

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

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Проектирование системы электроснабжения детского сада на 250 мест

Обучающийся

Д.С. Смолко

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Ю.В. Черненко

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку технических решений по организации системы электроснабжения детского сада на 250 мест.

Дана краткая характеристика проектируемого детского сада, количества помещений, общей площади и групп обучающихся.

Определены характеристики имеющегося источника питания. электроприемники детского сада разбиты по категориям надежности электроснабжения, основная группа электроприемников относятся ко второй категории. Выбраны вводные панели для установки в вводном распределительном устройстве здания. Произведён расчёт электрических нагрузок, выбраны мощности конденсаторных установок для установки во ВРУ. Определены параметры системы заземления здания и молниезащиты. Выбраны типы проводников и определены их расчётное сечение. Определены параметры автоматических выключателей и дифавтоматов для защиты электрических сетей. Произведён расчёт системы внутреннего освещения здания, для которой используются светодиодные светильники.

Определены параметры внешнего наружного и охранного освещения прилегающей территории к детскому саду. Произведен расчет однофазного тока короткого замыкания. Результаты расчетов подтвердили надёжное отключение однофазного тока КЗ автоматическими выключателями, установленными на питающей трансформаторной подстанции.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки объемом 50 страниц печатного текста и графической части, выполненной на шести листах формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Проектирование системы внутреннего электроснабжения и освещения здания детского сада	9
1.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения, выбор конструктивных решений.....	9
1.2 Расчет ожидаемых электрических нагрузок по зданию детского сада ...	11
1.3 Надежность электроснабжения электроприемников детского сада.....	16
1.4 Обеспечение электроэнергией электроприемников в рабочем и аварийном режимах	16
1.5 Компенсация реактивной мощности, мероприятия по энергосбережению и учет потребляемой электроэнергии.....	17
1.6 Заземление и молниезащита здания.....	20
1.7 Выбор типа, класса проводников для групповых и распределительных сетей и осветительной арматуры.....	25
1.8 Определение параметров систем рабочего и аварийного освещения ...	29
1.9 Мероприятия по электро и противопожарной безопасности.....	32
2 Проектирование внутриплощадочных электрических сетей по территории дошкольного образовательного учреждения	35
2.1 Выбор проводников и осветительной арматуры	37
2.2 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения	39
2.3 Расчет тока однофазного короткого замыкания и времени срабатывание автоматического выключателя	41
Заключение	46
Список используемой литературы	48

Введение

Площадка для будущего строительства детского сада располагается в Динском районе, поселке Кочетинский на улице Динская 164. месторасположение площадки на крте поселка представлено на рисунке 1.

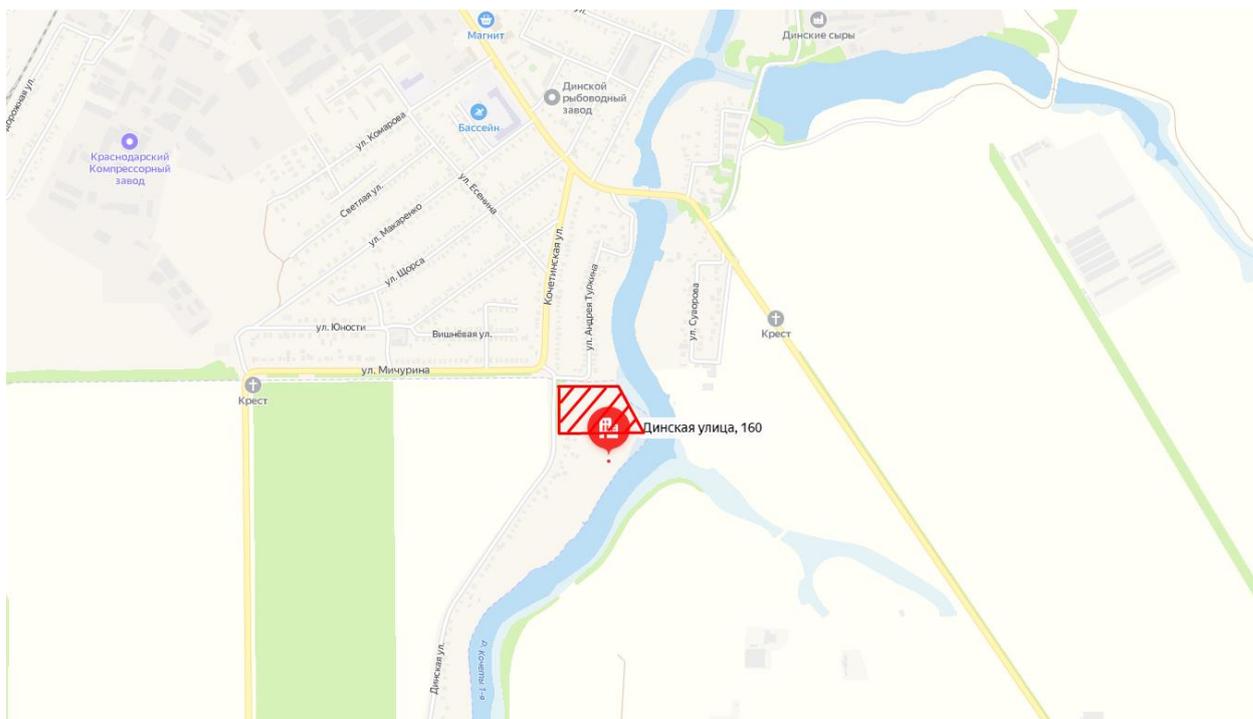


Рисунок 1 - Месторасположение площадки на крте поселка

Здание детского сада имеет количество этажей – 3 этажа: 2 надземных, в том числе фрагменты этажа с выходом на кровлю и 1 подземный подвальный этаж. Подвальный этаж занимают помещения подвала для прохождения инженерных коммуникаций и инженерные помещения – венткамера, тепловой пункт, насосная, кладовая уличного уборочного инвентаря.

Территория детского сада функционально делится на игровую и хозяйственную зоны. В составе игровой зоны размещены 12 групповых площадок с теньевыми навесами для защиты детей от солнца и осадков. Хозяйственная зона расположена в стороне от здания детского сада с северо-восточной стороны, имеет самостоятельный въезд со стороны улицы, удобную

связь с пищеблоком и постирочной. В хозяйственной зоне расположены площадки для сушки белья, чистки ковров, мусорных контейнеров и пищевых отходов.

Вход детей на территорию детского сада осуществляется через самостоятельный вход – калитку со стороны улицы. Для хранения колясок, санок, велосипедов выделены специальные места у здания.

Проектируемый детский сад предоставляет педагогические и медицинские услуги по воспитанию, обучению и присмотру за детьми от полутора до семи лет.

Вместимость детского сада 250 детей, количество групповых ячеек - 12, из них:

- две группы для детей раннего возраста от 1,5 до 3 лет по 15 человек в каждой;
- две группы для детей младшего дошкольного возраста от 3 до 4 лет по 20 человек в каждой;
- три группы для детей среднего возраста от 4 до 5 лет по 20 человек в каждой;
- три группы для детей старшего возраста от 5 до 6 лет по 24 человека в каждой;
- две группы для детей подготовительного возраста от 6 до 7 лет по 24 человека в каждой.

Дошкольная образовательная организация (ДОО) функционирует в режиме полного дня (12-часового пребывания). Режим работы ДОО: 5 рабочих дней в неделю, с 7 до 19 часов.

Режим работы воспитателей – две смены: первая смена с 7.00 до 14.00 часов, вторая смена с 12.00-19.00 часов. Режим работы остальных подразделений – 1 смена, продолжительностью 8 часов.

На первом этаже здания размещены: две групповые ячейки для детей раннего возраста (от 1,5 до 3 лет), две групповые ячейки для детей младшего дошкольного возраста (от 3 до 4 лет) и две групповые ячейки для детей

старшего дошкольного возраста (от 5 до 6 лет), пищеблок, медицинский блок, пост охраны/диспетчерская, помещения инженерных служб, вспомогательные помещения [1].

На втором этаже проектируются одна групповая ячейки для детей младшего дошкольного возраста (от 3 до 4 лет), три групповые ячейки для детей среднего дошкольного возраста (от 4 до 5 лет), одна групповая ячейка для детей старшего дошкольного возраста (от 5 до 6 лет), две групповые ячейки для детей (от 6 до 7 лет), постирочная, музыкальный и физкультурный залы, административно-хозяйственные помещения, методический кабинет, кладовые различного назначения.

Рабочие места административных сотрудников детского сада оснащаются персональными компьютерами и другими видами оргтехники, технологическим оборудованием, мебелью, инвентарем, электробытовыми приборами и аппаратами. Все помещения оснащены мебелью и оборудованием в соответствии с назначением помещений.

В помещениях ДОО предусмотрены системы электроснабжения, отопления и эффективной приточно-вытяжной вентиляции. Помещения имеют естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через светопроемы в стенах. Для ограничения избыточной инсоляции и перегрева помещений предусматривается солнцезащита. В помещениях, где возможен перегрев устанавливаются жалюзи - это раздевальные, спальни, физкультурный и музыкальный зал.

При разработке проекта ДОО учтен принцип групповой изоляции.

В состав групповой ячейки входят:

- раздевальная (приемная) (для приема детей и хранения верхней одежды);
- групповая (для проведения игр, занятий и приема пищи);
- спальня (для дневного сна детей);
- буфетная (для подготовки готовых блюд к раздаче и мытья столовой посуды);

- туалетная (совмещенная с умывальной).

Проектными решениями на первом этаже ДОО оборудован пищеблок, работающий на сырье.

Состав помещений пищеблока:

- загрузочная;
- кладовая сухих продуктов;
- кладовая овощей;
- помещение моечной и хранения обменной тары;
- кладовая отходов;
- горячий цех;
- холодный цех, в том числе зона нарезки хлеба;
- раздаточная;
- мясорыбный цех;
- цех первичной обработки овощей;
- цех вторичной переработки овощей;
- моечная кухонной посуды;
- помещение охлаждаемых камер;
- кабинет заведующего пищеблоком;
- гардеробная персонала пищеблока с местом приема пищи, душевая;
- уборная служебная, тамбур уборной;
- бельевая;
- коридор пищеблока;
- помещение уборочного инвентаря.

