,18
ИТОГО ВСЕГО				395,67		0,92	0,40	198,69	79,19	215,33	310,80	618,93

2.2. Выбор сечения проводников

Сечения проводников определим по [1] Для внутренних электропроводок зданий используем провода и кабели с медными жилами, выполненными по пятипроводной системе.

Сечение проводников выберем по максимальному расчетному току нагрузки:

$$I_{д.н} \geq I_{р.мах},$$

где $I_{д.н}$ – допустимый номинальный ток нагрузки проводника при расчетной температуре, А (для отечественных кабелей +25°C);

$I_{р.мах}$, – Расчетный максимальный ток, А.

Для электропитания потребителей КТП выберем кабель АВБбШв 4х240 с алюминиевыми жилами. Сечение проводников выберем в соответствии с рекомендациями [10].

Произведём выбор проводника, на примере ЩО – 1, другие проводники рассчитаем аналогично, данные занесём в таблицу 5.

$$21 \geq 13,18$$

2.3. Проверка проводников по потере напряжения

Правильность выбора сечения проводов проверим по условию допустимой потере напряжения.

Расчет потери напряжения для трехфазной сети произведём по формуле:

$$\Delta U = \frac{I_{р.мах} \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \cdot 100}{U_n}, \quad (6)$$

где ΔU – потеря, от номинального напряжения, %;

$I_{р.мах}$ – максимальный расчетный ток нагрузки, А;

R – активное сопротивление проводника, Ом;

X – индуктивное сопротивление проводника, Ом;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности нагрузки;

U_H – номинальное напряжение сети, В.

Сети постоянного тока и линии сети переменного тока, для которых коэффициент мощности $\cos \varphi = 1$, рассчитаем без учета индуктивного сопротивления. Поэтому, индуктивным сопротивлением проводников сечением менее 25 м^2 пренебрегаем, т.е. $X \approx 0$. Формула для расчета потерь напряжения примет вид:

$$\Delta U = \frac{I_{p.max} \cdot R \cdot \cos \varphi \cdot 100}{U_H} \quad (7)$$

Активное сопротивление проводников определим по формуле:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}, \quad (8)$$

где ρ – удельное сопротивление проводника, $\text{Ом} \cdot \text{м}^2/\text{м}$ [5];

для медных проводников $\rho_M = 0,0179 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2/\text{м}$;

для алюминиевых проводников $\rho_A = 0,0294 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2/\text{м}$

l – длина проводника, м

S – сечение проводника, м^2 .

Далее рассчитанные потери напряжения сравним с допустимыми потерями напряжения по условию:

$$\Delta U \leq \Delta U_{\text{доп}},$$

где $\Delta U_{\text{доп}}$ – допустимые потери напряжения, %.

Принимаем $\Delta U_{\text{доп}} \pm 5\%$.

В соответствии с СП 31 – 110 – 2003 п. 7.23 [7] отклонения напряжения от номинального на зажимах силовых электроприемников и наиболее удаленных ламп электрического освещения не должны превышать в нормальном режиме $\pm 5\%$.

Произведём расчет потерь напряжения в выбранных проводниках, на примере ЩО– 1, другие проводники рассчитаем аналогично, данные занесём в таблицу 5.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} = 0,0179 \cdot \frac{32,8}{3 \cdot 1,5} = 0,13 \text{ Ом},$$

$$\Delta U = \frac{I_{p,max} \cdot R \cdot \cos\varphi \cdot 100}{U_n} = \frac{13,87 \cdot 0,13 \cdot 0,92}{380} = 0,44\%.$$

2.4. Расчет и выбор аппаратов защиты

В ДОУ использована защита различных участков одной сети предохранителями и автоматическими выключателями. Во внутренних сетях применяются автоматические выключатели с комбинированными расцепителями.

Защитное устройство, предохраняющее кабель от перегрузки, должно отвечать условию:

$$I_{н.з} \geq I_{д.н}, \quad (9)$$

где $I_{н.з}$ – номинальный ток устройств защиты, А;

$I_{д.н}$ – допустимый номинальный ток нагрузки проводника, А.

Так как в проектируемом ДОУ в качестве устройств защиты приняты автоматические и дифференциальные автоматические выключатели, то условие принимает вид:

$$I_{н.а} \geq I_{д.н},$$

где $I_{н.а}$ – номинальный ток автоматического выключателя, А.

Номинальный ток выключателя $I_{н.а}$ принимается для температуры окружающей среды $+30^{\circ}\text{C}$. Повышение температуры приводит к преждевременному срабатыванию теплового расцепителя. Поэтому выбор автоматических выключателей произведём с использованием температурного коэффициента K_t [11] согласно рисунка 1.

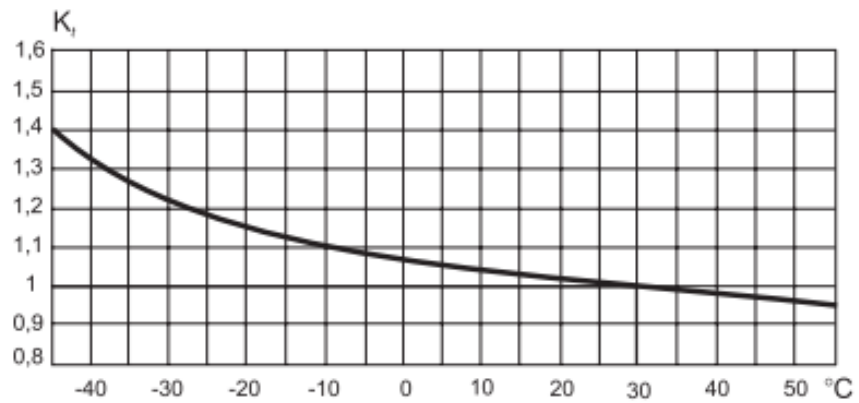


Рисунок 1 – Нагрузочная способность при изменении температуры окружающей среды

Кроме того, на величину номинального тока автомата оказывают влияние установленные рядом другие автоматы, которые могут существенно подогревать друг друга, график представлен на рисунке 2.

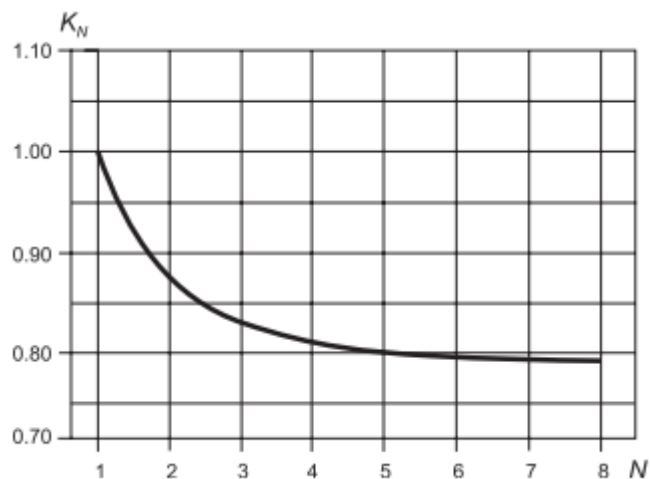


Рисунок 2 – Нагрузочная способность для параллельно – размещенных автоматических выключателей

Ток отключения для размещенных рядом друг с другом автоматических выключателей в зависимости от их количества и температуры окружающего воздуха определим по формуле:

$$I_{н.а} = 1,13 \cdot I_{д.н} \cdot K_t \cdot K_n,$$

где $I_{д.н}$ – допустимый номинальный ток нагрузки проводника, А;

K_t – коэффициент нагрузки в зависимости от температуры окружающего воздуха;

K_n – коэффициент нагрузки в зависимости от количества полюсов.

Произведём расчет номинального тока автоматического выключателя на примере ЩО – 1, номинальные токи автоматических выключателей других электроприемников рассчитаем аналогично.

$$I_{н.а} = 1,13 \cdot 21 \cdot 1,005 \cdot 1 = 23,85 \text{ A.}$$

По каталогу [17] выберем автоматический выключатель ВА 47 – 100 ЗР 25А 10 кА характеристика «С». Аналогичным образом выберем остальные автоматические выключатели, данные занесём в таблицу 5.

Таблица 5 – Выбор марки кабеля и автоматических выключателей

Наименование РУ и электроприёмников	I _н (д.н)	Марка кабеля, кол-во и сечение жил, мм ²	Наименование автоматического выключателя	Длина проводника, м	Активное сопротивление проводников, Ом	Отклонение напряжения U, %	
РП1	ЩО1	21	ВВГнг-LSLTx 5x1,5	ВА 47-100 100/25 А	32,8	0,130	0,42%
	ЩО2	21	ВВГнг-LSLTx 5x1,5	ВА 47-100 100/25 А	54,3	0,216	0,95%
	ЩО3	21	ВВГнг-LSLTx 5x1,5	ВА 47-100 100/25 А	36,1	0,144	0,57%
	ЩО4	21	ВВГнг-LSLTx 5x1,5	ВА 47-100 100/25 А	57,6	0,229	0,92%
	ЩО5	21	ВВГнг-LSLTx 5x1,5	ВА 47-100 100/25 А	39,4	0,157	0,67%
	ЩО6	21	ВВГнг-LSLTx 5x1,5	ВА 47-100 100/25 А	60,9	0,242	1,19%
	ЩО7	21	ВВГнг-LSLTx 5x1,5	ВА 47-100 100/25 А	13,8	0,055	0,12%
	ЩР4	21	ВВГнг-LSLTx 5x1,5	ВА 47-100 100/25 А	13,8	0,055	0,09%
	ЩУО	21	ВВГнг-LSLTx 5x1,5	ПМ12-010240	5	0,020	0,02%
ИТОГО	117	ВВГнг-LSLTx 5x35	ВА88-33 160 125А	5	0,001	0,03%	
РП2	ЩР-1	142	ВВГнг-LSLTx 5x35	ВА88-33 160/160А	17,5	0,001	0,07%
	ЩР-2	14	ВВГнг-LSLTx 5x1,5	ВА47-100 100/16А	18,5	0,074	0,10%
	ЩР-3	46	ВВГнг-LSLTx 5x10	ВА47-100 100/50А	13,5	0,013	0,14%
	ЩР-7	29	ВВГнг-LSLTx 5x4	ВА47-100 100/32А	30,8	0,046	0,27%
	ЩУВ (П)	21	ВВГнг-LSLTx 5x1,5	ВА47-100 100/25А	31	0,123	0,16%
	ИТОГО	180	ВВГнг-LSLTx 5x95	ВА88-35 250 200А	5	0,000	0,02%
ППУ	ЩП1	27	ВВГнг-FRLSLTx 5x4	ВА47-100 100/32А	1	0,001	0,01%
	ЩП2	84	ВВГнг-FRLSLTx 5x16	ВА47-100 100/100А	1	0,000	0,00%
ИТОГО	112	ВВГнг-FRLSLTx 5x35	P-1000	2	0,000	0,01%	
ДОУ	303	АВБбШв 4x240	ВА-99/400 315А	120	0,006	0,53%	
ДОУ от ДГУ	303	АВБбШв 4x240	ВА-99/400 315А	100	0,005	0,44%	
Котельная	87	АВБбШв 4x25	ВА-99/125 50А	50	0,020	0,28%	
Котельная от ДГУ	87	АВБбШв 4x25	ВА-99/125 50А	40	0,016	0,23%	
КНС	106	АВБбШв 4x50	ВА-99/125 100А	80	0,022	0,43%	
КНС от ДГУ	106	АВБбШв 4x50	ВА-99/125 100А	60	0,017	0,32%	
СН ДГУ	21	АВБбШв 4x16	ВА-99/125 16 А	40	0,261	0,22%	

Вывод: показатели качества электроэнергии при расчете потерь напряжения в выбранных проводниках находятся в допустимых пределах.

Произведём выбор автоматических выключателей QF1 – QF5 представленных на рисунке 3.

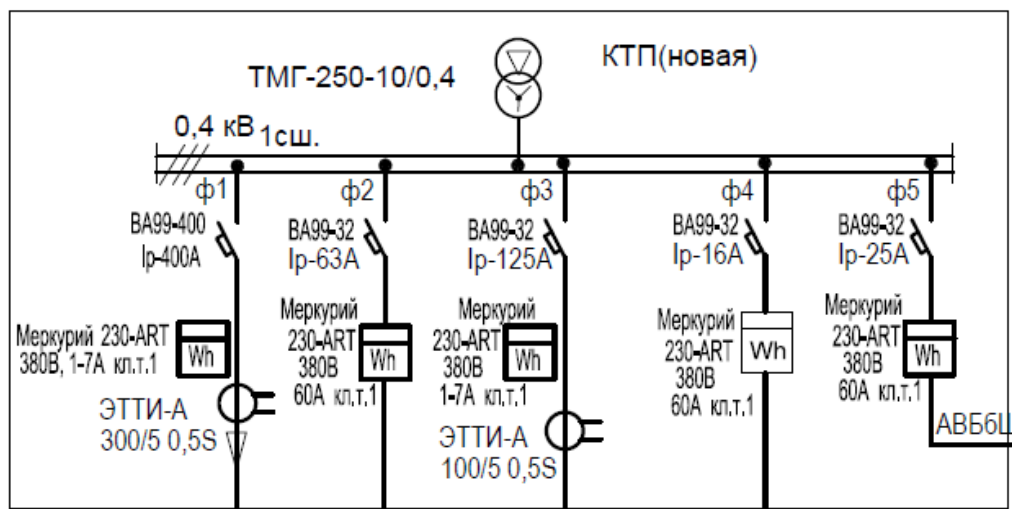


Рисунок 3 – Установка автоматов защиты в комплектной трансформаторной подстанции

Выберем автоматические выключатели [16]

Ф1 – ВА99 – 400 (для ДОУ),

Аналогично выберем автоматические выключатели для других потребителей Ф2 – Ф5.

Ф2 – ВА99 – 32, $I_p = 63\text{A}$ (котельная);

Ф3 – ВА99 – 32, $I_p = 125\text{A}$ (КНС);

Ф4 – ВА99 – 32, $I_p = 16\text{A}$ (наружное освещение);

Ф5 – ВА99 – 32, $I_p = 25\text{A}$ (СН ДЭС).

2.5. Расчет источников внешнего электроснабжения

Электроустановки ДОУ по степени надежности электроснабжения относятся к II категории. Согласно техническим условиям электросетевая организация гарантирует подачу напряжения от одного основного источника питания по стороне 10 кВ. В качестве второго, резервного источника питания для обеспечения требуемой категорийности, запроектирована ДЭС 0,4 кВ.

