

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 Электроснабжение детского сада АНОДО Планета Детства «Радость»

Обучающийся

В. И. Абросимов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., И.В. Горохов

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

Тольятти 2022

## Аннотация

Название выпускной квалификационной работы: «Электроснабжение детского сада АНОДО Планета Детства «Радость»».

Выпускная работа состоит из введения, три раздела, заключения, таблиц, списка литературы и графической части на 6 листах формата А1.

Ключевым вопросом выпускной работы является проектирование электроснабжения детского сада «Радость».

Выпускная квалификационная работа может быть разделена на следующие части: электроснабжение детских садов; система освещения; молниезащита; заземление; аппараты защиты.

Целью работы является разработка обеспечения надежного и безопасного электроснабжения систем детского сада.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ электроприемников объекта, анализ учебно-методической и учебной литературы и разработан проект системы электроснабжения. Произведен расчет электрических нагрузок. Выбраны провода для питания внешних и внутренних электропроводок. Произведен расчет и выбор устройств защитной аппаратуры и выполнена их проверка. Произведен расчет заземляющего устройства и выбор молниезащитных устройств, расчет и выбор трансформатора комплектной трансформаторной подстанции.

Цели и задачи, поставленные в ВКР, выполнены, разработанная система электроснабжения выполнена с учетом действующих нормативных документов.

## Содержание

Введение.....	4
1 Общая характеристика детского сада №67 «Радость».....	5
1.1 План детского сада и характеристика потребителей электроэнергии.....	5
1.2 Характеристика существующей системы электроснабжения и задачи ее модернизации.....	6
2 Обоснование схемы электроснабжения детского сада.....	8
2.1 Расчет электрических нагрузок без системы освещения.....	9
2.2 Расчет электрических нагрузок системы освещения.....	11
2.3 Определение мощности трансформаторной подстанции и выбор ее комплектации.....	14
2.4 Расчет токов короткого замыкания.....	18
2.5 Выбор кабелей и коммутационного оборудования.....	22
2.6 Расчет системы заземления.....	23
2.7 Молниезащита детского сада №67 «Радость».....	27
2.8 Выбор дизельной электростанции.....	28
3 Расчет системы освещения.....	30
3.1 Расчет аварийной системы освещения.....	30
3.2 Расчет системы освещения территории.....	35
3.3 Экономический анализ и обеспечение безопасности.....	38
Заключение.....	39
Список используемых источников .....	40

## Введение

В настоящее время детский сад признан необходимым фактором влияния на развитие полноценной личности ребенка. Это самый важный этап воспитания маленького человека.

«Целью данной выпускной квалификационной работы является строительство систем электроснабжения детского сада. Основными задачами при проектировании систем электроснабжения являются высокая степень надежности, безопасности и экономичности эксплуатации сетей.» [12]

Данная работа по электроснабжению детского сада № 67 «Радость» предусмотрена для расчета питательных, выбор электрооборудования, элементов защиты и «групповых сетей, подключения технологического, вентиляционного оборудования, рабочих щитов и аварийного освещения.

В разработке данного исследования были определены следующие задачи:

- определение расчетных нагрузок освещения детского сада, а также аварийного освещения в соответствии с нормативными требованиями к освещению детских садов;
- определение расчетных нагрузок силовых цепей;
- определение мощности полной подстанции (КТП);
- расчет и выбор устройств, установленных на полной подстанции;
- расчет и выбор поперечного сечения кабельных сетей и устройств защиты линий электропередач в соответствии с действующими нормативными условиями электроснабжения;
- расчет системы освещения территории;
- расчет и выбор систем заземления и молниезащиты детского сада;
- выбор резервных источников электроэнергии.» [17]

## **1 Общая характеристика детского сада №67 «Радость»**

### **1.1 План детского сада и характеристика потребителей электроэнергии**

Исходные данные по разработке раздела силовых электрооборудований и электроосвещения – архитектурные и технические решения для развития раздела силовых электрооборудований и электроосвещения.

По надежности электрического снабжения этого объекта согласно СП 31-1102003 9 п. На основании которой производится определение расчетных нагрузок освещения детского сада, а также аварийного освещения в соответствии с нормативными требованиями к освещению детских садов.

Электроприемники подразделяются на 1-е и 2-е категории электропитания:

В 1 категорию входят:

- пожарная система и пожарная сигнализация;
- контроль противопожарного клапана во дворе.

Во 2 категорию:

- остальные электроприемники группы розеток;
- освещение;
- систем вентиляции;
- кондиционирования и водопровод, и так далее.

Тип электрической сети проектируемого дома ТН-С с глухой нейтралью, 380 220В, источники питания – линии электрической передачи ЛЭП-10кВ, резервный источник электропитания – дизельная станция ДЭС 0.4кВ.