Скоропортящиеся продукты, поступающие в пищеблок, хранятся в холодильном оборудовании. Шкафы и лари морозильные предназначены для хранения замороженных фруктов и овощных полуфабрикатов, рыбы, среднетемпературные камеры – для хранения сыров, мясной гастрономии, молока и молочных продуктов.

Полуфабрикаты подвергаются термической обработке в горячем цехе. Тепловая обработка продукции осуществляется на оборудовании,

работающем на электричестве. В цехе установлены: шестиконфорочные плиты, котлы, сковорода опрокидывающаяся, пароконвектомат, шкаф пекарский и шкаф расстоечный. Над тепловым оборудованием установлены вытяжные зонты. В горячем цеху предусмотрено оборудование для приготовления теста и выпечки мучных изделий.

Помещения постирочной находятся на втором этаже здания, в состав которых входят: комната кастелянши, стиральная, гладильная, помещение сортировки и хранения грязного белья, кладовая чистого белья, гардероб персонала с местом приема пищи с душевой, уборная, тамбур уборной, кладовая хранения моющих средств.

Постирочная оснащена современной техникой – стиральными, сушильной, гладильной машинами, а также столами и стеллажами. Производительность постирочной 100 кг белья в смену. Специализация - стирка постельного и столового белья, а также униформы персонала.

Для вертикальной транспортировки пищи из пищеблока и белья из постирочной (на 1 и 2 этажи) предусмотрено использование двух подъемников «АТ-6.09-003 МЛМ» грузоподъемностью 100 кг.

Для перемещения с первого на второй этаж МГН предусмотрен лифт грузоподъемностью 1000 кг.

Цель работы заключается в проектировании безопасной для персонала и детей системы электроснабжения с заданными показателями надежности и при минимуме приведенных затрат.

1 Проектирование системы внутреннего электроснабжения и освещения здания детского сада

Электроснабжение проектируемого здания осуществляется - 4КЛ-0,4 кВ, по 132,5 кВт от каждой точки присоединения клеммы автоматического выключателя в щите учета, присоединяемого от РУ- 0,4кВ проектируемой ТП-10/0,4 кВ.

Категория надежности вторая - 265,0 кВт.

Основной источник питания – первая секция шин ПС 35/10 кВ «Агроном-1».

Резервный источник питания – вторая секция шин ПС 35/10 кВ «Агроном-1», которые обеспечивают электроснабжение по II категории.

Для электроприемников I категории во ВРУ1 здания предусматривается устройство автоматического ввода резерва АВР.

1.1 Обоснование принятой схемы электроснабжения, выбор конструктивных решений

По степени надежности и бесперебойности электроснабжения электроприемники детского сада относятся ко II категории, за исключением электроприемников пожарно-охранной сигнализации, аварийного освещения, вентиляторов дымоудаления и подпора воздуха, лифтов, которые относятся к I категории [4].

Электроснабжение здания детского сада будет осуществлено по двум взаиморезервируемым кабельным линиям, присоединенным от разных клемм автоматических выключателей, установленных сетевой организацией на ТП.

Для приема, учета и распределения электроэнергии на напряжение 0,4кВ, предусматривается установка вводно-распределительного устройства и распределительных панелей с автоматическими выключателями на отходящих линиях.

На вводах вводно-распределительных устройств БВРУ-БВ предусматриваются счетчики электроэнергии.

Для распределения электроэнергии предусматривается установка распределительных щитов наборного типа навесного и встраиваемого исполнения с автоматическими выключателями на вводе и отходящих линиях.

Для электроснабжения вытяжным и приточным вентиляторами, кондиционерами предусматриваются щиты, вводные выключатели которых приняты с независимыми расцепителями, срабатывающими от сигнала противопожарной сигнализации при пожаре. У здания детского сада плоская крыша и для предотвращения образования ледяных пробок и сосулек в водосточной системе кровли предусмотрены подогреваемые ливневые воронки. Электроснабжение воронок происходит непосредственно от распределительного щита [2].

Управление электродвигателями вентиляторов выполняется от шкафов управления или частотных преобразователей, устанавливаемых в венткамере.

Электроснабжение котельной и водопроводной насосной станции пожаротушения предусматривается от вводной панели после аппарата управления и до аппарата защиты ВРУ1.

Для обеспечения электробезопасности людей, защиты от возгорания и неисправности электрооборудования при эксплуатации электроустановок, для розеточной сети в работе предусмотрены устройства защитного отключения (УЗО), срабатывающие при возникновении тока утечки на землю равного 30 мА.

В работе принята магистрально-радиальная схема распределения электроэнергии. Напряжение распределительной сети 380/220В, 50Гц, система распределения энергии TN-C-S с разделением N и PE на вводе [3].

Категория надежности электроснабжения потребителей электроэнергии здания согласно ПУЭ – II, с выделением группы электроприемников I категории (приборы охранно-пожарной сигнализации,

телекоммуникационные системы, эвакуационное освещение, противопожарные устройства).

Для приема, учета и распределения электроэнергии в электрощитовой, расположенной на первом этаже устанавливаются вводно-распределительные устройства ВРУ1, ВРУ(АВР) [5].

В качестве вводных панелей ВРУ1 приняты устройства типа БВРУ-БВ и распределительные типа БВРУ-БР.

Вводные панели ВРУ1 и АВР оснащены приборами для измерения тока и напряжения, световыми индикаторами наличия напряжения. Вводно-распределительные устройства предусматриваются с двумя кабельными вводами, двухсекционные.

К распределительным панелям ВРУ1 и АВР подключаются все распределительные силовые щиты, щиты электроосвещения.

Щиты приняты встроенного и накладного исполнения. Щиты монтируются на обшивку стен из гипсокартона, устанавливаются на высоте не менее 2,0 м от уровня пола. Щиты выполнены на базе комплектующих элементов производства фирмы ООО «Петербург- Электро» Минимакс [4].

Для распределения энергии приняты шкафы встроенного и накладного исполнения с использованием модульной аппаратурой фирмы ИЭК.

1.2 Расчет ожидаемых электрических нагрузок по зданию детского сада

Основными потребителями электроэнергии являются [6]:

- технологическое оборудование;
- асинхронные электродвигатели ~380/220В для приборов лифтов;
- сантехническое оборудование;
- электроосвещение и розеточная сеть;
- приборы ППС.

Расчет нагрузок выполнен методом коэффициентов спроса согласно СП256.1325800.2016.

«Расчетную электрическую нагрузку линий, питающих розетки $P_{p.p}$, следует определять по формуле» [1]:

$$P_{p.p} = K_{c.p} \cdot P_{y.p} \cdot n, \quad (1)$$

где $K_{c.p}$ - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.p}$ - установленная мощность розетки, принимаемая 0,06 кВт (в том числе для подключения оргтехники);

n - число розеток» [1].

«При смешанном питании общего освещения и розеточной сети расчетную нагрузку $P_{p.o}$, следует определять по формуле» [1]:

$$P_{p.o} = P'_{p.o} + P_{p.p}, \quad (2)$$

где « $P'_{p.o}$ - расчетная нагрузка линий общего освещения;

$P_{p.p}$ - расчетная нагрузка розеточной сети» [1].

«Расчетную нагрузку силовых питающих линий и вводов $P_{p.c}$, следует определять по формуле» [1]:

$$P_{p.c} = K_c \cdot P_{y.c}, \quad (3)$$

где « K_c - расчетный коэффициент спроса;

$P_{y.c}$ - установленная мощность электроприемников (кроме противопожарных устройств и резервных)» [1].

«Расчетную электрическую нагрузку питающих линий и вводов в рабочем и аварийном режимах при совместном питании силовых электроприемников и освещения P_p , следует определять по формуле» [1]:

$$P_p = K(P_{p.o} + P_{p.c} + K_1 \cdot P_{p.x.c}), \quad (4)$$

где « K - коэффициент, учитывающий несовпадение расчетных максимумов нагрузок силовых электроприемников, включая холодильное оборудование и освещение;

K_1 - коэффициент, зависящий от отношения расчетной электрической нагрузки освещения к нагрузке холодильного оборудования холодильной станции;

$P_{p.o}$ - расчетная электрическая нагрузка освещения;

$P_{p.c}$ - расчетная электрическая нагрузка силовых электроприемников без холодильных машин систем кондиционирования воздуха;

$P_{p.x.c}$ - расчетная электрическая нагрузка холодильного оборудования систем кондиционирования воздуха» [1].