Для расчета токов КЗ необходимо определить тип трансформатора, установленного на ТП 10/0,4, автоматические выключатели, установленные на линии, питающие потребителей электроэнергии, а также определим

сечение кабеля питающего ДОУ, котельную, КНС, СН ДЭС, и наружное освещение показаны на рисунке 4.

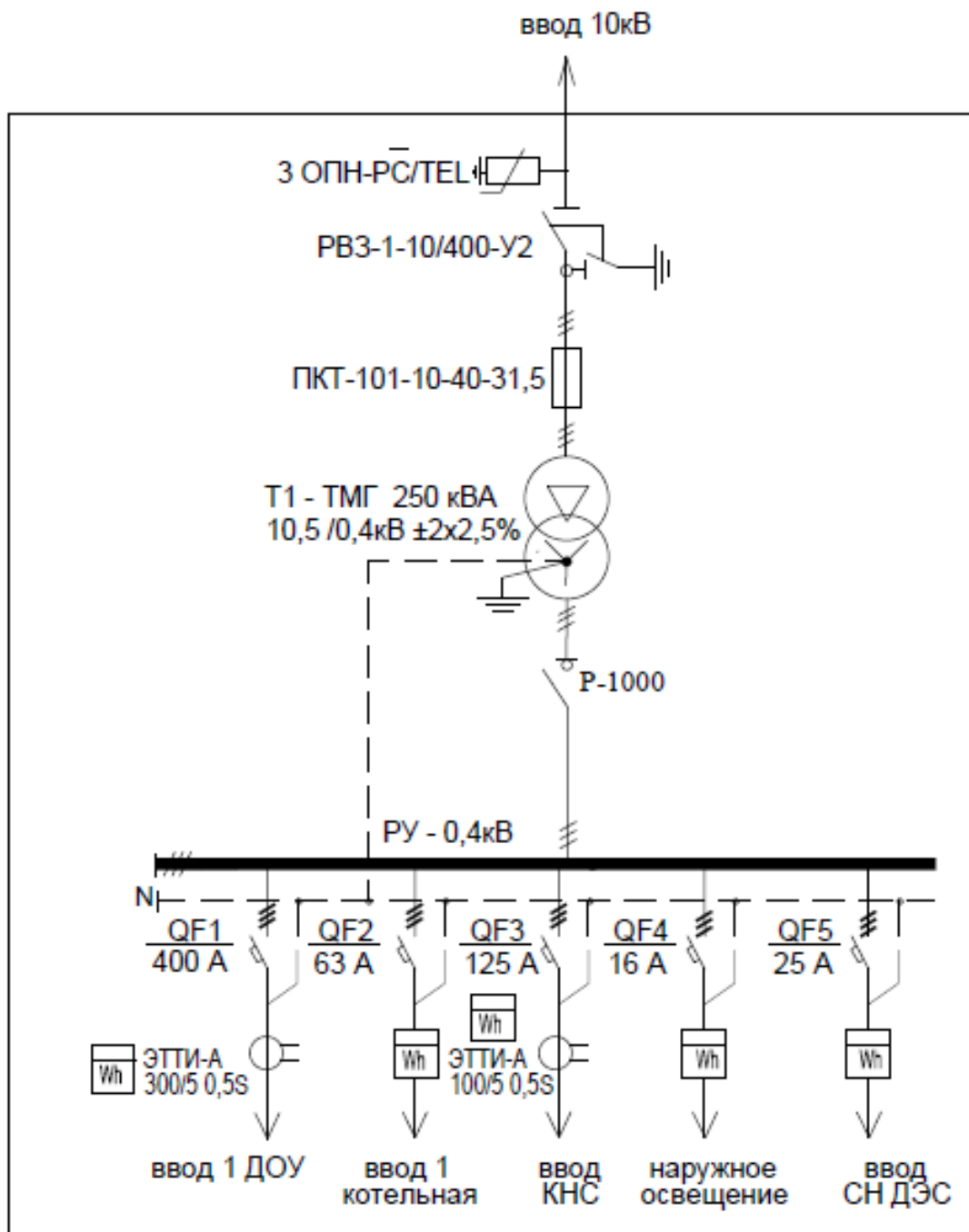


Рисунок 4 – Однолинейная схема трансформаторной подстанции

Определим мощность в кабельных линиях, по формулам: (1, 2, 3, 4).

Результаты расчетов сведем в таблицу 6

Таблица 6 – Расчет мощности трансформатора

Наименование	Расчетная мощность			Расчетный ток
	Рр.с, кВт	Q, квар	S, кВА	I _p , А
ДОУ	144,44	47,66	152,10	219,54
Котельная	25,84	16,02	30,40	43,88
КНС	25,00	15,50	29,42	42,46
Наружное освещение	1,21	0,00	1,21	1,75
СН ДГУ	2,20	0,00	2,20	3,18
Потери мощности в трансформаторе	4,31	21,53	21,96	
Итого	202,99	100,72	237,29	342,49

Определим тип трансформатора, установленного на ТП – 10/0,4 для электроснабжения потребителей (ДОУ, котельная, КНС, СН ДЭС, и наружное освещение). Для этого определим потери мощности в трансформаторе по формулам [16]:

$$\Delta P_p = 0,02S,$$

$$\Delta Q = 0,1S,$$

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P_p^2 + \Delta Q^2}.$$

Определим мощность трансформатора:

$$S_{тр} = \sum S + \Delta S.$$

На основании расчетов на трансформаторной подстанции ТП – 10/0,4 с учетом увеличения электрической нагрузки принимаем к установке трансформатор Т1 – ТМГ – 250 кВа10,5 /0,4кВ мощностью S = 250кВА.

На основании расчетов произведем выбор источников электроснабжения:

1. Основной источник: комплектная трансформаторная подстанция с воздушным вводом 10 кВ тупикового типа КТП – Т – В/К – 250 – 10/0,4кВ производства ОАО КЭМЗ с трансформатором ТМГ – 250 – 10/0,4кВ группа соединений обмоток трансформатора треугольник/звезда (рисунок 5);

2. Резервный источник: ДЭС производства «Азимут» АД – 250 – Т – 250. ДЭС принята со II степенью автоматизации в шумоизолирующем контейнере антивандального исполнения характеристики представлены в таблице К.1 приложения К.

Контейнер укомплектован топливным баком емкостью 550 литров, расход топлива при 75% загрузке ДГУ составляет 63,4 л/час. Для обеспечения непрерывной работы ДГУ при аварии в сети основного источника питания запроектирована установка топливных баков. Емкость баков обеспечивает непрерывную работу ДЭС в течение 72 час.

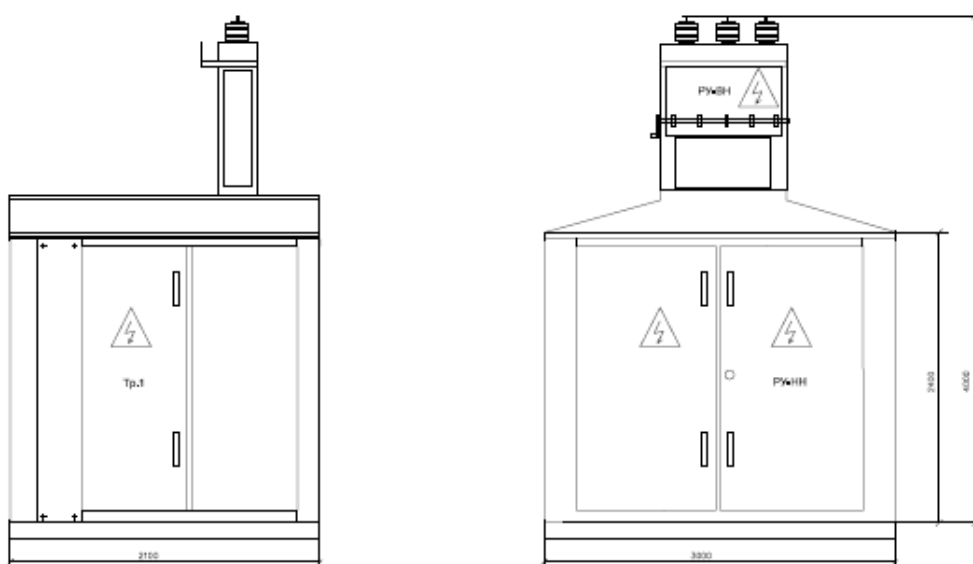


Рисунок 5 – Общий вид комплектной трансформаторной подстанции
КТП – Т – В/К – 250 – 10/0,4 кВ

2.6. Расчёт токов трёхфазного короткого замыкания

Расчет токов короткого замыкания произведём на основании РД [18]

Расчет токов трехфазного КЗ заключается в определении:

- начального действующего значения периодической составляющей тока КЗ;
- аperiodической составляющей тока КЗ;

- ударного тока КЗ.

Для расчёта токов КЗ составим расчетную схему на рисунке 6 и определим точки КЗ: К₁ – секция шин НН ТП, К₂, К₃, К₄ – автоматические выключатели нагрузки в КТП.

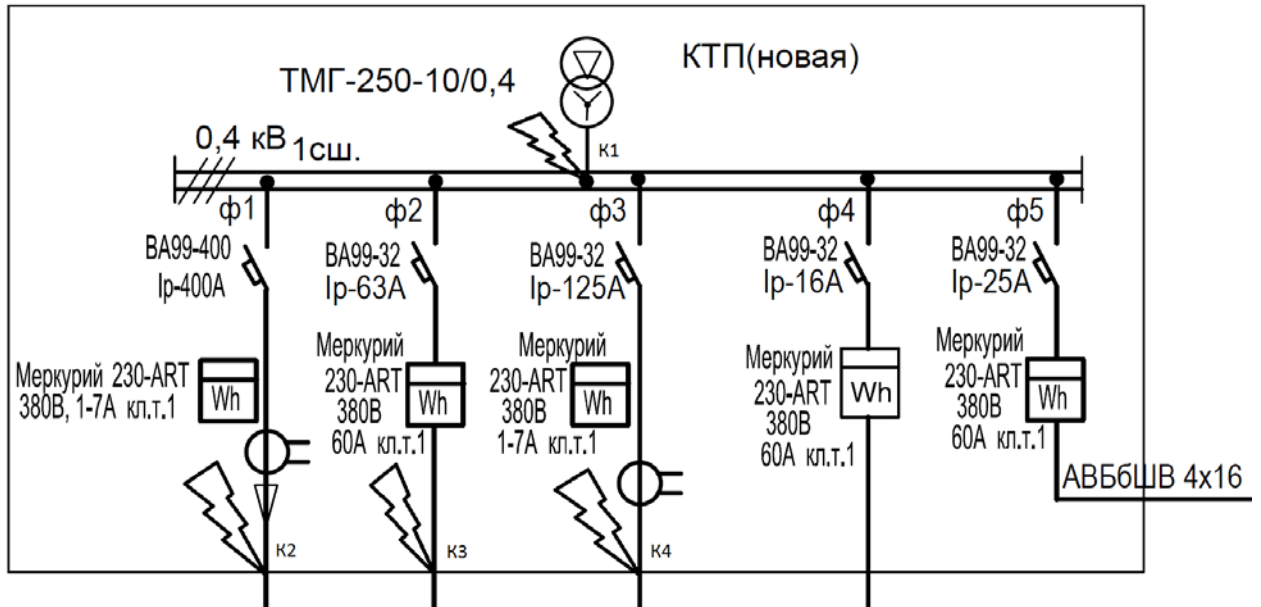


Рисунок 6 – Расчетная схема электроснабжения

На основании расчетной схемы на рисунке 6 составим эквивалентную схему замещения на рисунке 7.

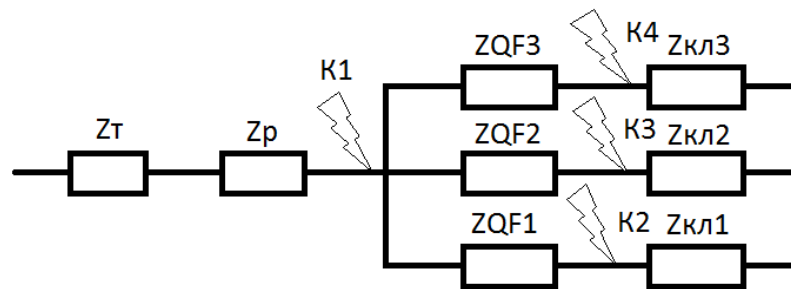


Рисунок 7 – Эквивалентная схема замещения

Определим сопротивления схемы замещения.

Реактивное и активное сопротивление трансформатора Т1 – ТМГ – 250 кВа10,5 /0,4 кВ определим по таб. 2.1 [6].

$$R_T = 95,6 \text{ мОм}; X_T = 234,9 \text{ мОм}.$$

Полное сопротивление трансформатора определим по формуле:

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2}, \tag{10}$$

$$Z_m = \sqrt{95,6^2 + 243,9^2} = 262 \text{ мОм.}$$

Переходное сопротивление электрических контактов Р – 1000 определим по [3] $R_k = 0,1 \text{ мОм.}$

Активное и реактивное сопротивление автоматических выключателей определим по [5].

Полное сопротивление определим по формуле (10).

Кабельные линии выполнены силовым кабелем АВБбШв.

КЛ1: АВБбШв 4x240,1 = 120м.

КЛ2: АВБбШв. 4x25, 1 = 50м.

КЛ3: АВБбШв. 4x50,1 = 80 м.

Активное и реактивное сопротивление кабельной линии (КЛ) определим по [6].

Удельное активное и индуктивное сопротивление жил КЛ определим по [5].

Полное сопротивление определим по формуле (10).

Данные расчетов занесём в таблицу 7.

Таблица 7 – Сводная ведомость сопротивлений схемы замещения

Элементы схемы	Расчетные параметры		
	R	X	Z
Трансформатор	9,4	27,2	28,78
Р – 1000	0,18	0	0,18
QF1 (ВРУ)	0,25	0,17	0,30
QF2 (ЩС котельной)	2,5	2	3,20
QF3 (ЩС КНС)	0,8	0,7	1,06

Определим сопротивления и токи КЗ.

Сопротивления в точке К₁ определим как сумму сопротивлений:

$$R_{K1} = R_T + R_P,$$

$$X_{K1} = X_T + X_P.$$

Полное сопротивление в точке К₁ определим по формуле (10)

$$Z_{K1} = \sqrt{R_{K1} + X_{K1}^2}.$$

Аналогично рассчитаем сопротивления в других точках КЗ.

Ударный коэффициент в точке K_1 принимаем $k_y=1,1$ [13], в других точках КЗ $k_y= 1$.