## **1.2 Характеристика существующей системы электроснабжения и задачи ее модернизации**

Сведения о существующей энергосистеме, в соответствии с технико-экономическим режимом разработанного электроснабжения детского сада, источников питания линий 10кВ, ДЭС 0.4кВ спроектировано как резервное питание.

В режиме рабочего режима питание производится через КТП двух трансформаторов, без выходов, отдельного секционирования, питание двух разных линий питания 10кВ.

Тип электрической сети проектируемого дома ТН-С с глухой нейтралью, 380/220В, источники питания – линии электрической передачи ЛЭП-10кВ, резервный источник электропитания – дизельная станция ДЭС 0.4кВ.

При отсутствии подачи от одной из линий подачи, подача осуществляется через линию подачи, которая остается в рабочем состоянии.

«Для ввода в эксплуатацию, измерения и разводки электросетей в подвале здания установлены ВРУ-1 и ВРУ-2, с устройством защиты и измерения электрической энергии. Для энергоснабжения потребителей 1-й категории предусмотрена система АВР, обеспечивающая автоматическое переключение энергии на потребителей.

Перечень технологического оборудования, питающегося от ВРУ-1: а) Щиты освещения первого этажа и подвала (ЩО-1.1 и ЩО-1, ЩО-1.2)

Щиты освещения принимают и распределяют переменный ток частотой 50 Гц и напряжением 380/220 В, защищают отходящие линии питания энергоприемников от коротких замыканий и перегрузок, используются при оперативных простоях и включениях.» [3]

«Распределительные щиты принимают и распределяют электроэнергию в сеть розеток и различных электропотребителей.

Щиты вентиляционные (ЩВ-1,5 и ЩВ-5) предназначены для управления средствами вентиляции.

Шкаф управления гидрантом (ШУ ПГ) применяется для управления насосами систем водяного пожаротушения.» [19]

Распределительные щиты принимают и распределяют электроэнергию по отводящим сетям, тепловым электроприемникам и насосам.

Вывод по разделу 1.

В данном разделе изучен объект проектирования, определено электрооборудование, технологические решения по их размещению и категории электроснабжения потребителей электроэнергии.

## 2 Обоснование схемы электроснабжения детского сада

«В процессе обоснования принятой схемы электроснабжения рассматриваются все возможные источники электричества. Далее мы будем рассматривать обоснование принятой схемы электроснабжения» [2] детского сада «Радость», которая представлена в приложении А.