Результаты расчета нагрузок по представленной выше методике сводим в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты расчета нагрузок для здания детского сада

Наименование объекта	n, шт. (S, м ²)	Руд. (Руст.), кВт	Kc	cosφ	Pp., кВт	Qp., квар	Sp., кВА	Ip., А
				tgφ				
ВРУ1								
Компьютеры (оргтехника)	39	13,6	0,4	0,8 0,75	5,44	4,08	6,8	10,3
Технологическое оборудование пищеблока	35	138,53	0,65	0,9 0,48	90,3	43,34	100,3	152,62

Продолжение таблицы 1

Наименование объекта	п, шт. (S, м ²)	Руд. (Руст.), кВт	Kс	cosφ	Pp., кВт	Qp., квар	Sp., кВА	Ip., А
				tgφ				
Посудомоечные машины	12	31,2	0,55	0,65 1,17	17,16	20,1	26,4	40,2
Бытовые розетки	120	7,2	0,2	0,95 0,329	1,44	0,5	1,52	2,3
Холодильное оборудование	13	6,9	0,7	0,65 1,17	4,83	5,65	7,43	11,3
Водонагреватель	12	24,0	0,7	0,9 0,48	16,8	8,1	18,7	28,4
Рабочее освещение	1	26,79	0,8	0,96 0,292	21,6	6,3	22,5	34,2
Кондиционирование	28	35,24	0,65	0,85 0,62	22,91	14,2	26,95	41,0
Вентиляционное оборудование	25	11,51	0,65	0,85 0,62	7,48	4,6	8,8	13,4
Насосы	6	6,5	0,8	0,65 1,17	5,2	6,1	8,0	12,2
Котельная	1	15,8	0,9	0,8 0,75	14,2	10,65	17,8	27,0
Технологическое оборудование постирочной	7	56,97	0,8	0,98 0,203	45,6	9,3	46,53	70,8
Технологическое оборудование	20	33,37	0,65	0,95 0,329	21,69	7,14	22,8	34,7
Итого расчетная нагрузка		407,61	-	0,95 0,329	274,65	90,36	289,1	239,8
Итого расчетная нагрузка с учетом коэффициента несовпадения максимумов (ВРУ1) K=0,9				0,95 0,329	247,19	81,33	260,2	395,8
BP1 (ABP)								
Аварийное освещение	1	4,55	1	0,96 0,292	4,55	1,33	4,74	7,21
Приборы противопожарной сигнализации	-	0,86	1	0,9 0,48	0,86	0,41	1,0	1,5
Тепловой пункт	-	2,0	1	0,65 1,17	2,0	2,34	3,1	4,7
Клапана	-	1,68	1	0,95 0,329	1,68	0,55	1,8	2,7
Вентиляция дымоудаления	1	56,88	1	0,85 0,62	56,88	35,3	66,92	101,8
Лифт	1	9,0	1	0,65 1,17	9,0	10,5	13,85	21,1

Продолжение таблицы 1

Наименование объекта	п, шт. (S, м ²)	Руд. (Руст.), кВт	Kс	cosφ	Pp., кВт	Qp., квар	Sp., кВА	Ip., А
				tgφ				
Защита от замораживания приточных установок	-	1,4	1	0,9	1,4	0,7	1,6	2,4
				0,48				
Итого расчетная нагрузка потребителей 1 категории		17,81	-	0,95 0,329	17,81	5,9	18,75	28,5
Итого расчетная нагрузка на шинах ТП с учетом несовпадения максимумов				0,95 0,329	265,0	87,2	278,9	424,3

В таблицу 2 заносим основные показатели системы электроснабжения детского сада.

Таблица 2 - Основные показатели системы электроснабжения детского сада

Наименование	ед. изм.	Детский сад		
		ВРУ1 ввод1	ВРУ1 ввод 2	АВР
Категория надежности по электроснабжению	-	II	II	I
Напряжение	В	~380/220	~ 380/220	~ 380/220
Расчетная мощность	кВт	158,74	175,24	17,81
Расчетный ток	А	246,4	272,0	28,5
Расчетная мощность в аварийном режиме	кВт	265,0		

Проектируемая установленная мощность составляет – 420,96 кВт; потребляемая мощность – 265,0 кВт, в том числе: мощность I категории –17,81 кВт, мощность II категории – 247,19 кВт.

Годовой расход электроэнергии проектируемых потребителей составляет - 2252,5 тыс. кВт·ч./год. с учетом ожидаемых режимов работы токоприемников, годового фонда рабочего времени T_r равного 8500 часов.

1.3 Надежность электроснабжения электроприемников детского сада

По степени надежности и бесперебойности электроснабжения электроприемники детского сада, котельной относятся ко II категории, за исключением электроприемников пожарно-охранной сигнализации, вентиляторов дымоудаления и подпора воздуха, аварийного освещения, лифтов, которые относятся к I категории (СП256.1325800.2016 таблица 6.1).

По степени надежности и бесперебойности электроснабжения электроприемники котельной относят ко II категории [8].

Потеря напряжения от РУ 0,4кВ трансформаторных подстанций до наиболее удаленного светильника составит не более 4,5%. В сетях напряжением 12В (считая от понижающего трансформатора) отклонения напряжения не превышают 10%.

Мощные однофазные электроприёмники и источники высших гармоник, которые могли бы отрицательно влиять на качество электрической энергии в питающих сетях, нагрузки с резко переменным графиком на объекте отсутствуют [7].

Показатели качества электроэнергии находятся в пределах, нормируемых ГОСТ 32144- 2013.

Уменьшение потерь напряжения достигается путем рационального построения схемы электроснабжения и выбора оптимальных сечений кабеля.

1.4 Обеспечение электроэнергией электроприемников в рабочем и аварийном режимах

Для обеспечения электроэнергией потребителей здания во ВРУ1 предусматриваются вводные панели с двумя кабельными вводами.

В рабочем режиме электроснабжение потребителей предусматривается по двум кабельным вводам [9].

В аварийном режиме электроснабжение потребителей осуществляется по одному кабельному вводу, для чего устанавливаются вводные устройства (вводная панель) с переключением всей нагрузки потребителей на один кабельный ввод.

Выбор аппаратов защиты и сечения питающих кабелей выполнен на всю расчетную нагрузку потребителей ВРУ1.

По степени надежности и бесперебойности электроснабжения котельная относится ко II категории. Электроснабжение котельной предусматривается от ВРУ1 по двум кабельным вводам, с разных секций ВРУ1. В аварийном режиме электроснабжение котельной осуществляется по одному кабельному вводу, для чего в котельной предусмотрен щит ЩКУ с АВР и переключением всей нагрузки на один кабельный ввод [10].

Электроприемники пожарно-охранной сигнализации, вентиляторов дымоудаления и подпора воздуха запитаны от панели ППУ. Электроснабжение панели ППУ предусматривается от АВР, который подключается после аппарата управления и до аппарата защиты ВРУ1.

1.5 Компенсация реактивной мощности, мероприятия по энергосбережению и учет потребляемой электроэнергии

Для снижения реактивной составляющей в потребляемой мощности и снижения потерь в трансформаторах и сетях 0,4 кВ, предусматривается установка устройств компенсации реактивной мощности с автоматическим регулированием во ВРУ1.

Электрооборудование на напряжение 0,4кВ проектируемого объекта защищается от токов короткого замыкания и перегрузки автоматическими выключателями. Питание электроприемников выполняется по радиальной схеме. Исполнение электрооборудования принято в соответствии с условиями окружающей среды и категориями помещений [11].

ВРУ1.

Панель 4:

$$P_y = 152,12 \text{ кВт};$$

$$P_p = 100,82 \text{ кВт};$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi; \quad (5)$$

$$\cos\varphi_1 = 0,82;$$

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = 0,7;$$

$$Q_p = 100,82 \cdot 0,7 = 70,57 \text{ кВар};$$

$$\cos\varphi_2 = 0,95;$$

$$\operatorname{tg}\varphi_2 = 0,329;$$

$$\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2 = 0,70 - 0,329 = 0,37;$$

$$Q_k = P_p \cdot (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2); \quad (6)$$

$$Q_k = 100,82 \cdot 0,37 = 37,3 \text{ кВар}.$$

Выбираем комплектную конденсаторную установку с автоматическим регулированием, низкого напряжения, модульного типа.

Тип УКМ58-0.4-40-5 УХЛЗ с $Q_H = 40$ кВар.

Панель 5:

$$P_y = 53,79 \text{ кВт};$$

$$P_p = 48,2 \text{ кВт};$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi; \quad (7)$$

$$\cos\varphi_1 = 0,84;$$

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = 0,646;$$

$$Q_p = 48,2 \cdot 0,646 = 31,14 \text{ кВар};$$

$$\cos\varphi_2 = 0,95;$$

$$\operatorname{tg}\varphi_2 = 0,329;$$

$$\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2 = 0,646 - 0,329 = 0,317;$$

$$Q_k = P_p \cdot (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2); \quad (8)$$

$$Q_k = 48,23 \cdot 0,317 = 15,3 \text{ кВар}.$$

Выбираем комплектную конденсаторную установку с автоматическим регулированием, низкого напряжения, модульного типа.

Тип УKM58-0.4-25-5 УХЛЗ с $Q_n = 25$ кВар.

В работе предусмотрены технические решения, которые способствуют экономии электроэнергии, использованы энергосберегающие технологии, такие как [12]:

- рациональное построение системы электроснабжения;
- выбор сечения кабельных линий с минимальными потерями электроэнергии;
- для выравнивания нагрузок фаз в электрических сетях 0,4 кВ однофазные потребители подключены симметрично на разные фазы питающей сети;
- применение светодиодных светильников и светильников с люминесцентными лампами;
- рациональное использование осветительных приборов в закрытых помещениях.

Для коммерческого и технического учета электроэнергии предусматриваются приборы учета электроэнергии, электронные трехфазные счетчики типа «Меркурий 234ART», с возможностью передачи информации по цифровым интерфейсным проводным и беспроводным каналам связи в центр сбора информации [14].

Счетчики устанавливаются в вводных панелях ВРУ1, типа Меркурий производства «Ипотекс», класс точности 0,5S.

Учет электроэнергии котельной и насосной ВНС предусматривается приборами учета электроэнергии, установленные в щитах ЩКУ котельной и ЩУвнс водопроводной насосной станции пожаротушения.

1.6 Заземление и молниезащита здания

Защитные меры электробезопасности выполняются согласно ПУЭ и ГОСТ Р 505.28- 2006 (МЭК 60364-7-710:2006), часть 7-710.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током, пожаробезопасности помещений применяется система заземления типа TN-C-S с разделением N и PE во ВРУ1. TN-C-S согласно п.7.29. ПУЭ с использованием дифференциальных выключателей со встроенной защитой от сверхтоков с током утечки 30мА в групповых линиях, питающих электророзетки для подключения бытовых переносных электроприборов, основная и дополнительная системы уравнивания потенциалов, с устройством повторного заземления нулевого защитного проводника питающей сети на вводе [13].

Общее сопротивление растеканию заземляющего устройства на вводе, к которому присоединены нулевые защитные проводники и главный уравнивающий проводник, не должно превышать в любое время года 2,5 Ом согласно Техническому циркуляру «Росэлектромонтаж» №24/2009.