Начальное действующее значение периодической составляющей в точках КЗ определим по формуле

$$I_K = \frac{U_K}{\sqrt{3} \cdot Z_K}.$$

Апериодическую составляющую тока КЗ в точках $K_1 - K_4$ определим по формуле

$$I_a = \sqrt{2} \cdot I_K.$$

Ударный ток КЗ в точках $K_1 - K_4$ определим по формуле

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot I_K \cdot k_{y\partial}.$$

Данные расчетов занесем в таблицу 8.

Таблица 8 – Сводная ведомость токов короткого замыкания

Точки КЗ	Расчетные параметры						
	R	X	Z	K_y	I_K	I_a	$i_{уд}$
K1	9,58	27,20	28,84	1,10	8,01	11,33	12,46
K2	9,83	27,37	29,08	1,00	7,94	11,23	11,23
K3	12,08	29,20	31,60	1,00	7,31	10,34	10,34
K4	10,38	27,90	29,77	1,00	7,76	10,97	10,97

2.7. Проверка правильности выбора аппаратуры защиты

На основании расчетных токов КЗ проведём проверку правильности выбора автоматических выключателей.

Автоматические выключатели, установленные в КТП, предназначены для защиты от сверхтоков (токов КЗ), вследствие чего правильность их выбора определяется по условиям:

$$I_K > I_{расц},$$

$$i_{y\partial} > I_{расц},$$

$$I_K \geq 3 \cdot I_{ном}.$$

QF1 – ВА99 – 400, $I_p = 400\text{А}$ (для ДОУ), – диапазон срабатывания мгновенного расцепителя составляет $(5 \times 10) \times I_{\text{ном}}$. Для расчетов принимаем максимальное значение, т.е. $I_{\text{расц.}} = 4000\text{А} = 4\text{кА}$

$$7,94\text{кА} \geq 4\text{кА},$$

$$11,23 \geq 4\text{кА},$$

$$7,94\text{кА} \geq 3 \cdot 0,4 = 1,2\text{кА}.$$

Автоматический выключатель выбран правильно.

QF2 – ВА99 – 32, $I_p = 63\text{А}$ (котельная), $I_{\text{расц.}} = 630\text{А} = 0,63\text{кА}$.

$$7,31\text{кА} \geq 0,63\text{кА},$$

$$10,34\text{кА} \geq 0,63\text{кА},$$

$$7,94 \geq 3 \cdot 0,63 = 1,89\text{кА}.$$

Автоматический выключатель выбран правильно.

QF3 – ВА99 – 32, $I_p = 125\text{А}$ (КНС), $I_{\text{расц.}} = 1250\text{А} = 1,25\text{кА}$.

$$7,76\text{кА} \geq 1,25\text{кА},$$

$$10,97\text{кА} \geq 1,25\text{кА},$$

$$7,31 \geq 3 \cdot 1,25 = 3\text{кА}.$$

Автоматический выключатель выбран правильно.

2.8. Выбор счетчика электрической энергии

Основным прибором, производящим учет электроэнергии, является счетчик электрической энергии. Счетчик электрической энергии – это интегрирующий по времени прибор учёта (ПУ), измеряющий активную и (или) реактивную энергию.

При выборе ПУ наиболее важно обратить внимание на тарифность и класс точности.

Все ПУ характеризуются классом точности, который представлен как число, равное пределу допускаемой погрешности, выраженной в процентах, для всех значений диапазона измерений тока – от минимального до

максимального значения, коэффициентом мощности, равном единице, при нормальных условиях, установленных стандартами или техническими условиями на ПУ. На щитке прибора обозначается цифрой в круге.

Согласно постановлению правительства Российской Федерации от 4 мая 2012 г. № 442п 139 [7], для учета электрической энергии, потребляемой потребителями, с максимальной мощностью менее 670 кВт, подлежат использованию ПУ класса точности 1,0.

Требуемому классу точности соответствуют современные электронные (цифровые) ПУ.

Основные характеристики цифровых ПУ:

- высокий класс точности;
- долговечность (отсутствие подвижных механизмов);
- наличие памяти для хранения данных о потребленной электроэнергии;
- возможность интегрирования в автоматизированную систему учёта потребляемой энергии (АИИС КУЭ).

Основным достоинством цифровых ПУ является возможность учёта электроэнергии по дифференцированным тарифам.

Для учета использования электроэнергии в ДООУ используется коммерческий (расчетный) и технический (контрольный) учет.

Коммерческий учет ведется для совершения денежного расчета за потребленную энергию. ПУ коммерческого учета установлены в КТП в количестве 5 шт.

Целью технического учета является контроль перераспределения энергии внутри организации. ПУ технического учета установлены в ДООУ ВРУ (1 шт.) и ППУ (2 шт.).

На основании всего изложенного для коммерческого учета электроэнергии выберем по каталогу [19] трехфазные электронные счетчики Меркурий 230 ART, которые устанавливаем в КТП изображены на рисунке 8.

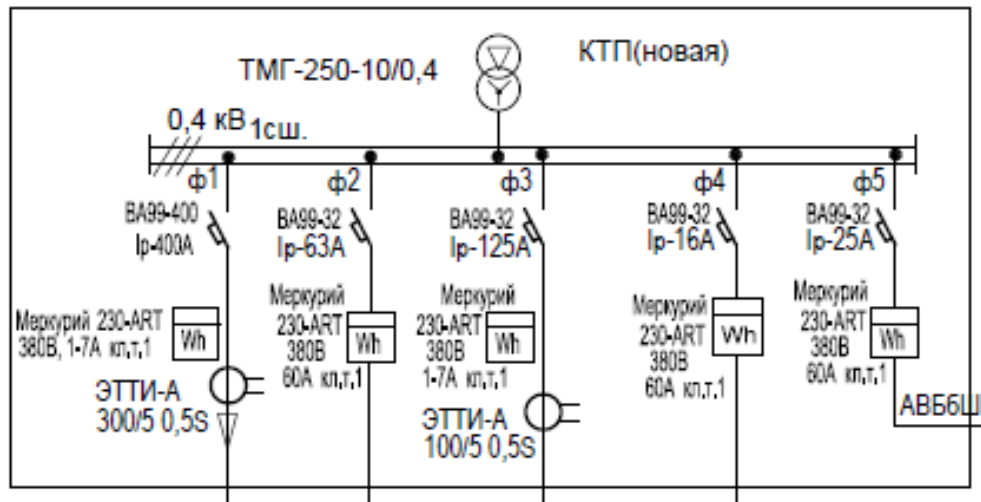


Рисунок 8 – Приборы учета в комплектной трансформаторной подстанции

Для технического учета электроэнергии выберем трехфазные электронные счетчики на рисунке Ж.1 приложения Ж. По каталогу [20] принимаем к установке трехфазный электронный ПУЭНЕРГОМЕРА СЕ301 – R33. ПУ устанавливается в щиток на DIN – рейку, осуществляет измерение и учет активной электрической энергии в трехфазных четырёхпроводных сетях переменного тока.

Для потребителей электроэнергии с током нагрузки более 100А счетчики включаются с применением трансформаторов тока ТТИ – А 100/5А – 0,5S.

3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

3.1. Выбор резервного источника электроснабжения

В соответствии с требованиями ПУЭ [8] и СП 31 – 110 – 2003 [11] объект ДООУ относится к потребителям II категории надежности электроснабжения, что требует два независимых источника электроснабжения.

При проектировании резервного источника электроснабжения ДООУ рассматривались два варианта: строительство новой высоковольтной линии (ВЛ) 10кВ с подключением независимой КТП и установка ДЭС.

В выпускной квалификационной работе необходимо сравнить затраты строительства новой ВЛ электроснабжения 10кВс подключением независимой КТП и затраты на установку и эксплуатацию резервного источника питания типа ДГУ.

В районе строительства детского сада нет требуемой мощности для подключения ТП от независимого источника электроснабжения. Ближайший независимый фидер 10кВ находится на значительном удалении от объекта. Этим обусловлено строительство новой ВЛ.

Протяженность строительства ВЛ от существующего фидера до ДООУ составит 1 914м, общая длина провода СИПЗ – 5 742 м, запроектировано опор – 43 шт.

3.2. Составление сметы капитальных вложений

Определим капитальные вложения на строительство ВЛ 10 кВ и сведём их в таблицу 9 (все данные приведены в ценах 2017 года).

Определим капитальные вложения на установку и эксплуатацию ДГУ производства «Азимут» АД – 250 – Т – 250 и сведём их в таблицу 10 (все данные приведены в ценах 2017 года).

Таблица 9 – Смета капитальных вложений на строительство высоковольтной линии 10 кВ

Наименование	Стоимость, руб.	Количество	Сума, руб.
Проектные работы	229 400,00	1	229 400,00
Геодезические работы	114 700,00	1	114 700,00
Арматура	5 735 000,00	1	5 735 000,00
Монтажные работы	688 200,00	1	688 200,00
Дополнительные работы	573 500,00	1	573 500,00
ИТОГО			7 340 800,00

Таблица 10 – Смета капитальных вложений на установку дизельной электростанции

Наименование	Стоимость, руб.	Количество	Сума, руб.
Дизель – генераторная установка АД 200С – Т400 – 2РН	2 593 300,00	1	2 593 300,00
Прокладка силового кабеля по воздуху или по подготовленной трассе (цена за 3 метра)	17 718,00	1	17 718,00
Монтаж блока АВР	15 185,00	1	15 185,00
Устройство заземления станции	34 170,00	1	34 170,00
Прокладка силового кабеля в помещении	25 156,00	1	25 156,00
Прокладка кабеля управления в помещении	10 125,00	1	10 125,00
Изготовление отверстия для газовыхлопа стандартного размера (d до 80)	9 500,00	1	9 500,00
Монтаж системы газовыхлопа	18 982,00	1	18 982,00
Монтаж приточно – вытяжной вентиляции (жалюзи с электроприводом)	26 880,00	1	26 880,00
ИТОГО			2 751 016,00

3.3. Техничко-экономическое сравнение вариантов

Выбор оптимального варианта произведем по минимуму приведенных затрат по формуле

$$Z_n = E_n \cdot \Delta K + I_{\text{э}},$$

где Z_n – минимум приведенных затрат, руб.;

E_n – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений, $E_n = 0,12$ (1/год);

K – капитальные вложения (сметная стоимость), руб.;

$I_{\text{э}}$ – ежегодные эксплуатационные расходы, руб.;

Ежегодные эксплуатационные расходы определим по формуле

$$I_{\text{э}} = A + Z_{\text{тр}} \cdot Z_{\text{проч.}},$$

где A – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$Z_{\text{тр}}$ – затраты на текущий ремонт, руб.;

$Z_{\text{проч.}}$ – прочие затраты, руб.

Затраты на амортизацию оборудования определим по формуле

$$A = \frac{K \cdot H_A}{100\%},$$

где H_A – норма амортизации, %;

Затраты на текущий ремонт составляют $Z_{\text{тр}} = 80\%$ от затрат на амортизацию.

Прочие затраты составляют $Z_{\text{проч.}} = 10\%$ от суммы затрат на амортизацию и текущий ремонт, откуда определим ежегодные эксплуатационные расходы при установке и обслуживании.

Результаты расчетов сведем в таблицу 11.

Произведем расчет годовых затрат на дизельное топливо для работы от ДГУ и электроэнергию.

Годовые затраты на дизельное топливо составляют:

$$Z_{\text{ГДГУ}} = t \cdot D \cdot C_d,$$

где t – среднее число часов в год возможного отключения электроэнергии основного ввода $t = 72$ часа;

D – расход дизельного топлива при 100% нагрузке $D = 52$ л/ч;

C_d – цена дизельного топлива $C_d = 39,2$ руб/л;

Годовые затраты на электроэнергию для работы от ВЛ составляют:

$$Z_{\text{ВЛ}} = S \cdot t \cdot C_{\text{э}},$$

где S – расчетная мощность, кВА;

$C_{\text{э}}$ – цена на электроэнергию $C_{\text{э}} = 4$, руб./кВт*ч.

Результаты расчетов сведем в таблицу 11.

Таблица 11 – Общие затраты

Наименование оборудования	ДГУ	ВЛ
Капитальные вложения, ΔК	2 751 016,00	7 340 800,00
Минимум приведенных затрат, Зп	531 863,09	880 896,00
Ежегодные эксплуатационные расходы, Иэ	201 741,17	0,00
Затраты на амортизацию	183 401,07	0,00
Затраты на текущий ремонт, Зтр	146 720,85	0,00
Прочие затраты, Зпроч	18 340,11	0,00
Годовые затраты на энергию, Зг	73 382,40	31 007,16
ИТОГО, руб.	3 026 139,57	7 371 807,16

Технико-экономический расчет показал, что ежегодные эксплуатационные расходы и годовые затраты на энергию при использовании ВЛ меньше, чем у ДГУ. Однако капитальные затраты на строительство ВЛ значительно больше, чем у ДГУ.

На основании вышеизложенного делаем вывод, что в качестве резервного источника питания экономически целесообразно применить ДГУ.

4 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

4.1. Электробезопасность

4.1.1. Перечень мероприятий по заземлению объекта

Для электроснабжения объекта использована электрическая сеть типа TN – C – S с глухозаземленной нейтралью трансформатора, с отдельными нулевыми N и PE проводниками во внутренних сетях здания.

Открытые токопроводящие части стационарного электрооборудования заземляются (зануляются) присоединением к нулевым защитным (PE) проводникам. Надежное автоматическое отключение питания при однофазных коротких замыканиях обеспечивается тем, что время срабатывания аппаратов защиты не превышает значений, установленных п.1.7.79 ПУЭ [8].

Для обеспечения электробезопасности людей и повышения уровня защиты от возгораний при эксплуатации электропроводок на линиях, питающих штепсельные розетки, устанавливаются дифференциальные выключатели с уставкой по току утечки 30 мА. На вводе в здание выполняется повторное заземление нулевых совмещенных PEN проводников четырехпроводных питающих линий, прокладываемых от ТП.

Наружный контур заземления (горизонтальный и вертикальный) является общим для молниезащиты, электроустановки здания (повторное заземление нулевого PEN проводника) и системы уравнивания потенциалов. Его сопротивление не должно превышать 4 Ом.

Кабельные линии с металлическими оболочками или броней, а также металлические конструкции, на которых проложены кабели, должны быть заземлены. Заземление (зануление) металлических оболочек, корпусов муфт

и брони выполняется при разделке концов кабелей. Заземление выполняют медными многопроволочными проводами.

Заземляющее устройство КТП10/0,4 кВ принято общим для напряжения 10 и 0,4 кВ сопротивление заземляющего устройства КТП принимается не более 4,0 Ом.

Для сохранения заземляющего устройства от механических повреждений при прокладке и вводе кабельных линий в КТП применяется искусственный заземлитель, который исполнен из горизонтальных (сталь полосовая 50x4) и вертикальных (сталь угловая 50x50x5) заземлителей. Присоединение наружного контура заземления к внутреннему выполняется в соответствии с инструкцией на установку завода изготовителя.