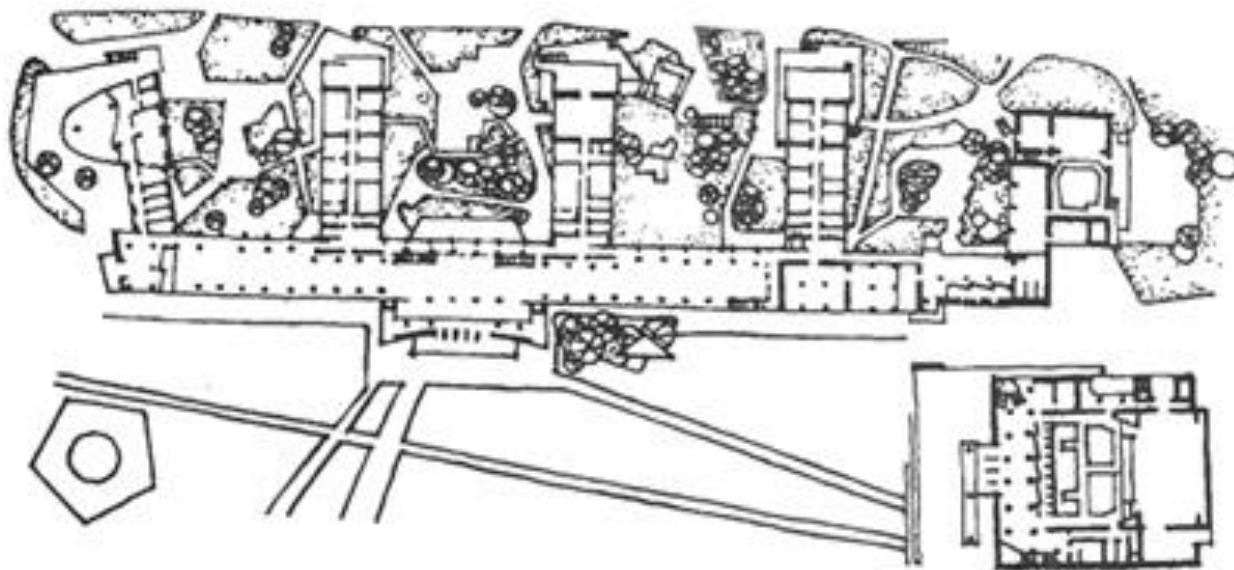


Рисунок 1 – План группы детского сада № 67

А также рассмотрим вариант планировки территории, сооружений и их комплексов, принятый на основе совокупности проектных и технических данных. Планировка группы детского сада представлена на рисунке 1. Где 1 – раздевалка,  $A \times B = 3 \times 4 \text{ м}^2$ , 2 – игровая – столовая,  $A \times B = 6 \times 9 \text{ м}^2$ , 3 – туалет,  $A \times B = 3 \times 4 \text{ м}^2$ , 4 – спальня  $A \times B = 3,5 \times 3 \text{ м}^2$  и 5 – кладовая,  $A \times B = 1,5 \times 3 \text{ м}^2$ .



## 2.1 Расчет электрических нагрузок без системы освещения

«Определение величины электрических нагрузок является одним из основополагающих факторов на этапе проектирования и при эксплуатации электрических сетей.

Нахождение расчетной нагрузки методом коэффициента спроса является наиболее точным, его применяют для нахождения расчетной электрической нагрузки на всех уровнях системы энергоснабжения предприятия, при наличии исходной информации о каждом энергоприемнике. На основе информации электрооборудования по справочным данным находят значения коэффициентов использования и коэффициентов мощности, установленных электроприемников в помещениях проектируемого учреждения.» [6]

Выбранный метод применяется для расчета электрических нагрузок общественных и гражданских зданий и коммуникаций.

«Коэффициенты, используемые в данном методе:

- $k_c$  – коэффициент спроса;
- $\cos$  – коэффициент активной мощности.

Для каждого типа оборудования определяем  $k_c$  и  $\cos$ , а также при необходимости объединяем в группы ( $k_c$  и  $\cos$  одинаковые).

- производим расчет активной мощности для каждого типа оборудования по формуле (1)» [3]

$$P_{\text{расч}} = P_{\text{уст}} \cdot K_c, \quad (1)$$

- находим установленную мощность каждого типа оборудования по формуле (2)

$$P_{\text{уст}i} = \sum P_{\text{расч}} \cdot n_i, \quad (2)$$

- находим реактивную мощность каждого оборудования по формуле (3)

$$Q_{расчi} = P_{расчi} \cdot \operatorname{tg}\varphi , \quad (3)$$

- суммирование активных и реактивных мощностей по формуле (4)

$$\Sigma Q_{расчi} \cdot \Sigma P_{расчi} , \quad (4)$$

- находим полную мощность по формуле (5)

$$S_{расчi} = \sqrt{\Sigma P_{расчi} + \Sigma Q_{расчi}} , \quad (5)$$

- находим расчетный ток по номинальному напряжению по формуле (6)

$$I_{расчi} = \frac{S_{расчi}}{\sqrt{3} \cdot U_H} , \quad (6).$$

Расчет электрических нагрузок представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Ведомость электрических нагрузок

Наименование оборудования	$P_n$ кВт	$N$ шт.	$P_{уст}$ кВт	$K_c$	$\cos\varphi$	$tg\alpha$	$P_p$ кВт	$Q_p$ кВар
Автоматическая хлеборезка АХМ-300Т	3,6	2	7,2	0,1	0,5	1,7	1,0	1,87
Блинница JB35	2,5	2	5	0,1	0,9	0,4	0,5	0,24
Освещение объекта	9,6	1	9,6	0,9	0,9	0,3	9,1	2,9
Наружное освещение	0,2	2	0,6	0,8	0,9	0,3	0,4	0,15
Розетки детского сада	5	1	5	0,2	0,8	0,7	1	0,75
Кипятильник электрический АKNЭ-50 проточный	3,6	1	3,6	0,2	0,95	0,3	0,72	0,23
Котёл пищеварочный КПЭМ-100/9 Т	9,6	2	19,2	0,2	0,9	0,4	4,8	2,3
Машина протирачно-резательная МПР350М	1,8	2	3,6	0,1	0,6	1,3	0,36	0,46
Машина тестомесильная МТМ-65МНА	3,9	2	7,8	0,2	0,86	0,5	1,71	1,01
Приточная вентиляция	3,3	4	13,2	0,6	0,8	0,7	8,58	6,44
Мясорубка МИМ-300М	1,6	3	4,8	0,2	0,8	0,7	1,15	0,86
Подъёмное оборудование	2,7	1	2,7	0,1	0,5	1,7	0,27	0,46
Плита электрическая 6-ти конфорочная	14	1	14,2	0,7	1	0	10	0
Всего	14	-	112	-	0,82	0,5	46,1	65,4

Приведенные результаты позволят произвести выбор электрического оборудования.