К защитным проводникам PE должны присоединяться металлические каркасы щитков и все проводящие части оболочек электрооборудования, а также металлические конструкции подвесных потолков не менее, чем в двух точках, металлические перегородки, двери, рамы, используемые для прокладки кабелей. Ответвление отдельного защитного проводника выполняется в ответвительной коробке [15].

Последовательное включение открытых проводящих частей разного электрооборудования к заземляющему проводнику не допускается. Защитное заземление в помещениях проектируемого объекта должно соответствовать требованиям глав 1.7; 7.1 ПУЭ, СНиП 3.05.06-85 («Электротехнические устройства») и ГОСТ Р 50571.10-96. Все розетки имеют защитный зануляющий контакт. Линии питания розеток, к которым могут подключаться

переносные электроприёмники, подключаются через устройства защитного отключения (УЗО).

Основная система уравнивания потенциалов предусмотрена в ВРУ1. ГЗШ совмещена с шиной РЕ ВРУ1. Основная система уравнивания потенциалов в электроустановке должна соединять между собой следующие проводящие части [16]:

- нулевой защитный PEN проводник питающей линии;
- заземляющий проводник, присоединенный к заземляющему устройству электроустановки;
- заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления на вводе в здание;
- металлические трубы коммуникаций, входящих в здание: горячего и холодного водоснабжения, канализации, отопления, газоснабжения и т.п.
- металлические части каркаса здания;
- заземляющее устройство системы молниезащиты;
- заземляющий проводник функционального (рабочего) заземления;
- металлические оболочки телекоммуникационных кабелей.

Проводящие части, входящие в здание извне, должны быть соединены как можно ближе к точке их ввода в здание.

Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников системы уравнивания потенциалов.

Главная заземляющая шина выполняется из меди. Её проводимость должна быть не менее проводимости PEN- проводника питающей линии.

Для обеспечения уравнивания потенциалов все металлические трубы коммуникаций, вводимых в помещения, должны быть также присоединены к нулевому защитному проводнику РЕ. Контактные присоединения должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10434 не менее чем по второму классу. Главная заземляющая шина на обоих концах должна быть обозначена

продольными или поперечными полосами желто-зеленого цвета одинаковой ширины. Изолированные проводники уравнивания потенциалов должны иметь изоляцию, обозначенную желто-зелеными полосами. Голые проводники системы уравнивания потенциалов в местах их присоединения к сторонним проводящим частям должны быть обозначены желто-зелеными полосами, выполненными краской или клейкой двухцветной лентой.

При последовательном соединении РЕ-проводника необходимо обеспечить неразъемное (пайка, сварка) соединение [17].

В соответствии с инструкцией по молниезащите СО153-34.21.122-2003 здание детского сада подлежит молниезащите. Уровень защиты от прямых ударов молнии как для обычного объекта – третий, надежность защиты - 0,9. Молниеприемная сетка с ячейками 10×10м. Молниезащита предусматривает защиту от прямых ударов молнии, а также от заноса высокого потенциала через наземные (надземные и подземные коммуникации) путем присоединения таковых на вводе в здание.

Молниеприемная сетка выполняется из оцинкованной стальной проволоки диаметром 8мм, укладываемой на слой негорючего материала на кровле. Молниеприемную сетку не более чем через 20 м по периметру здания соединить с заземляющим устройством здания непрерывной электрической связью (сваркой). Все выступающие над кровлей неметаллические элементы, оборудуются стержневыми молниеприемниками из круглой оцинкованной стали диаметром 10 мм, выше защищаемого объекта на 500 мм. Все выступающие над кровлей металлические элементы и молниеприемники неметаллических элементов присоединяются к молниеприемной сетке диаметром 8 мм.

Металлические корпуса поддонов, металлические водопроводные трубы в душевых комнатах для выравнивания электрических потенциалов присоединяются через клеммную коробку к нулевому защитному проводнику от этажных щитков. На рисунке 2 приведена схема основной системы уравнивания потенциалов.

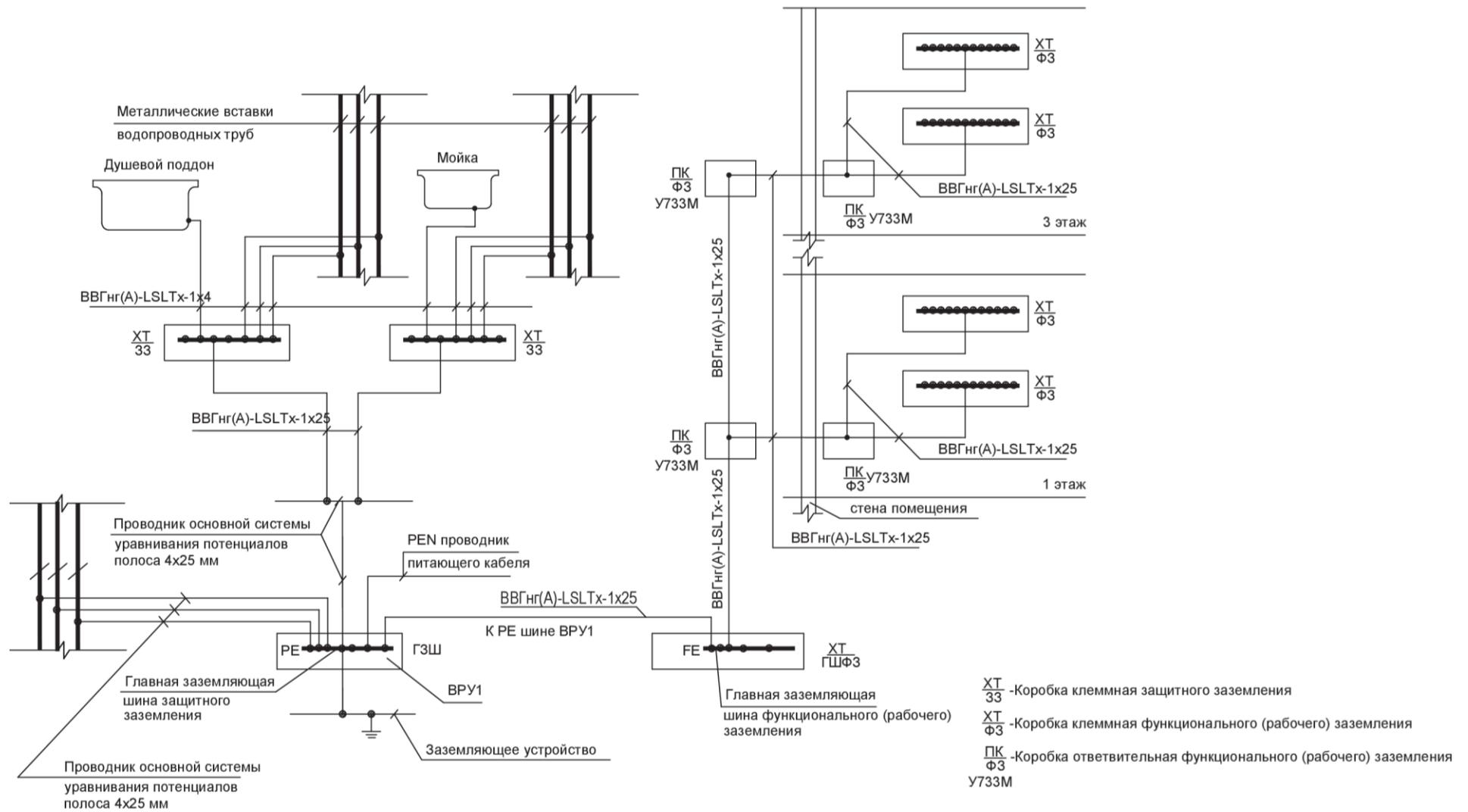


Рисунок 2 - Схема основной системы уравнивания потенциалов

К защитным проводникам РЕ должны присоединяться металлические корпуса светильников, щитков, металлические двери, металлические оконные рамы и другие проводящие конструкции здания.

Наружный контур заземления выполняется полосовой оцинкованной сталью 5×50 мм и прокладывается по периметру здания в котловане на уровне фундаментной плиты и во всех случаях объединяется с заземляющим устройством электроустановки (повторным заземлением) здания.

От заземлителя в котловане выполняются выпуски высотой 200 мм от уровня земли для присоединения к токоотводам и к внутренним контурам заземления в электрощитовой, венткамерах, насосной и тепловом пункте. Расстояние между выпусками не более 20 м [18].

Внутренний контур заземления электрощитовой, венткамер, насосной выполняется полосовой оцинкованной сталью 4×25 мм и соединяется с наружным контуром заземления в двух местах.

Металлические направляющие противовесы лифтов заземляются путем присоединения их к наружному контуру заземления.

Для обеспечения непрерывной электрической связи все соединения конструкций (молниеприемник, токоотводы, заземлитель) выполняются сваркой. В качестве перемычек используется полосовая оцинкованная сталь 5×50мм. В местах прохода через стену перемычки прокладываются в стальной водогазопроводной трубе наружным диаметром 50 мм. Зазоры между трубой и стеной заделаны несгораемой массой (смесь глины с песком в соотношении 1:3).

Контур заземления молниезащиты совмещен с контуром заземления электроустановки. Монтаж заземления выполняется согласно ПУЭ изд.7, ГОСТ Р 50571.5.54-2013/МЭК 60364- 5-54-2011, часть 5-54 и СНиП3.05.06-85.

Все измерения, испытания и опробования в соответствии с действующими директивными документами, инструкциями заводо-изготовителей и требованиями ПУЭ, произведенные монтажным персоналом в процессе монтажа, а также наладочным персоналом непосредственно перед

вводом электрооборудования в эксплуатацию, должны быть оформлены соответствующими актами и протоколами, а также должны быть оформлены акты на скрытые работы по [20]:

- прокладке труб в строительных конструкциях пола, потолка и стен;
- прокладке проводов и кабелей в трубах;
- монтажу заземляющего устройства.