Защита от атмосферных перенапряжений обеспечивается установкой ограничителей перенапряжения, которые устанавливаются на вводах и поставляются в комплекте с КТП. Защита трансформаторной подстанции от прямых ударов молнии обеспечено непрерывной связью металлического каркаса с внутренним и наружным контуром заземления.

Контур заземления ДЭС выполняется аналогично. Поскольку каркас контейнера ДЭС выполнен из металла толщиной более 4 мм, он используется, как молниеприемник и присоединен к контуру заземления ДЭС не менее, чем в двух точках. Сопротивление не должно превышать 4 Ом.

4.1.2. Расчет заземляющего устройства комплектной трансформаторной подстанции

Расчёт заземляющего устройства трансформаторной подстанции изображенный на рисунке 9, произведем по методике В. П. Шеховцова.[17].

Для расчета ЗУ используем данные:

- размеры здания ТП = 2100x3000м,
- только искусственные заземлители;

- тип ЗУ – контурное, по периметру ТП на расстоянии 1 м от стены;
- климатическая зона – III (исходные данные);
- грунт – глина (исходные данные), $\rho = 400 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;
- вертикальный заземлитель – стальной уголок 50x50x5, $L=3000 \text{ м}$;
- горизонтальный заземлитель – стальная полоса 40x4,
- глубина заложения ЗУ в грунт $t = 0,5 \text{ м}$.

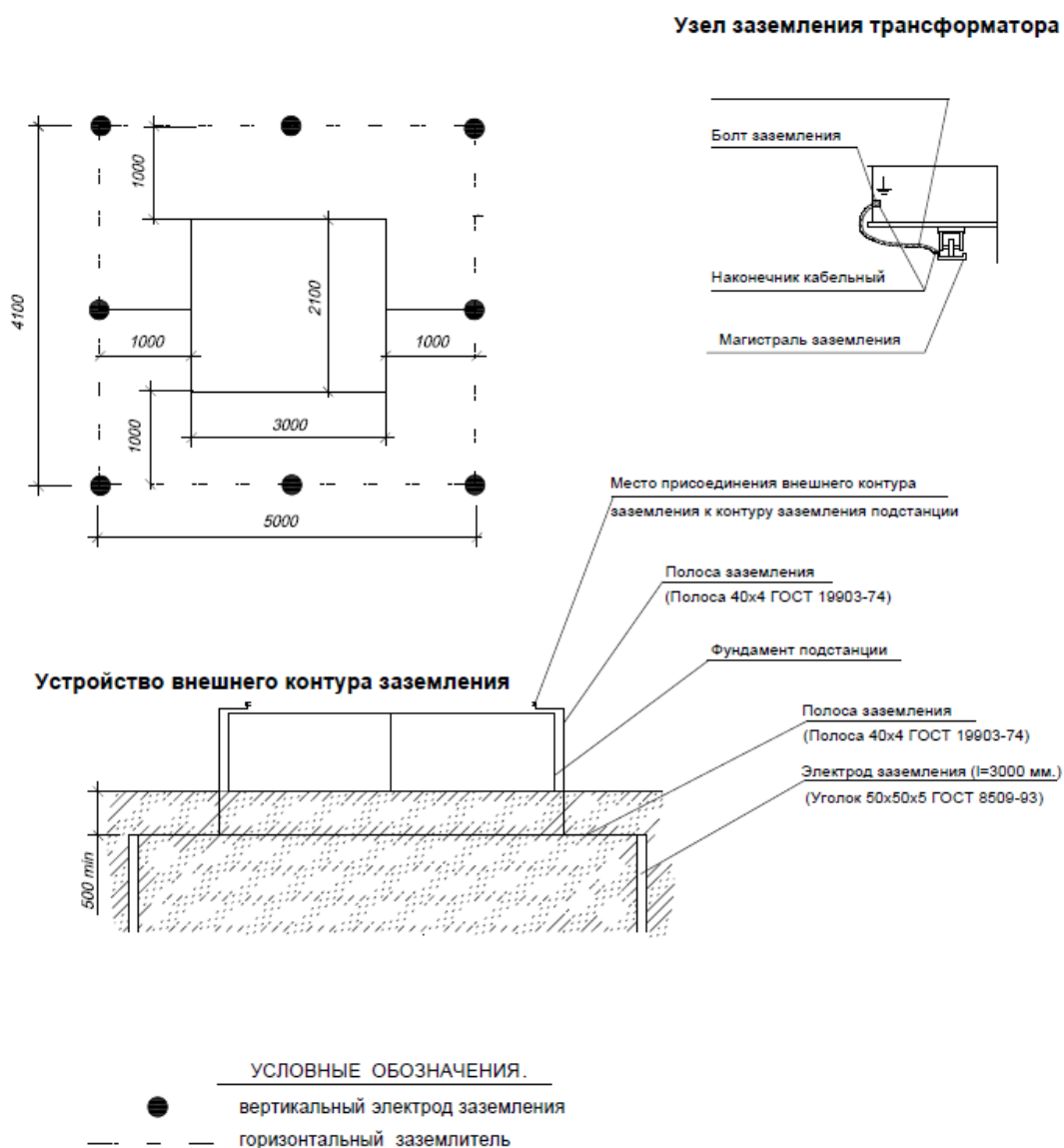


Рисунок 9 – Контур заземления комплектной трансформаторной подстанции
 Устанавливаем необходимое по ПУЭ [8] допустимое сопротивление заземляющего устройства. Наружный контур заземления (горизонтальный и вертикальный) является общим для молниезащиты, электроустановки здания

(повторное заземление нулевого PEN проводника) и системы уравнивания потенциалов. Его сопротивление не должно превышать 4 Ом. Поэтому принимаем за расчетное сопротивление $R_3 = 4 \text{ Ом}$.

Определим расчётное удельное сопротивление грунта с учётом коэффициента сезонности $K_{сез} = 1,5$

$$\rho_p = K_{сез} \cdot \rho,$$

$$\rho_p = 1,5 \cdot 40 = 60 \text{ Ом/м.}$$

Определим расчетное сопротивление одного вертикального заземлителя:

$$\rho_{\epsilon} = 0,3 \times \rho_p,$$

$$\rho_{\epsilon} = 0,3 \times 60 = 18 \text{ Ом.}$$

Определим количество вертикальных заземлителей:

$$\rho_{\epsilon,p}^I = \frac{\rho_{\epsilon}}{\rho_{II}} - \text{без учета экранирования (расчетное);}$$

$$\rho_{\epsilon,p}^I = \frac{18}{4} = 4,5;$$

$$\rho_{\epsilon,p}^I = 5 - \text{с учетом экранирования.}$$

Предварительно выберем отношение: $a/L = 2$, откуда по [2] для $\rho_{\epsilon,p}^I = 5$, определим $\eta_{\epsilon} = 0,69$

$$N_{в.р} = \frac{N_{в.р}^I}{\eta_{\epsilon}},$$

$$N_{в.р} = \frac{5}{0,69} = 7,25.$$

Принимаем количество вертикальных электродов $N = 8$

Определим длину горизонтального заземлителя (полосы).

Так как контурное ЗУ закладывается на расстоянии 1 м от здания ТП, то длина полосы по периметру закладки определим по формуле:

$$L_{II} = (A + 2) \times 2 + (B + 2) \times 2,$$

$$L_{II} = (2,100 + 2) \times 2 + (3,000 + 2) \times 2 = 18,2 \text{ м.}$$

Уточним расстояния между электродами с учетом формы объекта (ТП).
Устанавливаем по углам по одному вертикальному электроду, а оставшиеся
заземлители распределяем между ними:

$$a_B = \frac{B_1}{n_B - 1}; a_B = \frac{5}{3 - 1} = 2,5 \text{ м},$$

$$a_A = \frac{A_1}{n_A - 1}; a_A = \frac{4,1}{3 - 1} = 2,05 \text{ м},$$

где a_A и a_B – расстояние между электродами по длине и ширине ТП, м;
 n_A и n_B – количество электродов по длине и ширине ТП
соответственно.

Определим коэффициент использования горизонтального заземлителя.
Для контурного ЗУ при $a/L = 1; \eta_r = 0,45$

Определим коэффициент сезонности для горизонтального заземлителя.
Для климатической зоны III $K_{сез.г.} = 2,3$

Определим сопротивление заземлителей.

Сопротивление вертикальных заземлителей:

$$R_B = \frac{r_B}{N_B \cdot \eta_B},$$

$$R_B = \frac{18}{8 \cdot 0,69} = 3,26 \text{ Ом}.$$

Сопротивление горизонтального заземлителя (полосы):

$$r_p = \frac{0,4 \times \rho_p}{\square_n} \cdot \text{Lg} \frac{2L_n^2}{b \times t},$$

где b – ширина полосы, м;
 t – глубина заложения, м.

$$r_p = \frac{0,4 \cdot 60}{18,2} \cdot \text{Lg} \frac{2 \cdot (18,2)^2}{4 \cdot 0,5} = 38,9 \text{ Ом}.$$

Определим фактическое значение контура заземления:

$$\square_{ЗУ.Ф} = \frac{\square_1 \times \square_2}{\square_1 + \square_2},$$

$$\square_{ЗУ.Ф} = \frac{3,26 \times 38,9}{3,26 + 38,9} = 3,007 \text{ Ом}.$$

Сравним расчетное и заданное сопротивление заземлителей:

$$\square_{3У.Ф} = 3,007 \text{ Ом} < \square_3 = 4 \text{ Ом}.$$

Следовательно, заземляющее устройство ТП удовлетворяет заданным параметрам.

4.1.3. Молниезащиты

Молниезащита сооружений и зданий представляет собой систему, состоящую из комплекса устройств и сооружений. Молниезащита предназначена для обеспечения безопасности людей, сохранения сооружений и зданий, оборудования и материалов от грозового электричества. Молниезащита позволяет снизить последствия прямого удара молнии в защищаемый объект или ее вторичных проявлений.

Прямой удар молнии – непосредственный контакт молнии со зданием или сооружением, который сопровождается протеканием через него тока молнии. При прямом ударе проявляются электрическое, тепловое, динамическое действие тока молнии.

Вторичное проявление молнии – наведение потенциалов на металлических элементах оборудования или конструкций здания в незамкнутых металлических контурах, вызванное близкими разрядами молнии.

Наведение высокого потенциала – перенесение в здание по металлическим коммуникациям (подземным и наземным трубопроводам, кабелям и т.п.) электрических потенциалов, возникающих при прямых и близких ударах молнии.

Объекты, которые подлежат защите от атмосферного электричества, подразделяются на две группы: обычные и специальные. Проектируемый объект ДОУ по устройству молниезащиты относится к обычным объектам [10].

По табл. 2.2 [10] уровень защиты проектируемого объекта от прямых ударов молнии – III, при этом надёжность защиты от прямых ударов молнии примем – 0,99. Согласно [10] в проекте молниезащита здания выполнена по III классу защиты молниеприемной сеткой.

Молниеприемная сетка выполнена из круглой оцинкованной стальной проволоки диаметром 8 мм, уложенной сверху на кровлю. Шаг ячеек сетки – 10x10 м, узлы сетки соединены сваркой. Выступающие над крышей металлические элементы присоединены к молниеприемной сетке и оборудованы дополнительными молниеприемниками.

Токоотводы от молниеприемной сетки проложены к заземлителю через 25 метров по периметру здания. Токоотводы, прокладываемые по наружным стенам здания, располагаются как можно дальше от входов.

Горизонтальный заземлитель (стальная проволока горячего оцинкования 40x5 мм) проложен в траншее на глубине 0,6 – 0,7 м. по периметру здания. В местах присоединения токоотводов выполняются вертикальные заземлители из круглой стальной проволоки горячего оцинкования $d=18$ мм, $L=3$ м.

Искусственные заземлители располагают под асфальтом в редко посещаемых местах на значительном удалении от пешеходной зоны.

Наружный контур заземления (горизонтальный и вертикальный) является общим для молниезащиты, электроустановки здания (повторное заземление нулевого PEN проводника) и системы уравнивания потенциалов. Сопротивление наружного контура заземления не должно превышать 4 Ом.

Согласно ПУЭ [8] выполнена основная система уравнивания потенциалов, соединяющая между собой следующие проводящие части:

- защитный проводник питающей линии;
- проводник рабочего (технологического) заземления;
- заземляющий проводник, присоединенный к естественному или искусственному заземлителю;

- металлические трубы коммуникаций, входящих в здание (трубы горячего и холодного водоснабжения, отопления и т.д.);
- каркаса здания и заземлителя молниеприемника.

Токопроводящие элементы конструкции здания соединяются между собой на вводе в здание при помощи главной заземляющей шины. Основные проводники системы уравнивания потенциалов выполняются из полосовой стали 40x4 мм, прокладываются открыто по стенам подвала, крепятся скобами.

Для защиты от прикосновения все металлические части электрооборудования нормально не находящиеся под напряжением присоединить к нулевому защитному проводнику сети (занулить). Металлические корпуса душевых поддонов, моек, труб ГВС соединить проводниками ВВГ – 1x4 с шиной дополнительного уравнивания потенциалов.

В качестве молниезащиты котельной используется дымовая труба, представляющая собой одиночный стержневой молниеотвод, наверху которой устанавливается молниеприемник – металлический штырь диаметром 20 мм и длиной 1,5 м, тело дымовой трубы соединено с контуром заземления котельной.

Произведем расчет зоны молниезащиты котельной представленной на рисунке 10.

Для расчета воспользуемся формулами для объекта при высоте молниеотвода до 100 м.

- верхняя граница защищаемого объекта $h_x = 8,75$ м;
- высота молниеприёмника $h = 25$ м;
- размеры защищаемого объекта $A \times B = 8,5 \times 9,3$ м.