## 2.2 Расчет электрических нагрузок системы освещения

Расчет системы освещения производят по методике, указанной в методички, с использованием гигиенических требований к освещению помещений.

«Для примера расчета освещенности возьмем игровую комнату – столовую на 20 посадочных мест.

Ее габариты составляют:

- длина 9 м;
- ширина 6 м;
- высота 3,3м.

Номинальное освещение в помещениях данного типа:  $E_{norm} = 200$  лк.»  
[1,4]

Подбираем тип источника света, берем для расчета встроенные светодиодные лампы модели ДВО12 Призма.

Эти приборы питаются от стандартной сети напряжением 220 В частотой 50 Гц, имеют первый класс защиты по току. Главным преимуществом данной модели является высокая степень защиты - IP40, что является гарантией долговечности данного оборудования. Даже под воздействием пыли и влаги эти лампы будут бесперебойно работать долгое время. Источниками света оборудования являются светодиоды мощностью 45 Вт. Источники света мощностью 45 Вт производят световой поток 3700 лм с цветовой температурой 4300 К, формируя блестящий белый свет.

Выбирайте светильник типа ДВО 12 Призма; КПД=98%; P=45 Вт;  $\varphi=0,8$ м;  $h_c=0$ м (поскольку светильник утоплен) Кривая силы света типа D.

«Определяем расчётную высоту каждого помещения  $H_{рi}$ , м по формуле (7)

$$H_{расчi} = H_i - H_{свi} - H_{р.пi}, \quad (7)$$

где  $H_i$  – высота помещения, м;

$H_{свi}$  – высота свеса светильника, м;

$H_{р.пi}$  – высота рабочей поверхности.» [17]

Для каждого помещения подбираем нормированную освещенность. При использовании осветительной установки, освещение на рабочей поверхности сокращается, поскольку уменьшается световой поток ламп. Это связано с загрязнением ламп, осветительной арматур, и отражающей поверхности стен и потолка.

На уровне норм для поддержания параметров освещенности в пределах нормы значения нормирующей освещенности повышаются на относительный показатель запаса. Зная, что световой поток от осветительной

поверхности распределяется неравномерно (по отношению к освещенной поверхности), вводят поправочный коэффициент  $Z$ , который рассчитывается по формуле (8).

$$i_i = \frac{S_i}{H_{\text{расч}}(A + B)} \quad (8)$$

При расчете освещенности методом относительного использования светового потока:

- выбрать источник света (ИС), определить его стереотипный световой поток, лм и мощность, Вт;
- подобрать осветительный прибор по заданному типу и мощности;
- определить относительную отражательную способность поверхностей потолка и стен (80; 70; 20);
- выбрать относительный показатель использования светового потока;

Находим необходимое количество светильников, шт., для любого здания по формуле (9).

$$N_{\text{сві}} = \frac{S_i \cdot E_{\text{нормі}} \cdot K_{\text{зап}} \cdot Z}{\Phi_{\text{сті}} \cdot \eta \cdot n_{\text{лі}}} \quad (9)$$

где  $K_{\text{зап}}$  – коэффициент запаса [8 стр. 23];

$Z$  – поправочный коэффициент [8 стр. 23];

$n_{\text{л}}$  – количество ламп в светильник.

В процессе работы системы освещения вероятно снижение создаваемой ею освещенности. Чтобы компенсировать это снижение, при проектировании операционной системы вводится коэффициент безопасности (SC).

Результаты расчетов и отбора приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Светотехническая ведомость

Параметр	Наименование помещения				
	Игровая столовая	Раздевалка	Спальня	Кладовая	Уборная
A, м	9	4	3,5	1,5	3
B, м	6	3	3	3	4
S, м <sup>2</sup>	42	12	10,5	4,5	12
H <sub>p</sub> , м	3,3	3,5	3,4	4,3	4
E <sub>норм</sub> , лк	200	200	25	50	50
СП	ДВО 12 prizma	ДВО 12 prizma	ДВО 12 prizma	ДБО 84	ДСО 02
ИС	СД	СД	СД	СД	СД
n <sub>л</sub> , шт	-	-	-	-	2
P <sub>л</sub> , Вт	25	25	25	10	22
Φ <sub>ст</sub> , лм	3300	3300	3300	806	2415
i	0,85	0,49	0,48	0,23	0,43
%, ρ <sub>п.ст.рп</sub>	80	80	80	80	80
	70	70	70	70	70
	20	20	20	20	20
I, %	78	59	59	30	45
N <sub>св</sub> , шт	4,13	1,56	0,16	1,18	0,35
P <sub>уст</sub> , кВт	103,25	39	4	11,8	15,4

Нормальные значения освещенности должны поддерживаться на протяжении всей работы подсветки. Однако в связи с постоянным снижением освещения в период эксплуатации исходное освещение следует считать более нормированным, то есть умноженным на коэффициент запаса, значения которого регламентируются нормами. «Этот коэффициент предполагает уменьшение тока источника света к концу эксплуатации, запыление ламп, их старение, то есть ухудшение свойств, не восстанавливаемых очисткой, и снижение коэффициента отражения стен, и потолки комнат.» [7]

## 2.3 Определение мощности трансформаторной подстанции и выбор ее комплектации

Система электроснабжения включает в себя большое количество конструктивных элементов, позволяющих распределять и передавать электроэнергию от станции к потребителю. Для электроснабжения потребителей до 220 В, 380 В, 660 В строится подстанция высокого напряжения.