1.7 Выбор типа, класса проводников для групповых и распределительных сетей и осветительной арматуры

В работе предусматривается применение кабелей и проводов на напряжение 0,66 кВ с медными токопроводящими жилами.

Распределительные и групповые сети выполняются кабелем ВВГнг(А)-LSLTx и ВВГнг(А)-FRLSLTx в поливинилхлоридных трубах в стояках, в лотках за подвесными потолками, отдельные участки сети в гофрированных трубах.

При пересечении противопожарных преград кабельные линии прокладываются в стальных трубах.

Выбор сечения кабелей произведен по нагреву с последующей проверкой на потерю напряжения, на термическую устойчивость и по экономической плотности тока.

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

- по номинальному напряжению» [4]

$$U_n \geq U_{нс} ; , \quad (9)$$

- «по номинальному току» [4]

$$I_{np} \geq I_{pa};, \quad (10)$$

«Выбор выключателя по наибольшей отключающей способности» [4]:

$$I_{отк} \geq I_{КЗ}^{(3)},, \quad (11)$$

где « $I_{КЗ}^{(3)}$ – периодическая составляющая трехфазного тока КЗ» [4].

«Выбор исполнения расцепителей максимального тока. Если в соответствии с ПУЭ требуется защита от перегрузки и эта защита не обеспечивается другими устройствами, то автоматические выключатели должны иметь расцепители максимального тока с обратно зависимой от тока характеристикой.

Любой аппарат защиты необходимо отстроить от токов перегрузки, свойственных нормальной эксплуатации.

Определяют ток уставки расцепителя с независимой от тока характеристикой» [4]:

$$k_{pn} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск},, \quad (12)$$

где « I_y – паспортное значение токов уставки;

$I_{пуск}$ – пусковой ток двигателя;

k_{pn} – коэффициент разброса защитной характеристики, определяемый для нижней границы;

k_n - принимается равным 1,1 - 1,5» [4].

«При тяжелых и продолжительных пусках необходимо для нескольких точек проверить условие» [4]:

$$t_i > t_{ni},, \quad (13)$$

где « t_i – время срабатывания расцепителя с обратной зависимой от тока характеристикой;

t_{ni} – время, определяемое по пусковой характеристике двигателя» [4].

«Проверка по допустимому времени отключения записывается в виде» [4]

$$t_{cp} > t_{дон},, \quad (14)$$

где « t_{cp} – время срабатывания расцепителя;

$t_{дон}$ – допустимое время отключения в соответствие с ПУЭ» [4].

«Проверка на термическую и электродинамическую стойкость.

Проверка соответствий допустимого тока проводников и параметров защитных аппаратов, характеристика срабатывания РМТ должна отвечать двум условиям» [4]:

$$I_{pa} \leq I_{нр} \leq I_{дон},, \quad (15)$$

$$I_2 \leq 1,45I_{дон},, \quad (16)$$

где « I_{pa} – расчетный ток цепи послеаварийного режима работы;

$I_{нр}$ – номинальный ток расцепителя;

$I_{дон}$ – допустимы ток кабеля;

I_2 – ток, обеспечивающий надежное срабатывания устройств защиты» [4].

«При выполнении защиты от перегрузок и КЗ следует также выполнять требования 3.1.11 ПУЭ в части согласованности проводников и защитных устройств.

Проверка на селективность. В соответствии с ПУЭ защита в низковольтных сетях должна быть селективной» [4].

Результаты выбора АВ представлены на листах графического материала.

Взаиморезервируемые кабели прокладываются с расстоянием между кабелями 0,25 метра друг от друга.

Прокладка кабельных линий выполняется согласно требованиям ПУЭ, СП 76.13330.2016.

Для освещения используется осветительная арматура, степень защиты которой соответствует категории помещений и окружающей среды. В подвале, на техническом этаже и ванных комнатах для освещения приняты светильники II класса защиты от поражения тока [19].

Светильники аварийного освещения должны иметь знак, отличающий их от светильников рабочего освещения.

Светильники приняты в соответствии функциональным назначением помещения и категорий помещения согласно ПУЭ. Светильники, устанавливаемые на высоте не ниже 2,2 м, приняты с классом защиты I, ниже 2,2 м - с классом защиты II.

Групповые сети освещения выполняются трехпроводными, за исключением мест, указанных на планах здания.

Кабели рабочего и аварийного освещения прокладываются отдельно по разным трассам. Для заземления корпусов светильников используется нулевая защитная жила кабеля РЕ. Тип применяемых светильников и способ их установки указаны на плане.

Выключатели и штепсельные розетки устанавливаются на высоте:

- розетки и выключатели – 1,8 м;
- выключатели для мгн – 0,8 м

Розетки приняты с защитными шторками.

1.8 Определение параметров систем рабочего и аварийного освещения

Освещение выполняется в соответствии с ПУЭ, СП52.13330.2016.

В работе предусматривается рабочее, аварийное и ремонтное (переносное) электроосвещение помещений здания детского сада. Рабочее и аварийное электроосвещение на напряжении 220 В. Ремонтное напряжение 24 В. Аварийное освещение разделяется на эвакуационное, резервное.

Эвакуационное освещение подразделяется на [17]:

- освещение путей эвакуации, включая световые указатели;
- эвакуационное освещение зон повышенной опасности;
- антипаническое освещение.

Освещение путей эвакуации предусматривается:

- на лестницах;
- в коридорах;
- входах в здание;
- вестибюле;
- холлах;
- при пересечении проходов и коридоров;
- перед каждым эвакуационным выходом;
- перед кабинетом врача;
- в помещениях для МГН.

Освещение зон повышенной опасности предусматривается в следующих помещениях:

- электрощитовой;
- насосной;
- венткаме;
- горячего и холодного цехов кухни;
- холодильной камере;

- мучном;
- мясорыбном;
- прививочном кабинете;
- слесарной и столярной мастерской.

Резервное освещение предусматривается в электрощитовой, помещениях охраны, серверной прививочном кабинете, кабинете врача, помещении ИТП.

Эвакуационное освещение больших площадей (антипаническое) предусматривается в помещениях площадью более 60 м² - игровая, спальные помещения, классы, обеденный и актовые залы, спортзал, холл при актовом зале, читальные залы.

Эвакуационное освещение создает по линиям основных проходов освещенность не менее 5лк; распределительные сети прокладываются от отдельных щитков, щитки запитываются самостоятельными магистралями от ВРУ с АВР.

Ремонтное освещение на напряжении 24 В предусмотрено в электрощитовых, насосной, тепловом узле, венткаме. Для ремонтного освещения предусматривается установка ящичков серии ЯТП-0,25 220/24В с встроенной розеткой 24 В для переносной электролампы.

В качестве источника электроосвещения помещений детского сада выбраны светодиодные светильники. Выбор количества и типов светильников произведен в зависимости от условий среды в освещаемом помещении, назначении данного помещения, величины нормируемой освещенности и высоты установки светильника от пола.

Расчет освещения выполняется по методу удельной мощности и коэффициента использования [14].

«Индекс помещения i определяется по выражению» [3]:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (17)$$

где « A и B - длина и ширина помещения;

H_p - расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью» [3].

«По справочным данным принимаются значения коэффициентов запаса и использования светового потока.

Определяется расчетное число светильников по формуле» [3]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (18)$$

где « N - число светильников;

n - число ламп в светильнике;

Φ_l - световой поток лампы;

η - коэффициент использования;

k - коэффициент запаса;

S - площадь помещения» [4].

«Значение N округляется до ближайшего целого числа N_p .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [3]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (19)$$

где « P_{nl} - мощность одной лампы» [13].

Светильники аварийного освещения имеют знак «А», отличающий их от светильников общего освещения. Групповые осветительные трассы рассчитаны по условиям максимально допустимых потерь напряжения.

Предусмотрены указатели выхода с аккумуляторами.

В кабинетах освещенность принята 400лк, в процедурных помещениях – 500лк, технических помещений – 20лк, электрощитовая, ИТП – 200лк, венткамере и насосной – 50лк, в игровых – 500лк, спальнях – 200лк,

раздевальных – 300лк, освещенность не менее 100 лк на входных площадках, доступных для МГН, в универсальных кабинах санузлов и душевых, на путях эвакуации, на открытых лестницах, пандусах и в пожаробезопасных зонах. На путях эвакуации предусмотрено аварийное освещение.

Нормы освещенности, количество и типы светильников приведены на соответствующем листе графического материала.

Управление освещением осуществляется индивидуально выключателями у входов и со щитков.

Светильники аварийного освещения должны иметь знак отличающий их от светильников рабочего освещения.

Обслуживание светильников производится с лестниц-стремянки.

1.9 Мероприятия по электро и противопожарной безопасности

В качестве мероприятий по пожарной безопасности предусматривается:

- групповая и распределительная сеть выполнена кабелем марки ВВГнг(А)-LSLTx и ВВГнг(А)-FRLSLTx;
- с целью предотвращения и распространения пожара в местах прохода кабелей через стены, перекрытия или выхода наружу следует заделывать зазоры между проводами, кабелями и трубой (коробом, проемом и т.п.), а также резервные трубы (короба, проемы и т.п.) легко удаляемой массой из негорючего материала. Заделка должна допускать замену, дополнительную прокладку новых проводов и кабелей и обеспечивать предел огнестойкости проема не менее предела огнестойкости стены (перекрытия). Кабельные проходки типа ОГНЕЗА-ПМ-К или аналог должны быть сертифицированы.

Все электрооборудование выбрано в соответствии с условиями среды и категорией пожароопасности помещений.

Выключатели для управления освещением в пожароопасных помещениях устанавливаются снаружи помещения.

Для защиты от возгораний предусматривается устройство УЗО с током утечки 30мА.

Для отключения вентиляции при пожаре автоматические выключатели ВРУЗ и ЩВ отходящих линий к вентиляторам оборудуются независимыми расцепителями.