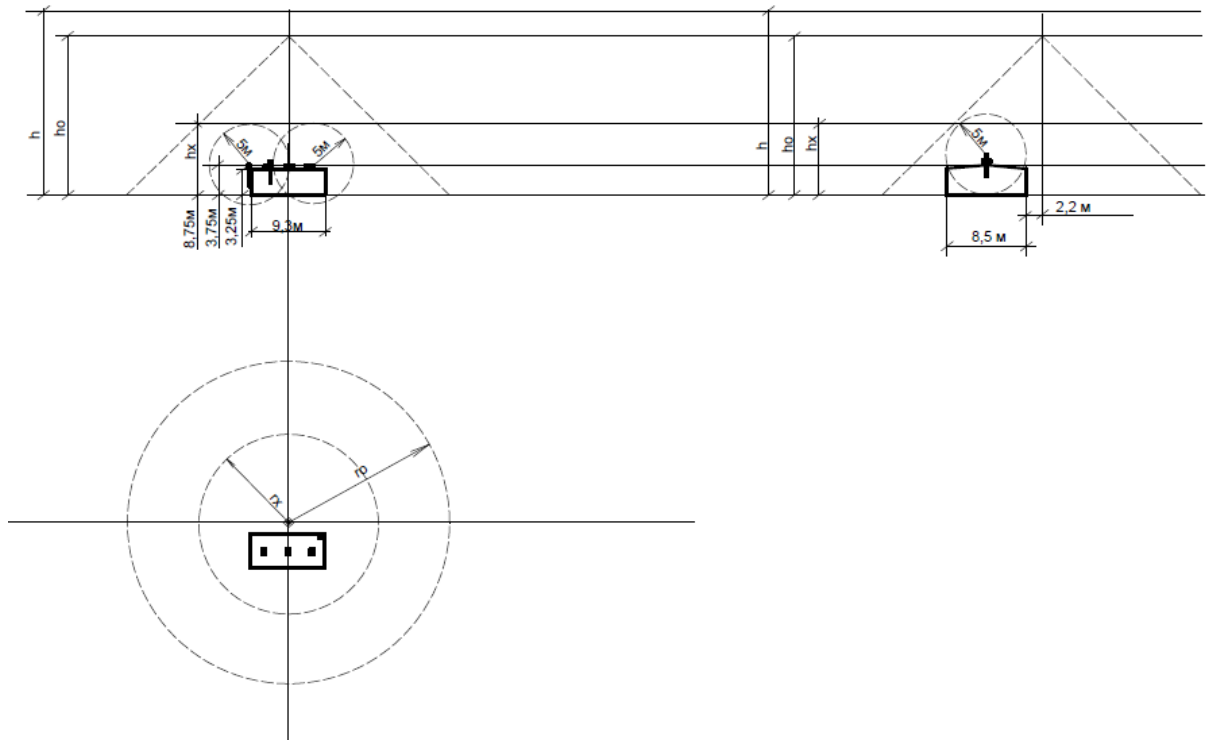


Рисунок 10 – Молниезащита котельной

Определим высоту вершины конуса молниеотвода h_0 :

$$h_0 = 0,8 \times h = 0,8 \times 25 = 20 \text{ м.}$$

Определим радиус защиты на уровне земли R_0 :

$$R_0 = 0,8 \times h = 0,8 \times 25 = 20 \text{ м.}$$

Определим радиус защиты на высоте котельной R_x :

$$R_x = \frac{R_0 \times (h_0 - h_x)}{h_0},$$

$$R_x = \frac{20 \times (20 - 8,75)}{20} = 11,25 \text{ м.}$$

На основании проведенного расчета можно сделать вывод, что молниезащита котельной по всем параметрам отвечает требованиям защиты объекта.

4.1.4. Пожарная безопасность

К социально значимым объектам, к которым относится ДООУ, предъявляются повышенные требования противопожарной безопасности.

Проектирование, монтаж, эксплуатацию электрических сетей и электроустановок, а также контроль технического состояния необходимо осуществлять в соответствии с требованиями ПУЭ [8]. В проекте эти требования учтены при выборе проводов и кабелей, основного электрооборудования, а также к их монтажу.

Пожарная безопасность исследуемого объекта – ДООУ обеспечена следующими мерами:

- прокладывание внутри помещений кабеля марки ВВГнг – LS, который обладает пониженной горючестью изоляции;
- прокладывание электропроводки в гофрированных ПВХ – трубах, выполненных из самозатухающего материала;
- установка аппаратов защиты заводского изготовления;
- установка электрического оборудования заводского исполнения с привлечением к монтажу соответствующих специалистов.

При эксплуатации действующих электроустановок запрещается:

- использовать электроприемники в условиях, не соответствующих требованиям инструкций организаций – изготовителей, или неисправные приемники, которые могут привести к пожару, а также эксплуатировать кабели и электропровода с потерявшей защитные свойства и поврежденной изоляцией;
- пользоваться поврежденными рубильниками, розетками, а также эксплуатировать светильники со снятыми защитными кожухами (рассеивателями), предусмотренными конструкцией светильника;
- пользоваться электронагревательными приборами, не имеющими устройств тепловой защиты, без подставок из негорючих теплоизоляционных материалов, исключающих опасность возникновения пожара;
- применять нестандартные, несертифицированные электрические приборы, использовать некалиброванные плавкие вставки или другие самодельные устройства защиты от перегрузки и короткого замыкания;

- размещать (складировать) у электрощитов, электродвигателей и пусковой аппаратуры горючие и легковоспламеняющиеся вещества и материалы.

4.2. Экологическая безопасность

4.2.1. Рациональное использование природных ресурсов

Земельный участок под размещение детского сада относится к категории земель «земли населенных пунктов». Площадь территории в границах благоустройства составляет 21750 м².

Трехэтажный детский сад запроектирован на 270 мест. Перекрытия сборные железобетонные, наружные и внутренние несущие стены выполнены из кирпича. Наружные стены из кирпича с облицовкой утеплителем, оштукатуренные и окрашенные. Перегородки – твинблоки из ячеистого бетона. Тип фундаментов – сборные ленточные из блоков ФБС. Крыша чердачная скатная.

Подъезд к зданию запроектирован с асфальтобетонным покрытием и бетонным бортовым камнем. Вдоль проездов предусмотрены тротуары шириной 1,5 м. Покрытие тротуаров – асфальтобетонное.

Свободная от застройки, проездов и тротуаров территория засеивается многолетними травами с внесением растительного слоя почвы $h = 15$ см. Высаживаются деревья и кустарники. Покрытие игровых площадок и площадок для занятия спортом – безпылевое, травяное с утрамбованным грунтом.

Организация рельефа решена с учетом создания условий для водоотвода с территории, и сохранения естественного рельефа и с учетом существующей застройки. Поверхностные стоки и талые воды отводятся с площадки открытым способом в северном и южном направлении на существующую поверхность.

Проектом вертикальной планировки предусматривается минимальное изменение существующего рельефа. Объем перемещаемого грунта составляет около 30964 м³; излишки грунта не образуются.

Для сбора твердых бытовых отходов предусмотрено два мусорных контейнера на специальной мусорной площадке.

В комплекс мероприятий по охране почв и земель, по благоустройству и озеленению территории ДООУ включены следующие мероприятия:

На период строительства:

- ограждение стройплощадки;
- снятие почвенного слоя с территории, складирование для последующего использования при благоустройстве и озеленении территории;
- организация временного проезда механизмов и транспорта по территории строительства;
- для бытового размещения предусмотрено четыре мобильных вагончика контейнерного типа с ходовой частью;
- организация складской зоны с установкой контейнера для сбора строительного мусора;
- организация мойки колес строительной техники;
- организация площадки для складирования стройматериалов;
- устройство проездов с асфальтобетонным покрытием;
- устройство газона.

Предусмотренные в проекте мероприятия по охране почв и земель позволят:

- обеспечить поверхностный водосток;
- исключить влияние на уровень грунтовых вод, изменение их химического состава, перемещение областей питания и разгрузки подземных вод;

- исключить возможность загрязнения грунтов различными веществами от выбросов автотранспорта, снижение прочностных характеристик грунтов.

Для охраны земель при строительстве и эксплуатации ДОУ проектные решения обеспечивают:

- максимальное снижение размеров и интенсивности выбросов загрязняющих веществ на территорию ДОУ и прилегающие земли;
- рациональное использование земель при складировании твердых бытовых отходов;
- своевременную рекультивацию земель, пострадавших при строительстве и эксплуатации объекта;
- снятие и использование почвенного слоя при рекультивации земель.

Место расположения ДОУ не затрагивает охранных зон памятников природы и заповедников; обеспечивает сохранность земель природоохранного, природно – заповедного, оздоровительного и историко – культурного назначения.

4.2.2. Воздействие объекта на атмосферный воздух

Система отопления ДОУ запланирована от вновь установленной газовой котельной.

Рассмотрим два возможных варианта загрязнения окружающей среды:

- загрязнение воздушного бассейна при производстве строительно-монтажных работ на участке строительства объекта;
- воздействие на окружающую среду при эксплуатации объекта;

Загрязнение атмосферы при строительно-монтажных работах носит временный характер (выбросы от автотранспорта, сварочных работ и при планировке площадки строительства).

Загрязнения атмосферы при эксплуатации проектируемого объекта происходит: от дымовых труб котельной, при движении автотранспорта по территории и на открытых автостоянках, а также залповые и аварийные выбросы через продувочные и сбросные свечи, установленные в котельной и на ГРУ (газораспределительное устройство).

В исключительном случае (при аварийной ситуации – разрыве подземного газопровода высокого давления) может произойти аварийный выброс вредных веществ.

Котельная. С максимальной нагрузкой котельная работает в зимний период – 5520 час/год (на отопление). В летний период котельная работает на ГВС. От газовой котельной в атмосферу поступают загрязняющие вещества – продукты сгорания топлива (природного газа) оксид и диоксид азота, серы диоксид, оксид углерода.

Свечные устройства в котельной и на ГРУ. Выброс загрязняющих веществ от газового оборудования может наблюдаться в следующих случаях:

- при продувке газооборудования – ГРУ (продувочные свечи, залповый выброс) – загрязняющие вещества: метан и одорант СПМ – этилмеркаптан;
- сбросная свеча при срабатывании предохранительно – сбросного клапана на ГРУ в случае превышения допустимого давления в газопроводе (аварийный выброс) – загрязняющие вещества: метан и одорант СПМ – этилмеркаптан;

Всего в котельной и на ГРУ имеется шесть свечей: пять продувочных свечей и одна сбросная свеча на ГРУ. Продувочные и сбросные свечи работают последовательно. При проведении расчетов рассеивания показан «условно худший вариант» – одновременная работа двух продувочных свечей из пяти и одной сбросной свечи.

Выбросы от продувочных свечей разовые и кратковременные – возможны в период пуско-наладочных и ремонтных работ.

Количество вредных выбросов определяется в соответствии с отраслевыми нормами технологического оборудования и отраслевыми методическими указаниями по определению выбросов вредных веществ в атмосферу.

4.2.3. Расчет залповых выбросов загрязняющих веществ

Источники загрязнения – продувочные свечи, расположены на специальном продувочном газопроводе в котельной и на ГРУ (в данном случае свечи выведены на высоту 4 м от уровня земли). Продувка производится при запуске в эксплуатацию системы газоснабжения.

Количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от свечных устройств, определяется в зависимости от объема газа, поступающего на свечу в соответствии с [2].

Исходные данные к расчету:

- Диаметр «свечи»: $D = 0,02$ м;
- Скорость выхода газа из «свечи»: $W = 3,4$ м/с;
- Плотность газа: $\rho = 0,68$ кг/м³.

Расчет массы выброса метана:

Объемный расход газа, поступившего в атмосферу, м³/с:

$$V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times W; V = \frac{3,14 \times 0,022}{4} \times 3,4 = 0,0011 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Массовый расход газа, г/с:

$$M = V \times \rho \times 10^3 = 0,0011 \times 0,68 \times 1000 = 0,748 \text{ г/с}.$$

Рассматриваемые источники выбросов являются недолговременным, поэтому усредним массу выброса, пересчитаем на 20-минутный период усреднения.

Усредненную массу выброса метана определим по формуле, г/с:

$$M_M^o = \frac{M_M}{T_o \times T}; M_M^o = \frac{0,748}{20 \times 60} = 0,0006 \text{ г/с}.$$

Выброс этилмеркаптана (одоранта) в составе газа, г/с:

$$M_3 = V_{\Gamma} \times 0,016 = 0,0011 \times 0,016 = 0,000018 \text{ г/с.}$$

Усредненная масса выброса этилмеркаптана, г/с:

$$M_3^o = \frac{M_3}{m_o \times m}; M_3^o = \frac{0,000018}{20 \times 60} = 0,015 \times 10^{-6} \text{ г/с.}$$

Валовый выброс загрязняющих веществ определяется исходя из расчета работы свечей в течение года: два раза в год по 20 минут (по опытным данным).

Валовый выброс метана, т/год:

$$M'_m = M_m \times 60 \times 20 \times 2 \times 10^{-6},$$

$$M'_m = 0,748 \times 60 \times 20 \times 2 \times 10^{-6} = 0,0018 \text{ т/год.}$$

Валовый выброс этилмеркаптана, т/год:

$$M'_3 = M_3 \times 60 \times 20 \times 2 \times 10^{-6},$$

$$M'_3 = 0,000018 \times 60 \times 20 \times 2 \times 10^{-6} = 0,043 \times 10^{-6} \text{ т/год.}$$

На основании расчетов делаем вывод, что выбросы в атмосферу загрязняющих веществ при залповых выбросах от продувочных свечей котельной и ГРУ будут незначительные.

4.2.4. Расчет аварийных выбросов загрязняющих веществ

При эксплуатации систем газоснабжения предусматриваются мероприятия, практически исключающие возможность аварийных ситуаций, предполагающих остановку и отключение ГРУ. При этом технологией предусматривается возможность выброса незначительного количества газа при повышении давления в системе газоснабжения. В этом случае, срабатывает предохранительно – сбросной клапан, который сбрасывает «лишнее» количество газа через свечу в атмосферу и снижает тем самым давление газа в системе.

В данном случае, как аварийный рассматривается сбросная свеча, срабатывающая при превышении давления в газопроводе, расположенная на ГРУ.

Количество газа, подлежащего сбросу через предохранительно – сбросной клапан (V), определяется по формуле:

$$Q \geq 0,0005 \times \frac{Q_{\square}}{3600},$$

где Q – количество газа, подлежащего сбросу в течение часа, м³/с (при 0°С и 0,10132);

QD – расчетная пропускная способность регулятора давления, м³/ч (при 0°С и 0,10132);

Выброс метана определяется по формуле, г/с:

$$M_m = Q \times \square \times 10^3.$$

2. Выброс одоранта СМП в составе газа определяется по формуле, г/с:

$$M_o = Q \times 0,016.$$

Продолжительность выброса составляет менее 20 минут, поэтому параметры выбросов усредняются:

Усредненная масса выброса метана, г/с:

$$M_m^o = \frac{M_m}{20 \times 60}.$$

Усредненная масса выброса одоранта СМП, г/с:

$$M_o^o = \frac{M_o}{20 \times 60}.$$

Годовые выбросы рассчитаем из расчета срабатываний клапанов два раза в год. Валовый выброс метана, т/год:

$$M'_m = M_m \times \square \times 2 \times 10^{-6}.$$

τ – продолжительность истечения газа из сбросной свечи при срабатывании ПСК, составляет 10 секунд.