«Силовой трансформатор является основной частью всех подстанций. Основным элементом всех подстанций является силовой трансформатор.

Для установки в комплектной трансформаторной подстанции КТП мы используем трансформаторы масляного типа. Основными критериями выбора силового трансформатора являются:

- класс напряжения;
- расчетная мощность нагрузки должна быть меньше или равна мощности трансформатора;
- номинальный ток вторичной обмотки трансформатора должен превышать сумму токов нагрузочных линий.» [15]

Проектом электроснабжения детского сада предусмотрено питание потребителей 1 и 2 категории, поэтому следует установить трансформатор ТМ63. Для 1-й категории электропотребителей оптимальный коэффициент нагрузки  $K_z = 0,6-0,7$ .

Для определения мощности трансформатора необходимо применить метод по графику нагрузки:

- по графику определяем среднюю и максимальную мощность;
- рассчитывается коэффициент запаса графика (КЗГ) по формуле (11).

$$K_{зг} = \frac{S_p}{S_{max}}, \quad (11)$$

Где определяем коэффициент перегрузочной способности трансформатора и рассчитываем требуемую мощность трансформатора по формуле (12).

$$S_{\text{ном.тр}} = \frac{S_{\text{max}}}{K_{\text{н}}}, \quad (12)$$

При отсутствии графиков подбора трансформаторов он может осуществляться только по коэффициенту загрузки с учетом категории надежности по мощности, порядка расчета и выбора:

- определяем требуемую мощность трансформатора по формуле(13).

$$S_{\text{тр}} = \frac{S_{\text{р}}}{n \cdot K_{\text{з}}}, \quad (13)$$

где  $K_{\text{з}} = 0,7$  – коэффициент загрузки;

$n = 2$  – количество трансформаторов.

Технические характеристики выбранного трансформатора представлены в таблице (3).

Таблица 3 – Технические характеристики трансформатора ТМ-63

Объект	S <sub>ном</sub> кВ	ΔР <sub>хх</sub> Вт	ΔР <sub>кз</sub> Вт	I <sub>хх</sub> %	U <sub>кз</sub> %
ТМ-63	63	240	1280	2,8	4,5