Электропроводка предусматривается кабелями с медными жилами в изоляции не распространяющей горение типа ВВГнг(А)-LSLTx и ВВГнг(А)-FRLSLTx.

Выводы по разделу.

По степени надежности и бесперебойности электроснабжения электроприемники детского сада относятся ко II категории, за исключением электроприемников пожарно-охранной сигнализации, аварийного освещения, вентиляторов дымоудаления и подпора воздуха, которые относятся к I категории.

Электроснабжение здания детского сада будет осуществлено по двум взаиморезервируемым кабельным линиям от ТП 10/0,4 кВ.

В качестве вводных панелей ВРУ1 приняты устройства типа БВРУ-БВ и распределительные типа БВРУ-БР.

В работе принята магистрально-радиальная схема распределения электроэнергии. К распределительным панелям ВРУ1 и АВР подключаются все распределительные силовые щиты, щиты электроосвещения производства фирмы ООО «Петербург- Электро».

По результатам расчетов электрических нагрузок было определено, что потребляемая ЭП здания мощность составляет 265 кВт, из которых 18 кВт составляет мощность ЭП первой категории.

Для снижения реактивной составляющей в потребляемой мощности и снижения потерь в трансформаторах и сетях 0,4 кВ определены мощности автоматических конденсаторных установок – 40 и 25 квар.

Для коммерческого учета на вводных панелях ВРУ1 устанавливаются трехфазные счетчики «Меркурий 234ART» класса точности 0,5S с возможностью передачи данных в центр сбора информации.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током, пожаробезопасности помещений применяется система заземления типа TN-C-S с разделением N и PE во ВРУ1. Для защиты групповых линий, питающих электророзетки используются дифференциальные выключатели со встроенной защитой от сверхтоков и с током утечки 30мА.

Для защиты от прямых ударов молнии на крыше предусматривается молниеприемная сетка с ячейками 10×10м.

Распределительные и групповые сети выполняются кабелем ВВГнг(А)-LSLTx и ВВГнг(А)-FRLSLTx. Выбор сечения кабелей произведен по нагреву с последующей проверкой на потерю напряжения и на термическую устойчивость.

В качестве источника электроосвещения помещений детского сада выбраны светодиодные светильники. Выбор количества и типов светильников произведен в зависимости от условий среды в освещаемом помещении, назначении данного помещения, величины нормируемой освещенности и высоты установки светильника от пола.

2 Проектирование внутриплощадочных электрических сетей по территории дошкольного образовательного учреждения

Электроснабжение здания детского сада предусматривается от:

- 1 ввод - клеммы автоматического выключателя, установленного после прибора коммерческого учета с присоединением от проектируемой КЛ-0,4 кВ (граница участка) до вводно-распределительного устройства ВРУ1 детского сада;
- 2 ввод - клеммы автоматического выключателя, установленного после прибора коммерческого учета с присоединением от проектируемой КЛ-0,4 кВ (граница участка) до вводно-распределительного устройства ВРУ1 детского сада.

В соответствии с «Правилами устройства электроустановок» и СП 256.1325800.2016 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий» электроприемники детского сада по степени надежности и бесперебойности электроснабжения относятся ко II категории, за исключением лифтов с функцией перевозки пожарных подразделений, вентиляции дымоудаления, подпора воздуха, противопожарных устройств, аварийного (эвакуационного) освещения здания, которые относятся к I категории.

В целях повышения надежности и снижения материальных затрат групповые линии выполнены по радиальной и радиально-магистральной схемам, а распределительные - только радиальными.

Схема электроснабжения разработана с учетом ГОСТР 50571.28, ГОСТР 51321.1-2000 и технического циркуляра «Росэлектромонтаж» №24/2009.

Сечение кабельных линий 0,4кВ выбирается по максимальному допустимому току и проверяют по допустимой потере и по условиям срабатывания защиты при однофазном коротком замыкании.

Прокладка кабелей производится в земле в траншеях на глубине 0,7 м от поверхности земли, при пересечении с автодорогами на глубине 1,0 м.

Защита от механических повреждений выполняется трубами ПНД 90.

Наружное освещение.

По требованиям к обеспечению надежности электроснабжения потребители системы наружного освещения согласно ПУЭ относятся к III-й категории.

Схема сети электроосвещения магистральная.

Напряжение сети освещения принято 380/220В; системой заземления TN-C.

Источником электроснабжения сети наружного освещения является щит распределительный наружного освещения ЩОН2, питание которого предусматривается от ВРУ1, установленного в здании детского сада в помещении охраны.

Принята однорядная схема расположения светильников с шагом не более 25м. Управление освещением предусматривается автоматическое программатором ящика управления освещением типа ЯУО9602 с возможностью управления от фотодатчика и суточного реле, а также ручного управления. Предусматривается возможность включения и отключения освещения вручную из помещения охраны с помощью автоматических выключателей.

Охранное освещение.

По требованиям к обеспечению надежности электроснабжения потребители системы охранного освещения согласно ПУЭ относятся к III-й категории.

Схема сети электроосвещения магистральная.

Напряжение сети освещения принято 380/220В; системой заземления TN-C-S. Источником электроснабжения сети охранного освещения является ящик управления ЯУО9602 (ЩОН1), питание которого предусматривается от ВРУ1 установленного в здании детского сада в помещении охраны.

Принята однорядная схема расположения светильников с шагом не более 25м. Управление освещением предусматривается с возможностью управления от фотодатчика и суточного реле, а также ручного управления.

Основные показатели наружного освещения:

- Напряжение сети - $\sim 380/220$ В;
- Система напряжения - TN-C-S;
- Категория надежности - III;
- Установленная мощность электрического освещения - 0,92 кВт;
- Расчетная мощность электрического освещения - 0,92 кВт;
- Количество опор - 23 шт;
- Количество устанавливаемых светильников - 23 шт;
- Протяженность кабельной линии - 560 м;
- Протяженность кабельной траншеи - 490 м;
- Потеря напряжения в наиболее протяженной линии - не более 1,0%.

Основные показатели охранного освещения:

- Напряжение сети - $\sim 380/220$ В;
- Система напряжения - TN-C-S;
- Категория надежности - III;
- Установленная мощность электрического освещения - 1,0 кВт;
- Расчетная мощность электрического освещения - 1,0 кВт;
- Количество устанавливаемых светильников - 25 шт;
- Протяженность кабельной линии по забору в трубе - 740м;
- Потеря напряжения в наиболее протяженной линии - не более 1,0%.

2.1 Выбор проводников и осветительной арматуры

Питающие сети 0,4 кВ предусматриваются кабелем ВБШв-1 с медными жилами, не распространяющий горение при групповой прокладке, с низким дымо- и газовыделением и низкой коррозионной активностью, с изоляцией из

этиленпропиленовой резины и оболочкой из полимерных композиций, не содержащих галогенов, бронированный, на номинальное 1кВ. Для прокладки выбран кабель ВБШв-1. Принимаемое сечение: 4×120 кв. мм. и 5×25 кв.мм, 5×16 кв.мм.

Распределительные сети предусматриваются кабелем ВБШв-1 с медными жилами, с изоляцией из сшитого полиэтилена, с броней из двух стальных оцинкованных лент, в оболочке из ПВХ с низким дымо- и газовыделением, сечением 5×16 до опоры, протяженность кабельной линии 560м.

В качестве светильников наружного освещения территории применяются светодиодные светильники консольного уличного исполнения типа ДКУ64-40-001 Premier 750 ~220В, IP66, 40Вт, устанавливаемые на граненных оцинкованных опорах типа ОГК-6.

Подключение светильников выполняется кабелями марки ВВГнг-LSLTx с медными жилами с изоляцией из поливинилхлоридного пластика (ПВХ).

В качестве светильников охранного освещения территории предусматриваются светодиодные светильники типа ДТУ11-38-004 LED 840, ~220В, IP44, 35 Вт, устанавливаемыми на металлических стойках забора высотой 2,0 м, из профильной трубы 80×4.

Распределительные сети охранного освещения выполняются кабелями марки ВБШв-1 и прокладываются в стальной трубе по забору сечением 5×16, протяженностью кабельной линии 740м.

Подключение светильников выполняется кабелями марки ВВГнг-LSLTx с прокладкой на стойках забора в трубе.

На стойках забора предусматривается установка соединительной коробки для наружного освещения типа ЕКМ2035

2.2 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения

Электроосвещение выполняется в соответствии с требованиями СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Напряжение питающей сети 380/220В, у ламп общего освещения – 220В.

Согласно СП 52.13330.2016 средняя горизонтальная освещенность принята:

- групповые и физкультурные площадки, площадки для подвижных игр зоны отдыха - 10лк;
- проезды и подходы к корпусам и площадкам - 4лк. (таблица 7.11 СП 52.13330.2016).

На рисунке 3 приведен план освещения теневого навеса.