Валовый выброс одоранта СМП, т/год:

$$M'_o = M_o \times \tau \times 2 \times 10^{-6}.$$

Массы выбросов загрязняющих веществ от сбросной свечи ГРУ
представлены в таблице 12

Таблица 12 – Массы выбросов загрязняющих веществ от сбросной свечи газораспределительного устройства

Наименование показателя	ГРУ
Пропускная способность клапана, м ³ /час	1200
Объемный расход газа при выбросе из сбросной свечи, м ³ /с (Q):	0,00017
Выброс метана, г/с (M): т/год (M'):	0,1156 2,3 × 10 ⁻⁶
Выброс одоранта СМП, г/с (M _э): т/год (M _э '):	2,7 × 10 ⁻⁶ 0,000054 × 10 ⁻⁶
Осредненная масса выброса метана (M ^о _м), г/с	0,000096
Осредненная масса выброса одоранта СМП (M ^о _э), г/с	0,002 × 10 ⁻⁶

На основании расчетов делаем вывод, что выбросы в атмосферу загрязняющих веществ при авариях от котельной и ГРУ будут незначительные.

5 РАЗРАБОТКА РУКОВОДСТВА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕБЛОКА ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для не электротехнического персонала.

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на электрооборудование (далее по тексту ЭО) пищеблока.

ЭО требует тщательного ухода в процессе эксплуатации и своевременного технического обслуживания и ремонта.

Незнание сведений, изложенных в РЭ, может привести к нарушениям в работе и преждевременному выходу из строя ЭО.

Руководство по эксплуатации предназначено для персонала, прошедшего техническое обучение (техминимум) и инструктаж по технике безопасности.

В состав электрооборудования пищеблока входит:

- котел пищеварочный электрический опрокидывающий;
- машина кухонная универсальная типа УКМ;
- духовой (жарочный) шкаф;
- электрическая сковорода;
- машина для нарезки хлеба;
- плита электрическая кухонная;
- картофелечистка;
- холодильные камеры и шкафы;
- водогрейные котлы;
- посудомоечная машина.

Внимание! Все виды ЭО представляют опасность для жизни и здоровья человека в виде поражения электрическим током.

5.1. Назначение

Представленное ЭО является типовым ЭО пищеблоков, предназначено для приготовления блюд, хранения продуктов, выпечки мучных изделий, запекания, мойки посуды, механизации основных процессов переработки пищевых продуктов.

Оборудование предназначено для профессионального использования и соответствует действующим на данный момент требованиям.

Данное оборудование предназначено только для использования в целях, указанных в паспорте и руководстве по эксплуатации на данное изделие. Любое другое использование расценивается как неправильное. Производитель не несет ответственности при неправильном и нецелевом использовании оборудования.

ЭО предназначено для эксплуатации в закрытом помещении с естественной вентиляцией при температуре окружающего воздуха 12 – 40°C, и относительной влажности не более 80 %.

5.2. Технические характеристики

ЭО работает от электрической сети переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 220/380В± 10 %.

Подключение электрического питания к ЭО произведём скрытой проводкой в полу помещения пищеблока с трубной разводкой.

5.3. Требования безопасности

Источником опасности в ЭО является напряжение питающей электрической сети.

Лица, допущенные к использованию ЭО, должны пройти инструктаж по правилам эксплуатации и технике безопасности при работе с ЭО.

Сборка ЭО произведём в строгом соответствии с инструкцией по сборке.

Внимание! Все работы, связанные с подключением ЭО к электрической сети должны выполняться квалифицированными специалистами, имеющими допуск к работам с электрооборудованием.

Корпус ЭО должен быть заземлен. Место заземления указано на корпусе.

Необходимо оберегать ЭО от небрежного обращения и ударов, регулярно в конце рабочего дня проводить санитарную обработку рабочих поверхностей.

Присоединение к электрической сети и проверка сопротивления заземления осуществляется аттестованным специалистом, допущенным к работе с электроустановками напряжением до 1000В.

Внимание! Чистка и регулировка всех видов ЭО допускается только в отключенном состоянии!

При перемещениях изделия на новое место необходимо отключать его от электросети и заземления.

Не допускается включение в сеть ЭО при наличии видимых повреждений розетки, вилки, или соединительного шнура.

В случае возникновения в работе неисправности, связанной с появлением электрического треска, задымления и замыкания на корпусе следует немедленно отключить ЭО от электрической сети и включить вновь только после устранения неисправностей.

Запрещается:

- **работа без заземления корпуса;**
- **использование в качестве заземления тепловой, газовой и канализационной системы;**

Каждое ЭО должно включаться в электрическую сеть от отдельного автоматического выключателя.

При возникновении пожара, следует немедленно отключить ЭО от электрической сети, принять меры к тушению пожара и вызвать пожарную службу.

Все движущиеся части ЭО (валы, ролики и пр.) должны быть ограждены. Работать на ЭО без соответствующих ограждений запрещается.

Внимание! Для очистки наружной части ЭО, не допускается применять водяную струю.

5.4. Порядок работы

Прежде чем включить ЭО, необходимо внимательно ознакомиться с руководством по эксплуатации изготовителя оборудования, с указаниями по технике безопасности, элементами управления и указательными надписями на ЭО.

После окончания использования необходимо отключить ЭО от сети.

После окончания использования электрических приборов работниками пищеблока необходимо провести повседневный уход за ЭО.

Повседневный уход ЭО включает:

- внешний осмотр на соответствие правилам техники безопасности;
- проверка состояния световой сигнализации и аппаратов пуска;
- санитарная обработка ЭО.

5.5. Техническое обслуживание

В процессе эксплуатации ЭО необходимо выполнить следующие виды работ в системе технического обслуживания и ремонта:

- регламентированное техническое обслуживание (ТО)– комплекс профилактических мероприятий, осуществляемых с целью обеспечения работоспособности или исправности ЭО;

- текущий ремонт (ТР) – ремонт, осуществляемый в процессе эксплуатации, для обеспечения или восстановления работоспособности ЭО и состоящий в замене и (или) восстановлении его отдельных частей и их регулировании.

Регламентированное техническое обслуживание (ТО) включает:

- выполнение работ, входящих в техническое обслуживание при эксплуатации;
- выявление неисправностей оборудования путем опроса обслуживающего персонала;
- осмотр на соответствие требованиям техники безопасности;
- осмотр электрооборудования, подтяжка контактных соединений, замена контактов;
- проверка исправности защитного заземления;
- проверка надежности крепления съемных узлов и механизмов и подтяжка.

Регламентированное техническое обслуживание и текущий ремонт выполняются работниками специализированных ремонтных предприятий.

5.6. Хранение и утилизация

Постановка ЭО на хранение и снятие с хранения производится в соответствии с руководством по эксплуатации данного изделия.

Перед постановкой изделия на хранение необходимо провести ТО, чистку и санитарную обработку.

Хранение изделия проводить с учетом условий хранения (температура, влажность, освещенность, вид хранилища), указанных в паспорте изделия.

После окончания срока эксплуатации ЭО подлежит утилизации в соответствии с руководством по эксплуатации, прилагаемом к изделию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе разработана система электроснабжения дошкольного образовательного учреждения.

В ходе работы произведен:

- расчет электрических нагрузок;
- выбраны электроустановочные изделия (светильники, розетки);
- произведен выбор проводов и кабелей для внешнего и внутреннего электроснабжения объекта;
- произведен расчет токов короткого замыкания в линиях электроснабжения, на основании которого выполнена проверка правильности выбора защитной аппаратуры.
- произведен выбор средства учета электроэнергии, а также выбор автономных источников теплоснабжения (как рабочего, так и резервного).
- определена категория надежности электроснабжения.

В выпускной квалификационной работе также отражены вопросы, электробезопасности человека, в связи с этим обоснован выбор защитной аппаратуры линий электроснабжения с применением устройств защитного отключения (УЗО), произведен расчет и выбор заземляющих устройств, а также расчет и выбор молниезащиты здания и котельной.

В вопросах пожарной безопасности обоснован выбор марок кабелей, применяемых для системы внутреннего электроснабжения объекта.

Таким образом, задачи, поставленные в данной выпускной квалификационной работе, выполнены.

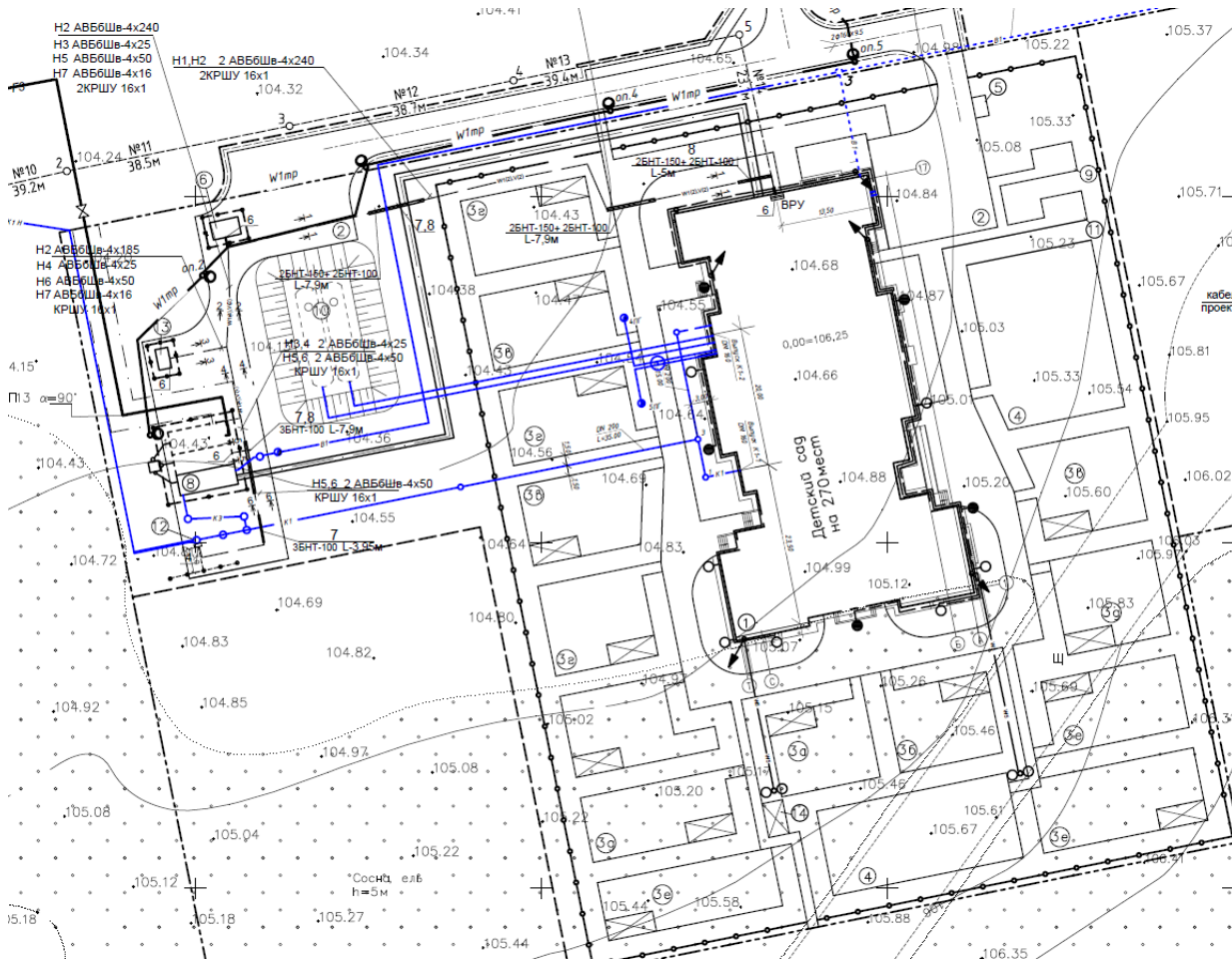
Спроектированная система электроснабжения дошкольного образовательного учреждения удовлетворяет всем требованиям действующей нормативно-технической документации с учетом требований правил безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 ГОСТ 31996 – 2012 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ Москва, Изд-во Стандартиформ, 2014
- 2 ГОСТ Р 53315-2009 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности».
- 3 Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения: Справочные материалы по электрооборудованию: Учеб.пособие / Том. политехн. ун-т. – Томск, 2005. – 168 с.
- 4 Кабышева А.В. Электроснабжение объектов Часть 2. Расчет токов короткого замыкания в электроустановках до 1000 В. Рекомендовано в качестве учебного пособия.
- 5 Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – Новосибирск, Сиб.унив.изд-во, 2010. – 464 с., ил.
- 6 СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций».
- 7 СП 31-110-2003 «Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий».
- 8 СП 52.13330.2010. Естественное и искусственное освещение. – Введ. 20.05.2011. – М.: Минрегион РФ, приказ № 783 от 27.12.2010. – 74 с.
- 9 СП 6.13130.2003 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности»;
- 10 Шеховцов В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. – 214 с., ил. –Профессиональное образование.
- 11 Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. – 2-е изд. – Москва, ФОРУМ, 2011 – 136с.