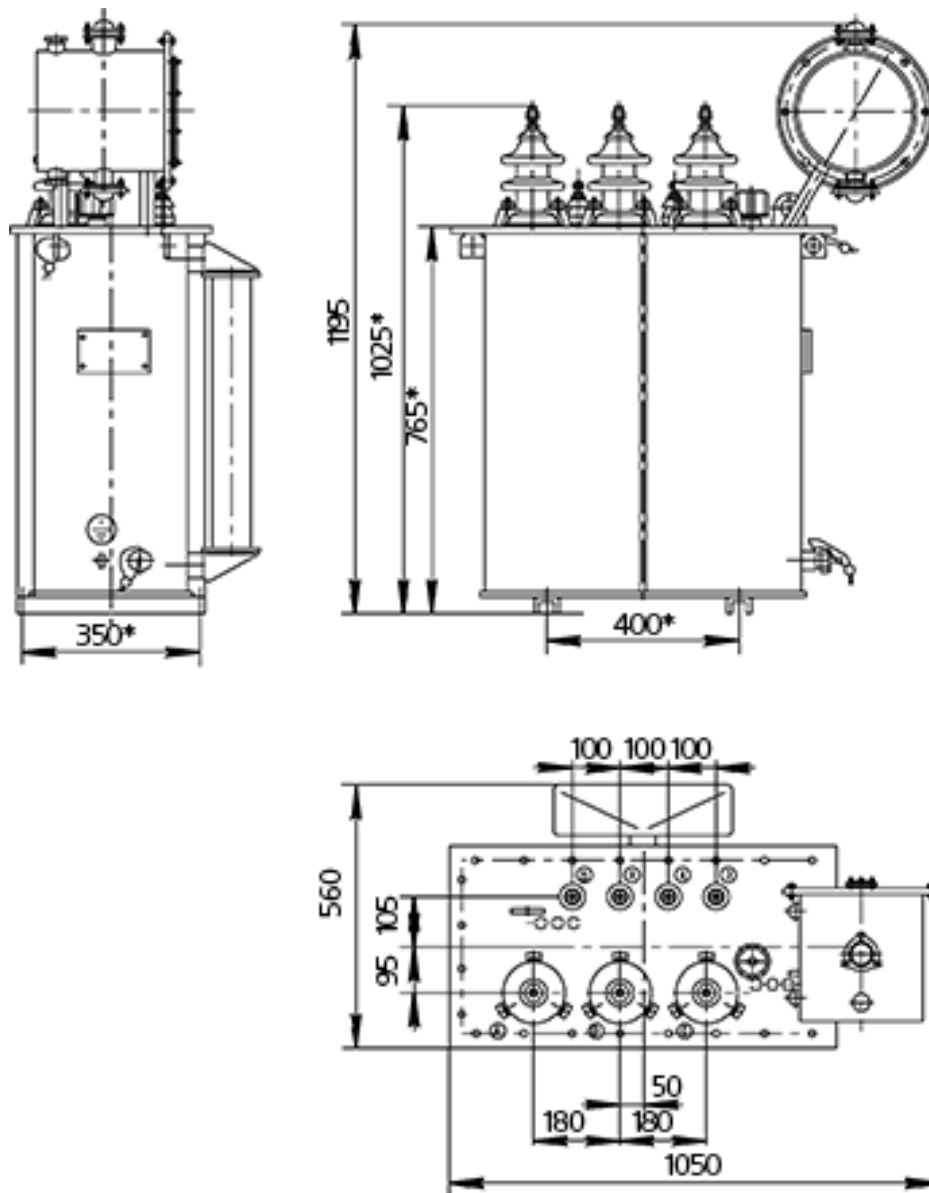


Рисунок 2 – Общий вид комплексной трансформаторной подстанции  
2КТП – ТМ63/10/0,4

«Расчет потерь активной и реактивной мощности и активной энергии в трансформаторах:

- находим потери активной мощности трансформатора по формуле (15).

$$\Delta P_{\text{тр}} = \Delta P_{\text{хх}} + \Delta P_{\text{кз}} \cdot K_{\text{зр}}^2, \quad (15)$$

где  $\Delta P_{\text{ст}}$  – потери активной мощности в стали трансформатора при номинальном напряжении. Зависят только от мощности трансформатора и приложенного к первичной обмотке трансформатора напряжения.  $\Delta P_{\text{ст}}$  приравнивают  $\Delta P_{\text{х}}$ ;  
 $\Delta P_{\text{х}}$  – потери холостого хода трансформатора;  
 $\Delta P_{\text{об}}$  – потери в обмотках при номинальной нагрузке трансформатора, кВт;  $\Delta P_{\text{об}}$  приравнивают  $\Delta P_{\text{к}}$ .  
 $\Delta P_{\text{к}}$  – потери короткого замыкания;  
 $K=S/S_{\text{ном}}$  – коэффициент загрузки трансформатора равен отношению фактической нагрузки трансформатора к его номинальной мощности.

Рассчитываем потери реактивной мощности трансформатора по формуле (16).

$$\Delta Q_{\text{тр}} = \frac{S_{\text{ном}}}{100} (I_{\text{хх}} + U_{\text{кз}} \cdot K_{\text{зр}}^2), \quad (16)$$

где  $\Delta Q_{\text{ст}}$  – потери реактивной мощности на намагничивание, кВАр.  $\Delta Q_{\text{ст}}$  приравнивают  $Q_{\text{х}}$ .  
 $Q_{\text{х}}$  – намагничивающая мощность холостого хода трансформатора;  
 $Q_{\text{рас}}$  – потери реактивной мощности рассеяния в трансформаторе при номинальной нагрузке.» [3, 16]

Рассчитываем потери активной энергии в трансформаторе по формуле(17).

$$\Delta W = \Delta P_{xx} \cdot t_p + \Delta P_{кз} \cdot K_{зр}^2 \cdot \tau , \quad (17)$$

где  $t_p$  – время работы с максимальной нагрузкой, ч;  
 $\tau$ , ч – время потерь.

Потери в трансформаторе представлены в таблице (4).