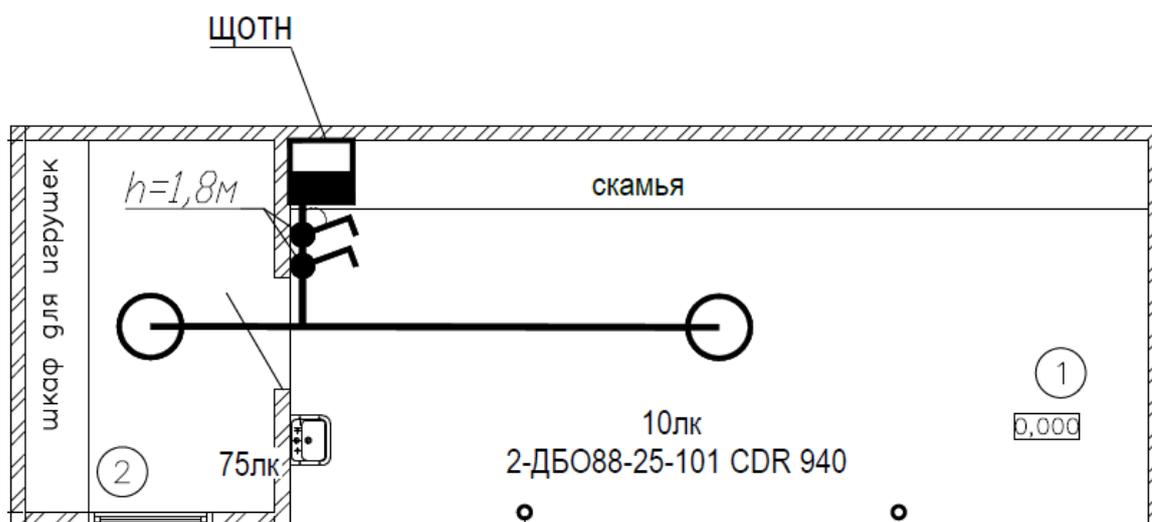


Рисунок 3 - План освещения теневого навеса

Принята однорядная схема расположения светильников с шагом не более 25м. Управление освещением предусматривается автоматическое программатором ящика управления освещением типа ЯУО9602 с возможностью управления от фотодатчика и суточного реле, а также ручного

управления. Предусматривается возможность включения и отключения освещения вручную из помещения поста охраны.

На рисунке 4 приведена структурная схема питания наружного освещения.

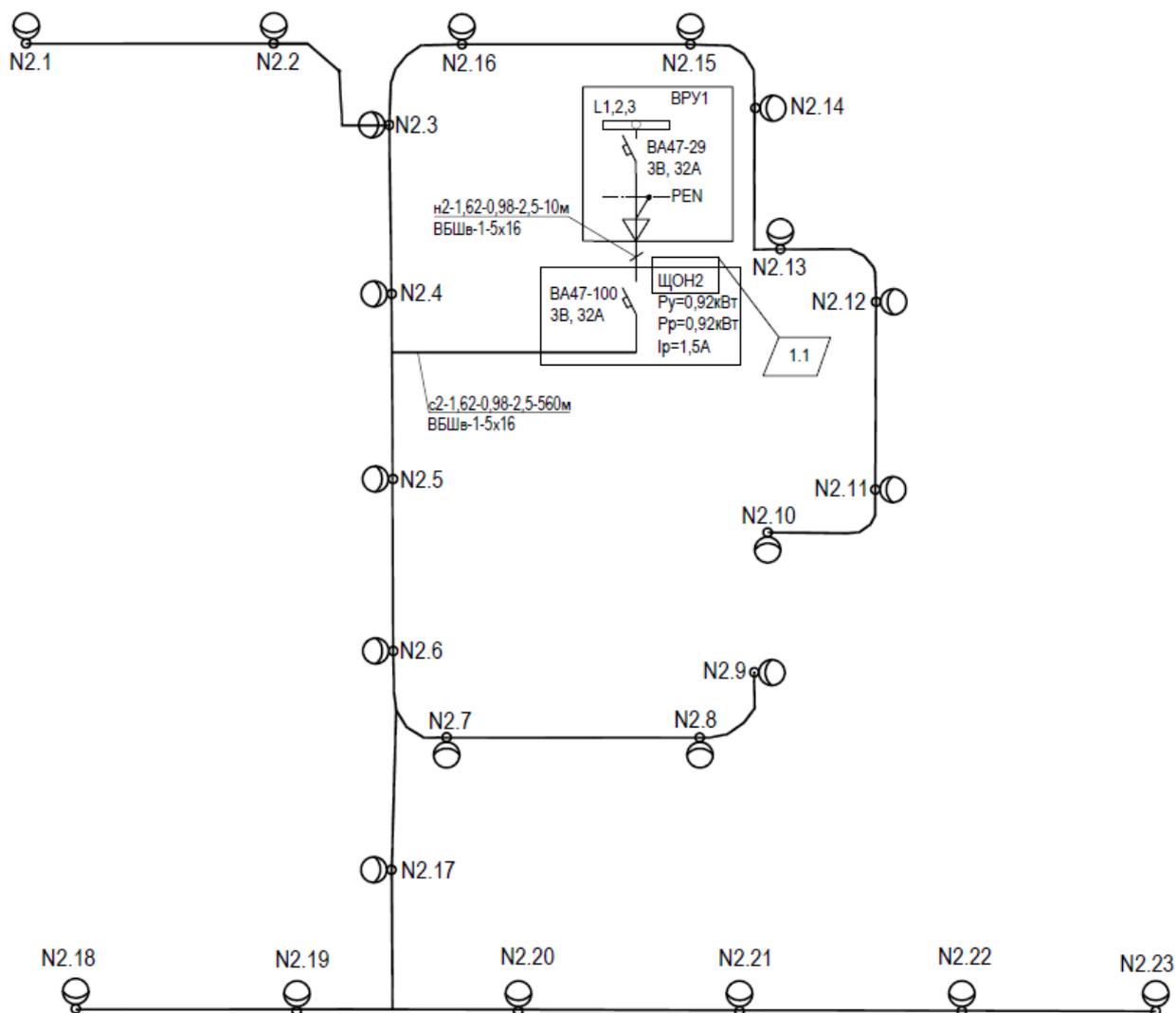


Рисунок 4 - Структурная схема питания наружного освещения

Охранное освещение - освещенность не менее 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли на одной стороне вертикальной плоскости, перпендикулярной к линии границы.

Принята однорядная схема расположения светильников с шагом не более 25м. Управление освещением предусматривается с возможностью управления от фотодатчика и суточного реле, а также ручного управления. Предусматривается возможность включения и отключения освещения вручную из помещения поста охраны.

2.3 Расчет тока однофазного короткого замыкания и времени срабатывание автоматического выключателя

Питание детского сада осуществляется от проектируемой ТП по кабельным линиям, выполненными кабелями ВБШв-4×120 по 2 кабеля в каждой линии (длина линий 115м).

В проектируемой ТП будут установлены трансформаторы ТМ-400-10/0,4.

Расчет выполняется по методике ГОСТ 28249-93 (2003) «Короткие замыкания. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ».

Сопротивление цепи однофазного короткого замыкания складывается из:

- активного и индуктивного сопротивления силового трансформатора;
- активного и индуктивного сопротивления кабельной линии;
- активного сопротивления контактных соединений;
- активного сопротивления автоматического выключателя в проектируемой ТП;
- активного сопротивления трансформаторов тока.

Активное и индуктивное сопротивления силового трансформатора рассчитываются по формулам:

$$r_m = \frac{P_{к.ном} \cdot U_{НН.ном}^2}{S_{т.ном}^2} \cdot 10^6; \quad (20)$$

$$x_m = \sqrt{u_k^2 - \left(\frac{100P_{к.НОМ}}{S_{т.НОМ}} \right)^2} \cdot \frac{U_{НН.НОМ}^2}{S_{т.НОМ}} \cdot 10^4; \quad (21)$$

где $S_{т.НОМ}$ - номинальная мощность трансформатора, кВА;

$P_{т.НОМ}$ - потери короткого замыкания в трансформаторе, кВт;

$U_{НН.НОМ}$ - номинальное напряжение обмотки низшего напряжения трансформатора, кВ;

u_k - напряжение короткого замыкания трансформатора, %.

В проектируемой ТП будут установлены трансформаторы ТМ-400:
 $P_{т.НОМ} = 5,4$ кВт, $S_{т.НОМ} = 400$ кВА, $U_{НН.НОМ} = 0,4$ кВ, $u_k = 4,5\%$.

$$r_m = \frac{5,4 \cdot 0,4^2}{400^2} \cdot 10^6 = 5,4 \text{ мОм};$$

$$x_m = \sqrt{4,5^2 - \left(\frac{100 \cdot 5,4}{400} \right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{400} \cdot 10^4 = 17,172 \text{ мОм};$$

Удельное активное и реактивное сопротивление кабеля с алюминиевыми жилами: сечением 4×120 мм² - $r_0 = 0,154$ мОм/м, $x_0 = 0,0602$ мОм/м, сечением 5×16 мм² - $r_0 = 1,16$ мОм/м, $x_0 = 0,0675$ мОм/м, сечением 5×25 мм² - $r_0 = 0,74$ мОм/м, $x_0 = 0,0662$ мОм/м.

Активное и реактивное сопротивления кабельной линии к детскому саду:

$$r_k = 115 \cdot 0,154 = 17,71 \text{ мОм};$$

$$x_k = 115 \cdot 0,0602 = 6,92 \text{ мОм}.$$

Сопротивление одного контактного соединения кабеля сечением 120 мм² согласно таблице 17 ГОСТ 28249- 93 (2003) составляет 0,024 мОм. В цепях

питания объекта по 2 контактных соединения, т.е. суммарное сопротивление контактных соединений будет:

$$r_{\text{конт.}} = 2 \cdot 0,024 = 0,048 \text{ мОм (линия детского сада).}$$

Сопротивление автоматического выключателя 630А согласно таблице 19 из ГОСТ 28249-93 (2003) составляет:

$$R_{\text{а.в.}} = 0,40 \text{ мОм.}$$

Сопротивление трансформаторов тока 400А согласно таблице 20 из ГОСТ 28249-93 (2003) составляет:

$$X_{\text{т.т.}} = 0,17 \text{ мОм,}$$

$$r_{\text{т.т.}} = 0,11 \text{ мОм.}$$

Общее активное сопротивление цепи составляет:

$$r_{\Sigma} = r_{\text{т}} + r_{\text{к}} + r_{\text{конт}} + r_{\text{а.в.}} + r_{\text{т.т.}} \quad (22)$$

Для линии до детского сада:

$$r_{\Sigma} = 5,4 + 17,71 + 0,048 + 0,4 + 0,17 = 23,728 \text{ мОм.}$$

Общее реактивное сопротивление цепи составляет:

$$X_{\Sigma} = X_{\text{т}} + X_{\text{к}} + X_{\text{т.т.}} \quad (23)$$

Для линии детского сада:

$$x_{\Sigma} = 17,172 + 6,92 + 0,11 = 24,74 \text{ мОм.}$$

Ток однофазного короткого замыкания составит:

Для линии детского сада:

$$I_{\text{кз}}^{(1)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{23,728^2 + 24,74^2}} = 6,74495 \text{ кА} = 6744,95 \text{ А.}$$

Время отключения однофазного короткого замыкания согласно ПУЭ п.1.7.79 для питающих сетей не превышает 0,4 с.