- 12 ГОСТ 12.2.085-2002 Сосуды, работающие под давлением
клапаны предохранительные М.: Стандартиформ, 2007
- 13 СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к
искусственному освещению помещений жилых и общественных зданий»
- 14 ГОСТ Р 50571.11-96. Электроустановки зданий. Часть 7.
Требования к специальным электроустановкам. Раздел 701. Ванные и
душевые помещения. Введ. 01.01.1997. – Москва, Госстандарт РФ; М.: Изд-
во Стандартиформ, 2012
- 15 Федеральный закон РФ от 30.12.2009г. №384-ФЗ
«Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
- 16 Постановление правительства РФ от 04.05.2012 № 442 «О
функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и
(или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии»
(с изменениями № 941 от 4.09.2015). – Утвержд. 04.05.2012. – Постановления
правительства Российской Федерации. – 2012
- 17 Указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 599 «О мерах по
реализации государственной политики в области образования и науки».
- 18 РД 153-34.0-20.527-98 Дата актуализации: 12.02.2016
- 19 <http://mercury.nt-rt.ru>
- 20 <http://www.energomera.ru>

ПРИЛОЖЕНИЕ А



Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Детский сад на 270 мест	Проект
2	Разворотная площадка	Проект
3а	Игровая площадка для детей с 1 до 2 лет	Проект
3б	Игровая площадка для детей с 2 до 3 лет	Проект
3в	Игровая площадка для детей с 3 до 4 лет	Проект
3г	Игровая площадка для детей с 4 до 5 лет	Проект
3д	Игровая площадка для детей с 5 до 6 лет	Проект
3е	Игровая площадка для детей с 6 до 7 лет	Проект
4	Площадка для занятия спортом	Проект
5	Площадка для сбора мусора	Проект
6	Трансформаторная подстанция	Проект сетевой компании
7	Площадка для высадки родителей с детьми	Сущ
8	Газовая котельная	Проект
9	Площадка для чистки ковровых изделий	Проект
10	Противопожарные резервуары	Проект
11	Площадка для сушки постельных принадлежностей	Проект
12	Канализационная насосная станция	Проект
13	Дизель-генераторная установка	Проект
14	Навес для санок и колясок	

Рисунок 11 – План расположения сетей 0,4 кВ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

№ пом.	Наименование	Тип светильника	Площадь м2	Кол-во шт.	Освещенность лкс	Высота подвеса м	Категория помещения
Группа старшего дошкольного возраста							
301	Раздевальная	AOT.PRS418	23.1	4	300	Поверхность потолка	Норм.
302	Групповая	AOT.PRS418	54.3	12	400	—	Норм.
303	Спальня	AOT.PRS418	50.4	6	150	—	Норм.
304	Туалетная	OWP/IS418	16.4	2	75	—	Влаж.
305	Буфетная	OWP/IS418	4.3	1	200	—	Влаж.
Группа подготовительного возраста							
306	Раздевальная	AOT.PRS418	23.0	4	300	Поверхность потолка	Норм.
307	Групповая	AOT.PRS418	54.6	12	400	—	Норм.
308	Спальня	AOT.PRS418	50.4	6	150	—	Норм.
309	Туалетная	OWP/IS418	16.4	2	75	—	Влаж.
310	Буфетная	OWP/IS418	4.3	1	200	—	Влаж.
Группа подготовительного возраста							
311	Раздевальная	AOT.PRS418	19.6	4	300	Поверхность потолка	Норм.
312	Групповая	AOT.PRS418	51.7	11	400	—	Норм.
313	Спальня	AOT.PRS418	53.7	6	150	—	Норм.
314	Туалетная	OWP/IS418	19.0	2	75	—	Влаж.
315	Буфетная	OWP/IS418	3.8	1	200	—	Влаж.
Группа подготовительного возраста							
316	Раздевальная	AOT.PRS418	18.0	4	300	Поверхность потолка	Норм.
317	Групповая	AOT.PRS418	51.6	11	400	—	Норм.
318	Спальня	AOT.PRS418	53.2	6	150	—	Норм.
319	Туалетная	OWP/IS418	16.9	2	75	—	Влаж.
320	Буфетная	OWP/IS418	3.8	1	200	—	Влаж.

№ пом.	Наименование	Тип светильника	Площадь м2	Кол-во шт.	Освещенность лкс	Высота подвеса м	Категория помещения
Служебно - бытовые помещения							
321	Коридор	OWP/R418	58.2	9	75	Подвесной потолок	Норм.
322	Лестничная клетка	OWP/S418	19.3	1	100	Поверхность потолка	Норм.
323	Лестничная клетка	OWP/S418	19.3	1	100	—	Норм.
324	Сан.узел персонала	НПП04-60	4.6	2	50	На стену h=2.5м	Влаж.
325	Помещение уборочного инвентаря	НПП04-60	5.8	1	50	—	Норм.
326	Коридор	OWP/R418	85.2	14	75	Подвесной потолок	Норм.
327	Лестничная клетка	OWP/S418	19.7	1	100	Поверхность потолка	Норм.
328	Тамбур подъёмника	НПП03-60	6.6	2	50	—	П-IIА
329	Зал для ИЗО	AOT.PRS418	74.5	18	500	—	Норм.
330	Кладовая для зала ИЗО	ЛСП44-2х36-003	9.3	1	75	—	П-IIА
331	Зал для физкультурных занятий	AOT.PRS418	121.4	30	400	Поверхность потолка	Норм.
332	Инвентарная	ЛСП44-2х18-003	6.6	1	75	—	П-IIА
334	Лестничная клетка	OWP/S418	19.3	1	100	—	Норм.
335	Методический кабинет	PRS/S418	26.6	4	300	—	Норм.
336	Кабинет заведующего	PRS/S418	14.7	3	300	—	Норм.
337	Кабинет констелянши	PRS/S418	13.2	2	300	—	Норм.
338	Кабинет завхоза	PRS/S418	10.9	2	300	—	Норм.
339	Хозяйственная кладовая	ЛСП44-2х36-003	8.3	1	75	Поверхность потолка	П-IIА
340	Столовая персонала	PRS/S418	12.3	2	200	—	Норм.

Рисунок 12 – Данные по освещенности помещений дошкольного образовательного учреждения