Таблица 4 – Потери в трансформаторе

Объект	Кзр	$\Delta P_{тр}$ кВт		$\Delta Q_{тр}$ кВт		$\Delta W$ кВт ч	
		На 1	Всего	На 1	Всего	На 1	Всего
ТМ-63	0,46	240	1280	3,55	7,1	3722140	7444280

«Трансформаторы масляные серии ТМ-630 и трансформаторы ТМЗ-630 предназначены для работы в электрических сетях напряжением 6 или 10 кВ 35 кВ в открытых электроустановках в условиях умеренного климата (исполнение У1 по ГОСТ 15150-69) и служат в качестве нижних высокого напряжения электросети до установленного уровня потребления.» [7]

#### **2.4 Расчет токов короткого замыкания, выбор кабелей и коммутационного оборудования**

«Расчет токов короткого замыкания производится для проверки и подбора аппаратов защиты и проводников, для проверки по условиям термической стойкости кабелей и распределительных устройств, для определения параметров срабатывания, проверки чувствительности и согласованности работы цепей релейной защиты.» [18]

Признаки короткого замыкания (далее КЗ):

- неправильные действия обслуживающего персонала;

- не продуманные ремонтные и восстановительные работы вблизи трасс электроснабжения;
- неправильная эксплуатация линий электроснабжения;
- природные явления.

В физике определяют виды КЗ:

- трехфазные замыкания;
- двухфазные замыкания;
- двойные замыкания на землю.

Расчет токов КЗ позволяет определить токи, протекающие в сети в момент КЗ в сети на стороне высокого и низкого напряжения [1, с. 10].

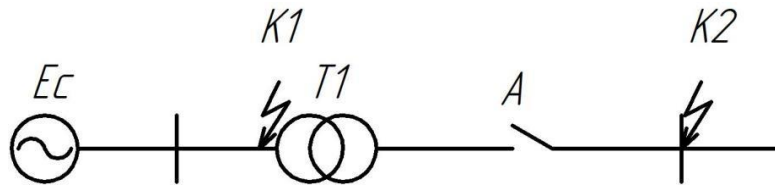


Рисунок 3 – Расчетная схема с точками КЗ

Изобразим схему замещения цепи, в которой произошло КЗ на стороне низкого напряжения в точке К2.

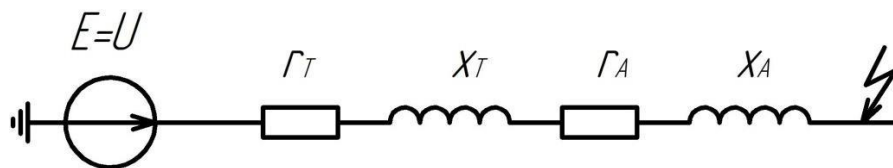


Рисунок 4 – Схема замещения цепи

«Рассчитаем значения всех сопротивлений. Полное сопротивление находим по формуле (24).

$$Z = \sqrt{X^2 + R^2}, \quad (24)$$

где  $z$  – полное сопротивление, мОм;  
 $x$  – реактивное сопротивление, мОм;  
 $r$  – активное сопротивление, мОм.» [2]

«Используя данные трансформатора ТМ63/10/0,4, рассчитываем значение полного сопротивления по формуле (25).

$$Z_{\text{тр}} = U_k \cdot U_{2\text{ном}} / 100 \cdot S_{\text{ном}}, \quad (25)$$

где  $z_{\text{тр}}$  – полное сопротивление трансформатора, мОм;  
 $U_k$  – напряжение короткого замыкания трансформатора, %;  
 $U_{\text{ном}}$  – номинальное линейное напряжение, кВ;  
 $S_{\text{ном}}$  – номинальная мощность трансформатора, кВА.  
 $U_k=4,5$  %;  
 $U_H=0,4$  кВ;  
 $S_{\text{ном}}=63$ кВА;  
 $Z_{\text{тр}} = 4,5 \cdot 0,42 / 100 \cdot 63 = 114$ мОм.

С помощью выбранных активного и реактивного сопротивления контактов определим сопротивление автомата  $x_A=0,4$  мОм;  $r_A=1,2$  мОм.  
 $Z_{\text{тр}} = \sqrt{0,42^2 + 1,22^2} = 1,44$  мОм.» [15]

Полное сопротивление до точки К3 К2 находим по формуле (26).

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{тр}} + Z_A, \quad (26)$$

где  $Z_{\text{п}}$  – полное сопротивление сети до точки К3, мОм;  $Z_{\text{тр}}$  – полное сопротивление трансформатора, мОм;  $Z_A$  – полное сопротивление автомата, мОм;  $Z_{\text{п}} = 114 + 1,44 = 115,44$  мОм.