В проектируемой ТП предполагается установка автоматических выключателей: на линии детского сада типа ВА57-39 с $I_{\text{н}} = 630\text{А}$ ($I_{\text{эм.р}} = 6300\text{А}$). На рисунке 5 представлена времятоковая характеристика для выбранного выключателя ВА57-39.

ВА57-39

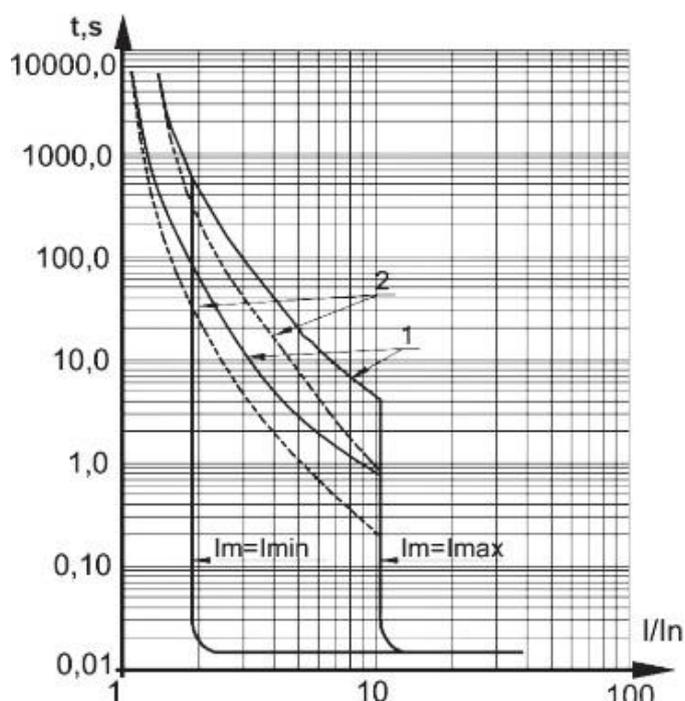


Рисунок 5 - Времятоковая характеристика для выбранного выключателя ВА57-39

При коротком замыкании в линиях время срабатывания автоматических выключателей, согласно приведенных выше графиков составит примерно 0,015 с.

Таким образом, обеспечивается надежное срабатывание автоматического выключателя при однофазном коротком замыкании на линии, питающей детский сад.

Выводы по разделу.

Сети системы наружного освещения относятся к III-й категории. Источником электроснабжения сети наружного освещения является щит распределительный наружного освещения ЩОН2, питание которого предусматривается от ВРУ1. Принята однорядная схема расположения светильников с шагом не более 25м. Подключение светильников выполняется кабелями марки ВВГнг-LSLTx с медными жилами с изоляцией из поливинилхлоридного пластика (ПВХ). Для освещения территории выбраны светильники ДКУ64 Premier 750 мощностью по 40Вт, устанавливаемые на граненных оцинкованных опорах типа ОГК-6. Для охранного освещения территории выбраны светодиодные светильники ДТУ11 LED 840 по 35 Вт, устанавливаемые на металлических стойках забора.

Питание детского сада осуществляется от проектируемой ТП по кабельным линиям, выполненными кабелями ВБШв-4×120. Произведен расчет однофазного тока КЗ. При коротком замыкании на линиях время срабатывания автоматических выключателей составит примерно 0,015 с, что обеспечивает надежное отключение поврежденной линии.

Заключение

Цель бакалаврской работы заключалась в проектировании безопасной для персонала и детей системы электроснабжения с заданными показателями надежности и при минимуме приведенных затрат.

По степени надежности и бесперебойности электроснабжения электроприемники детского сада относятся ко II категории, за исключением электроприемников пожарно-охранной сигнализации, аварийного освещения, вентиляторов дымоудаления и подпора воздуха, которые относятся к I категории.

Электроснабжение здания детского сада будет осуществлено по двум взаиморезервируемым кабельным линиям от ТП 10/0,4 кВ.

В качестве вводных панелей ВРУ1 приняты устройства типа БВРУ-БВ и распределительные типа БВРУ-БР.

В работе принята магистрально-радиальная схема распределения электроэнергии. К распределительным панелям ВРУ1 и АВР подключаются все распределительные силовые щиты, щиты электроосвещения производства фирмы ООО «Петербург- Электро».

По результатам расчетов электрических нагрузок было определено, что потребляемая ЭП здания мощность составляет 265 кВт, из которых 18 кВт составляет мощность ЭП первой категории.

Для снижения реактивной составляющей в потребляемой мощности и снижения потерь в трансформаторах и сетях 0,4 кВ определены мощности автоматических конденсаторных установок – 40 и 25 квар.

Для коммерческого учета на вводных панелях ВРУ1 устанавливаются трехфазные счетчики «Меркурий 234ART» класса точности 0,5S с возможностью передачи данных в центр сбора информации.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током, пожаробезопасности помещений применяется система заземления типа TN-C-S с разделением N и PE во ВРУ1. Для защиты групповых линий, питающих

электророзетки используются дифференциальные выключатели со встроенной защитой от сверхтоков и с током утечки 30мА.

Для защиты от прямых ударов молнии на крыше предусматривается молниеприемная сетка с ячейками 10×10м.

Распределительные и групповые сети выполняются кабелем ВВГнг(А)-LSLTx и ВВГнг(А)-FRLSLTx. Выбор сечения кабелей произведен по нагреву с последующей проверкой на потерю напряжения и на термическую устойчивость.

В качестве источника электроосвещения помещений детского сада выбраны светодиодные светильники. Выбор количества и типов светильников произведен в зависимости от условий среды в освещаемом помещении, назначении данного помещения, величины нормируемой освещенности и высоты установки светильника от пола.

Сети системы наружного освещения относятся к III-й категории. Источником электроснабжения сети наружного освещения является щит распределительный наружного освещения ЩОН2, питание которого предусматривается от ВРУ1. Принята однорядная схема расположения светильников с шагом не более 25м. Подключение светильников выполняется кабелями марки ВВГнг-LSLTx с медными жилами с изоляцией из поливинилхлоридного пластика (ПВХ). Для освещения территории выбраны светильники ДКУ64 Premier 750 мощностью по 40Вт, устанавливаемые на граненных оцинкованных опорах типа ОГК-6. Для охранного освещения территории выбраны светодиодные светильники ДТУ11 LED 840 по 35 Вт, устанавливаемые на металлических стойках забора.

Питание детского сада осуществляется от проектируемой ТП по кабельным линиям, выполненными кабелями ВБШв-4×120. Произведен расчет однофазного тока КЗ. При коротком замыкании на линиях время срабатывания автоматических выключателей составит примерно 0,015 с, что обеспечивает надежное отключение поврежденной линии.

Список используемой литературы

1. Вахнина В.В., Черненко А.Н. Проектирование систем электроснабжения: электронное учеб.-метод. пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. – 1 оптический диск.
2. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ [Электронный ресурс]: Межгосударственный стандарт от 01.01.1995. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004630> (дата обращения 19.01.2023).
3. ГОСТ Р 50571.5.54-2013 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации 01.01.2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108284> (дата обращения 15.02.2023).
4. ГОСТ Р 55842-2013 (ИСО 30061:2007) Освещение аварийное. Классификация и нормы [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации от 01.01.2015. URL: docs.cntd.ru/document/1200107497 (дата обращения 18.12.2022).
5. Киреева Э.А., Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2015. 368с.
6. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Электронный ресурс]: URL: <http://pue7.ru/pue7/sod.php> (дата обращения 23.01.2023).
7. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения 05.12.2022).
8. Рожин А.Н., Бакшаева Н.С. Внутрицеховое электроснабжение: учеб. пособие для выполнения курсового и дипломного проектов. Киров: Изд-во ВятГУ, 2016. 258с.

9. Синенко Л.С., Электроснабжение. Версия 1.0. [Электронный ресурс]: учеб. пособие к практ. занятиям. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/122353214> (дата обращения 18.02.2023).
10. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034368> (дата обращения 15.01.2023).
11. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]: Свод правил по проектированию и строительству от 01.01.2004. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035252> (дата обращения 17.12.2022).
12. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 (с Поправкой, с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Свод правил от 20.05.2011. URL: docs.cntd.ru/document/1200084087 (дата обращения 08.01.2023).
13. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс]: Свод правил от 05.08.2017. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 19.01.2023).
14. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]: Свод правил от 20.05.2011. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200085105> (дата обращения 14.12.2022).
15. Шевченко Н.Ю., Бахтиаров К.Н. Проектирование системы электроснабжения цеха: учеб. пособие по выполнению курсового проекта. Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2015. 105с.
16. Işhan Tarimer, Boleslav Kuca The proposition to Safety of a lightning protection system for high Structures // TEM Journal. 2017. № 2(4). С. 309-313.
17. Octavian Mihai Machidon, Radu Constantin Andrei, Carmen Gerigan Smart circuit breaker communication infrastructure // TEM Journal. 2017. № 6(4). С. 855-861.

18. Pas Jacek Selected Methods for increases reliability the of electronic system security // Journal of KONBiN. 2015. № 35(1). C. 147-156.
19. Sajad Samadinasab, Farhad Namdari, Mohammed Bakhshipoor A novel approach for earthing system design using finite element method // Journal of Intelligent Procedures in electrical technology. 2017. №8(29). C. 54-63.
20. Sanober Hassan Khattak, Michael Oates, Rick Greenough Towards improved energy and recourse management in manufacturing // Energies. 2018. № 11(4). C. 1-15.