ПРИЛОЖЕНИЕ В

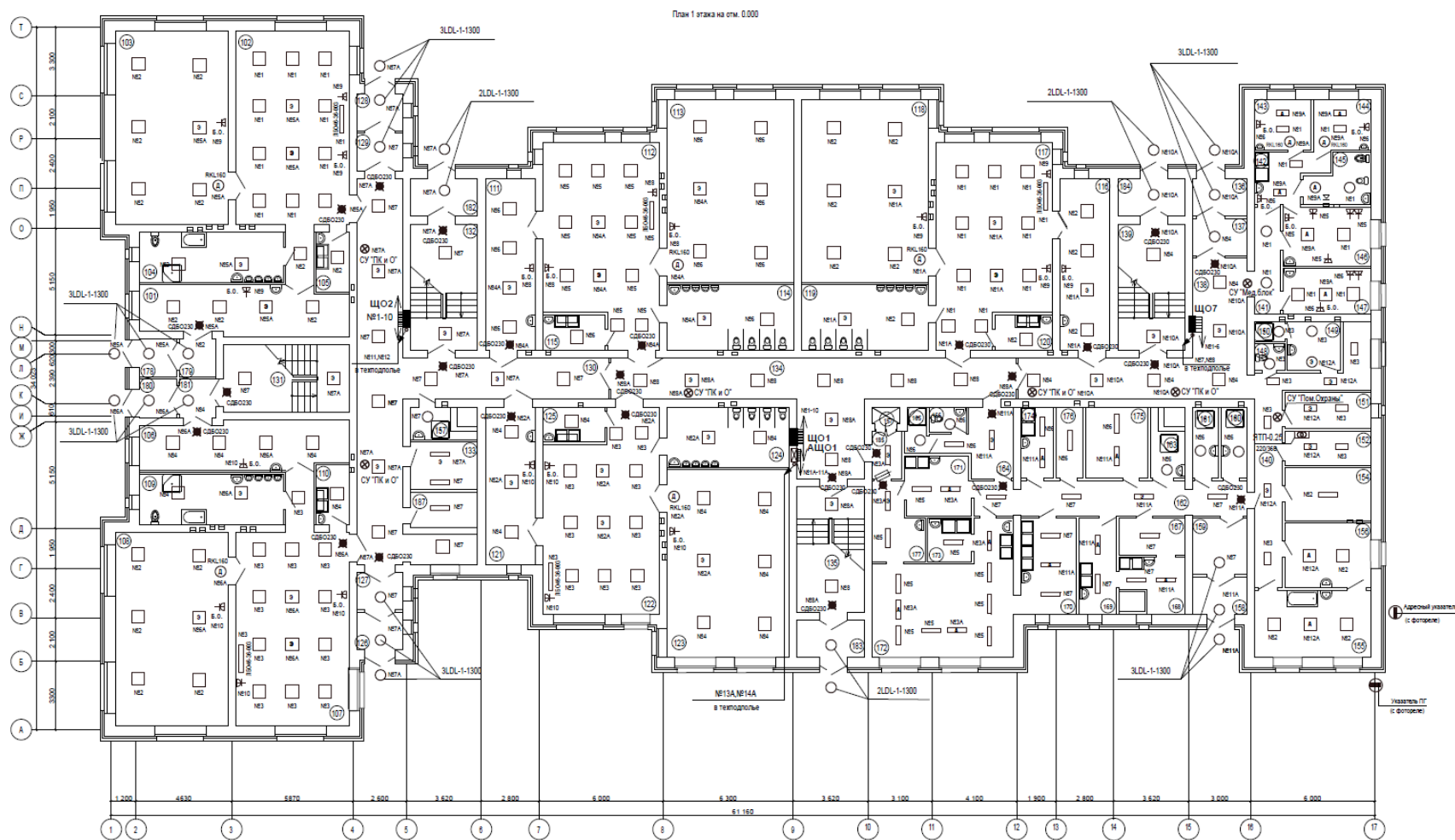


Рисунок 13 – План сети освещения

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

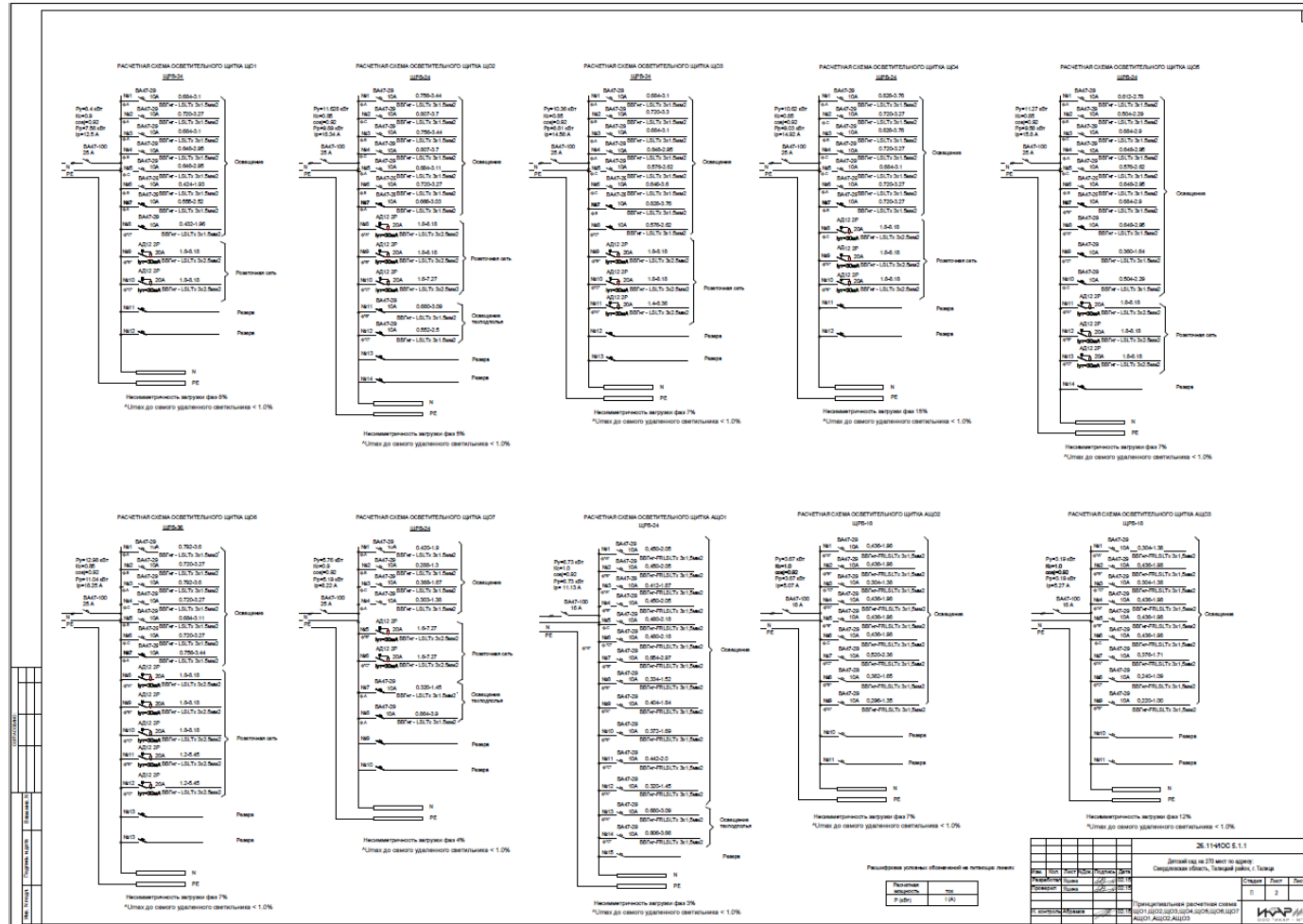


Рисунок 14 – Щитки освещения

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

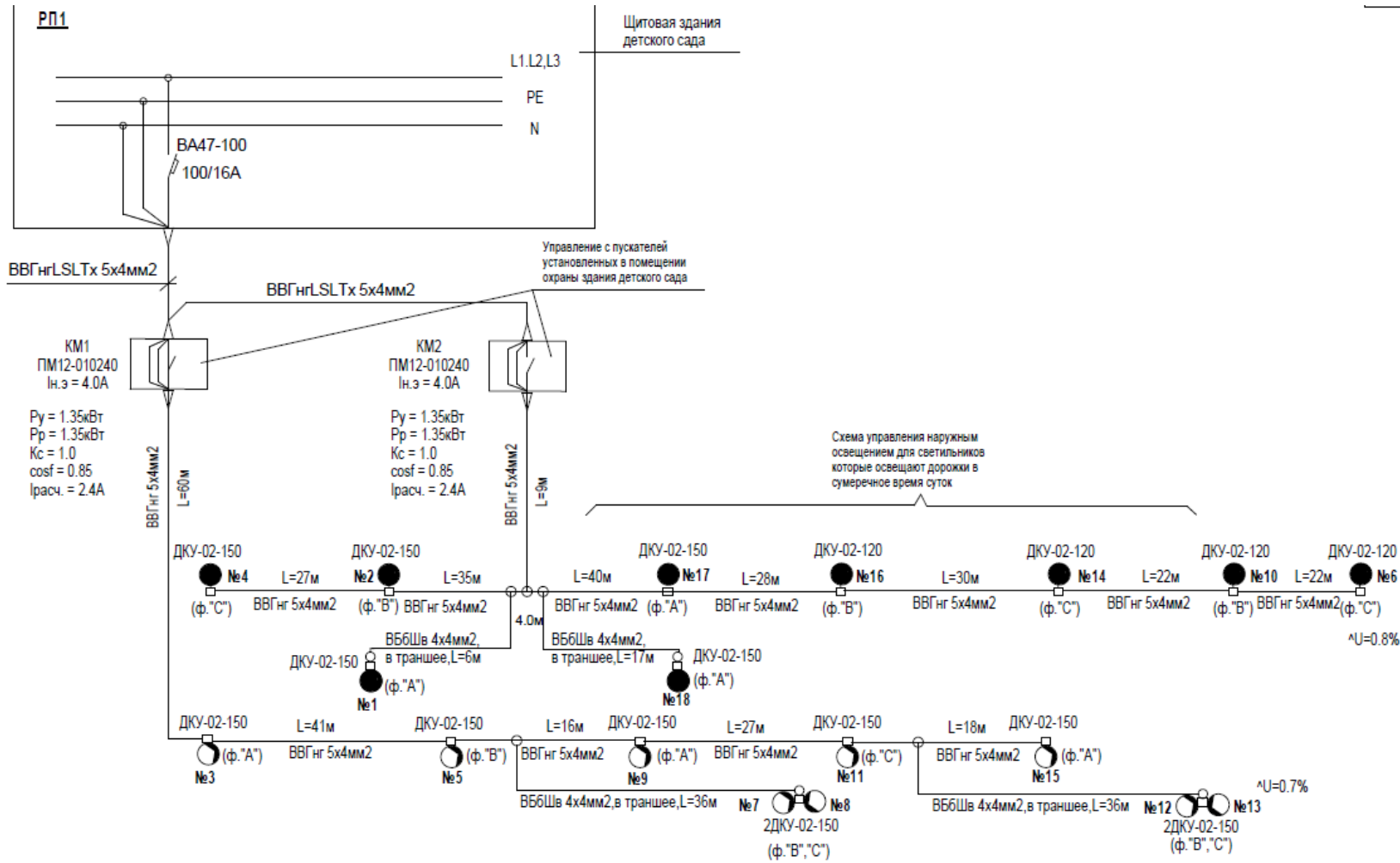


Рисунок 15 – Схема наружного освещения

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

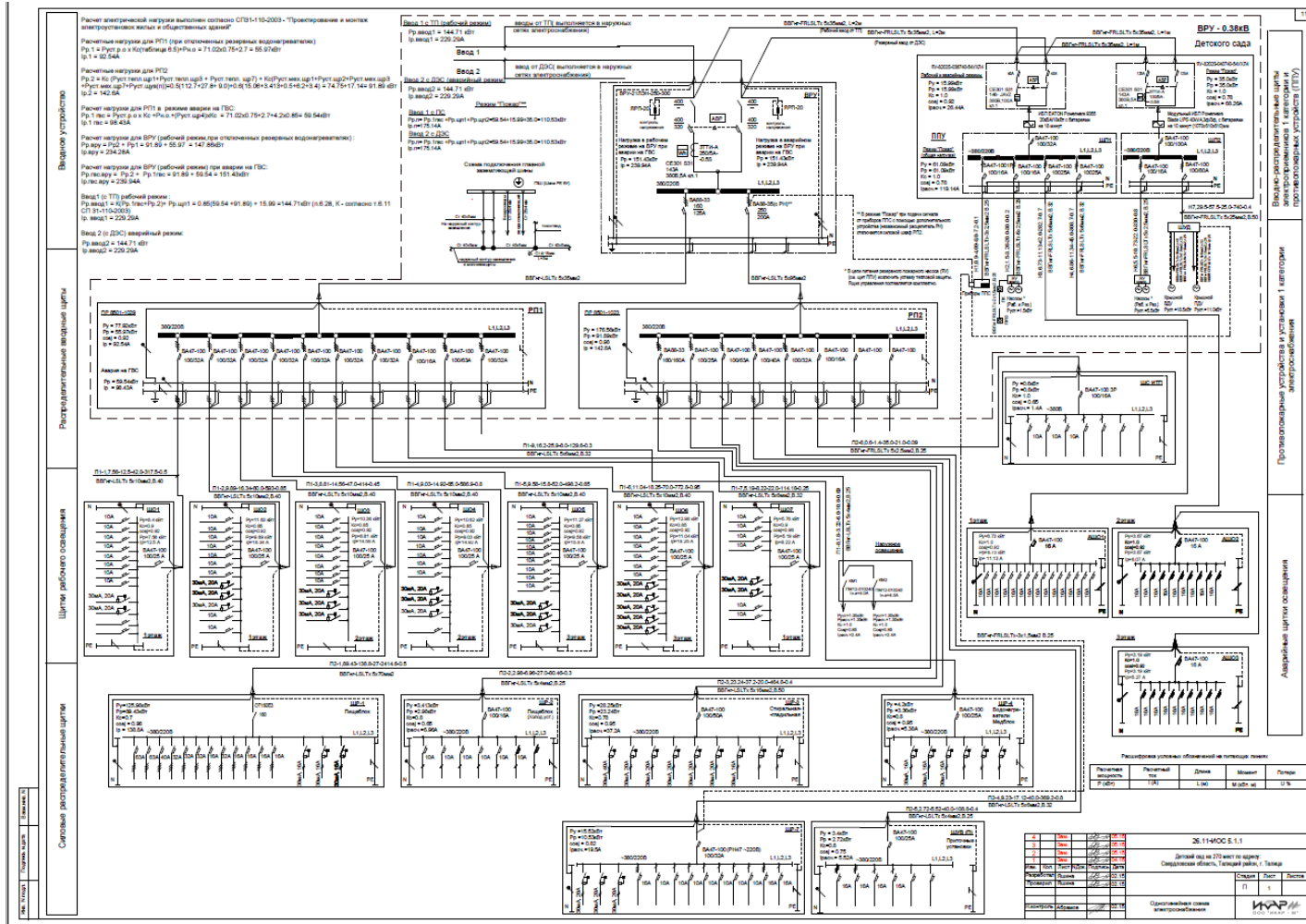


Рисунок 16 – Однолинейная схема электроснабжения

ПРИЛОЖЕНИЕ И

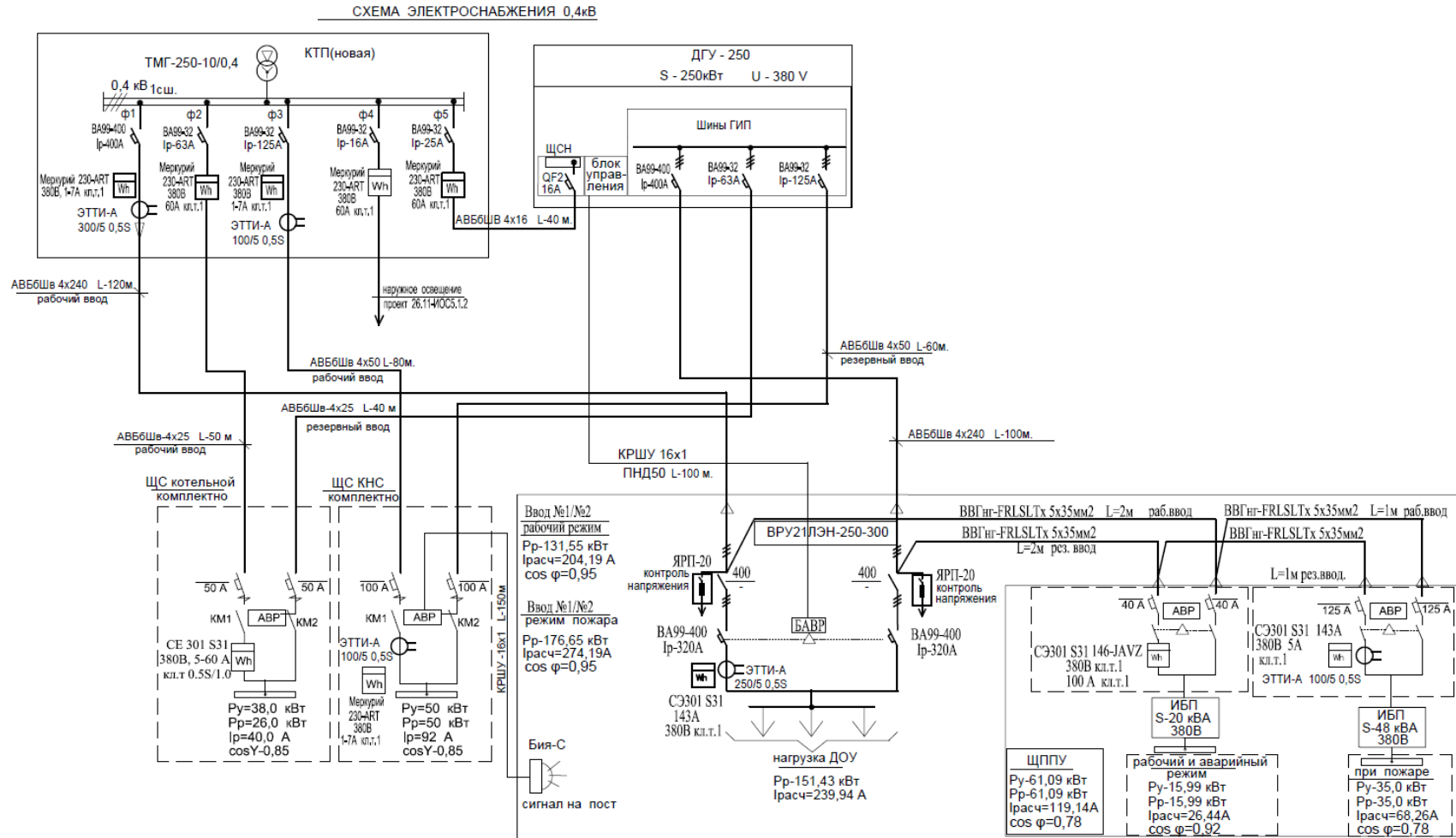


Рисунок 17 – Схеме электроснабжения 0,4 кВ

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Таблица 13 – Технические характеристики дизель электростанции

Модель	Азимут АД 200С-Т400-2РН Контейнер «Север ПБК-5»
Постоянная мощность	250 кВа / 200 кВт
Резервная мощность	275 кВа / 220 кВт
Напряжение	230 / 400 В
Частота / скорость вращения	50 Гц / 1500 об/мин
Фазы / полюса	3 фазы / 4 полюса
Степень автоматизации	2-ая, автозапуск с АВР
Габариты электростанции, открытой на раме	3000x1000x2100 мм
Вес электростанции, открытой на раме	2300 кг
Щит управления с контроллером	HGM-6120 с ЖК дисплеем
Расход топлива при 100% нагрузке	52 л/ч
Удельный расход топлива	218 г/кВт*ч
Топливный бак	500 л
Автономность	Мин. 8 часов
Техническое обслуживание	каждые 250 мотто/часов или каждые 6 месяцев
Высота над уровнем моря	не более 1000 м
Температура окружающей среды	не более 40 °С
Влажность	не более 95%
Двигатель	BEARFORD G128ZLD1
Номинальная мощность	236 кВт
Максимальная мощность	259,6 кВт
Объем двигателя	12,88 л.
Число и расположение цилиндров	6, рядное, вертикальное
Система впуска воздуха	турбонаддув с промежуточным охлаждением
Охлаждение	принудительное водо-воздушное
Система смазки	комбинированная смазка под давлением и разбрызгиванием
Управление вращением	механическое
Диаметр поршня	150 мм
Ход поршня	150 мм
Компрессия	18:1
Объем системы смазки	13 л
Объем системы охлаждения	6 л
Режим пуска	электрический стартер 24 В
Удельный расход топлива	218 г/кВт*ч
Удельный расход масла	≤1,63 г/кВт*ч
Температура выхлопных газов	<600 °С
Диск крепления	SAE 3# / 11,5"
Генератор	BEARFORD WT-200
Постоянная мощность	200 кВт
Тип	бесщеточный с самовозбуждением

Количество опорных подшипников	одноопорный
Фактор мощности (cos φ)	0,8
КПД	93%
Обмотка	2/3
Тип обмотки	12
Класс защиты обмоток	IP 22
Класс изоляции	H
Максимальная скорость	2250 об/мин
Регулятор напряжения	автоматический AVR
Нестабильность выходного напряжения в установившемся режиме:	+/- 1,0%
Нестабильность выходного напряжения в переходном режиме:	≤+20%, -15% (60%In, cosφ = 0,4 сдвиг фазы)
Регулируемый диапазон напряжения	+/- 5%
Искажение формы сигнала без нагрузки	≤5% (линейного напряжения).
Форма волны NEMA = TIF	< 50
Форма волны I.E.C = THF	3
Ток короткого замыкания	300%
Пульт управления	С контроллером HGM 6120
	<p>HGM-6120 - автоматический блок управления, с контролем нарушений энергоснабжения. Контроллер обладает функцией контроля энергоснабжения и функцией переключения «сеть/генератор» (ATS). Точное измерение и отображение данных: оперативный контроль электрических параметров, температуры двигателя, давления масла и пр. параметров дизельного генератора, а также сети энергоснабжения.</p>
	<p>Щит управления электростанцией оборудован:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Контроллер HGM-6120 -Кнопка экстренной остановки -Колодка подключения нагрузки -Колодка подключения сети -Автоматический выключатель - 396 А. -АВР (аварийный ввод резерва) -Контакты -Зарядное устройство АКБ



Внешний вид в открытом исполнении



Контейнер «Север ПБК-5»

На основе металлического каркаса и сэндвич панелей. Пол – рифленый стальной лист 4 мм.

Габаритные размеры	Габаритные размеры 5050*2240*2500, 2300 кг.
	Внутреннее утепление – сэндвич панель 50мм.
	Внешняя окраска (коричневый цвет)
	Температурный режим -60 +50 градусов С.
	Болтовые зажимы для подключения заземления
	Пол – рифленый стальной 4мм.
Система приточно-вытяжной вентиляции	Клапан воздушный КВА 800x800 (приточный и вытяжной) – 2 комплекта. Решетка защитная алюминиевая Р129 800x800 – два комплекта Привод электрический – два комплекта
Система основного и аварийного освещения	Светодиодная лента
Система отопления	Отопительный конвектор 2 квт. – 1 шт.
Система газо-выхлопа	Глушитель промышленный с установкой внутри контейнера.
Система пожаротушения	Модуль порошкового пожаротушения Огнетушитель ОУ-1 - 1 шт.
Система пожарной сигнализации	Прибор приемно-контрольный, охранно-пожарный Сигнал-2/4 СИ

	Оповещатель звуковой БИЯ-СЗ 12В. с аккумулятором.
	Датчик тепловой ИП 103-5/1-А3 – 2 шт.
	Датчик герконовый ИО 102-20/А2П – 2 шт.
	Реле финдер в комплекте – 2 комплекта.
Щит собственных нужд	ЩСН (автоматы защиты, УЗО) –1 шт.
	Управление системой освещения
	Управление работы воздушных клапанов
	Управление вентиляцией и обогрева
	Управление системой пожарной сигнализацией и пожаротушения.
Комплектация:	<ul style="list-style-type: none"> - ПОЖ (Подогрев охлаждающей жидкости) - Глушитель промышленный. - АКБ. - Масло моторное - Тосол - ЗИП (Комплект фильтров дополнительный на одно ТО). - Инструкции по эксплуатации.