«Нарисуем упрощённую схему замещения цепи и рассчитаем суммарные параметры схемы замещения:

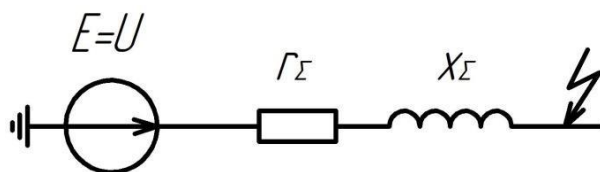


Рисунок 5 – Упрощённая схема замещения цепи

Рассчитаем ток трехфазного КЗ в точке К2 по формуле (27).

$$I_{к.н.н(3)} = U_{ном} / \sqrt{3} \cdot Z_{п} , \quad (27)$$

где  $I_{к.н.н(3)}$  – ток трехфазного КЗ на стороне НН, А;  
 $U_{ном}$  – полное сопротивление трансформатора, В;  
 $Z_{п}$  – полное сопротивление сети до точки КЗ, мОм.» [5]  
 $I_{к.н.н(3)} = 400 / \sqrt{3} * 0,1154 = 2010 \text{ А.}$

Ток двухфазного КЗ рассчитаем по формуле (28).

$$I_{к.н.н(2)} = \sqrt{3}/2 \cdot I_{к.н.н(3)} , \quad (28)$$

где  $I_{к.н.н(3)}$  – ток трехфазного КЗ на стороне НН, А;  
 $I_{к.н.н(2)} = 0,866 * 2010 = 1728,6 \text{ А.}$

Рассчитаем ток однофазного КЗ по формуле (29):

$$I_{к.н.н(1)} = U_{ф} / z_{т} / 3 + z_{А} , \quad (29)$$

где  $I_{к.н.н(1)}$  – ток однофазного КЗ на стороне НН, А;  
 $U_{ф}$  – фазное напряжение трансформатора, В;  
 $z_{т}$  – полное сопротивление трансформатора, мОм;  
 $z_{А}$  – полное сопротивление автомата, мОм;  
 $I_{к.н.н(1)} = 200 / 223,7/3 + 1,3 = 2638,5 \text{ А.}$

«Для определения тока однофазного КЗ необходимо определить сопротивление трансформатора при однофазном КЗ, определим  $Z_T$  по таблице 2.4 [2, с. 29]. Трансформатор ТМ63/10/0,4 имеет полное сопротивление  $Z_T=224,05$  мОм.

В ходе выполнения данного раздела были рассчитаны токи КЗ на стороне НН подстанции. Ток трехфазного КЗ на стороне низкого напряжения составляет 2,01 кА, ток двухфазного КЗ составляет 1,72 кА, ток однофазного КЗ на землю составил 2,63 кА. На основе полученных расчетов можно сказать, что самым опасным является однофазное КЗ.» [14]

## **2.5 Выбор кабелей и коммутационного оборудования**

Выбор марок кабелей для питания внутренней электропроводки зданий осуществляется с соблюдением требований ПУЭ и пожарной безопасности 1, необходимо применять кабели и провода с тремя или пятью медными жилами. «Выбор сечений токопроводящих жил марок кабелей будет производиться с учетом вышеуказанных требований и с учетом способов прокладки: для питания трехфазных и однофазных электроприемников, а также для реализации сети рабочей группы освещения применяется кабель марки ППГнг(А) – ВЧ, характеризующийся как кабель с медными жилами с изоляцией и безгалогеновой полимерно-пластиковой оболочкой без защитных кожухов, нг – не распространяющих горение, НГ – отсутствие выделяемых соединений галогенов, а также малое дымообразование при горении и тлении.» [8]

Эти кабели прокладываются в очень загруженных помещениях, где требования пожарной безопасности для электроснабжения щитов аварийного освещения, групп аварийного освещения, а также потребителей систем

противопожарной защиты применяется кабель марки ППГнг(А) – FRHF, FR – огнестойкий, за счёт использования обмотки из слюдосодержащих лент.

## 2.6 Расчет системы заземления

«Для защиты людей от поражения электрическим током необходимо рассчитать и выбрать заземляющие устройства (ЗУ). Электроснабжение проектируемого объекта осуществляется по системе заземления типа TN - C, на подстанции реализовано разделение рабочего (N) и защитного (PE) заземления, электроснабжение осуществляется по пяти проводам на трехфазное напряжение, для однофазного - три.

Расчет защитного заземления включает определение типа и сечения заземлителей, количества вертикальных заземлителей и расположения.

В соответствии с требованиями ПУЭ 1 расчет ведется на требуемое сопротивление заземляющего устройства. Расчет заземляющего устройства производят по методике. Исходные данные для расчета:» [20]

- площадь объекта  $40 \times 24$  мм<sup>2</sup>;
- климатическая зона – третья;
- вид грунта – суглинок;
- глубина заложения контура заземления – 0,8 м;
- вид заземляющего устройства – рядное;
- вертикальный заземлитель – уголок 4 м;
- горизонтальный заземлитель – полосовое железо  $40 \times 4$  мм.

Расчет заземляющего устройства:

- «расчет сопротивления одного вертикального электрода по формуле(30).



$$\Gamma_B = 0,3 \cdot \rho \cdot K_{\text{сез.в}}, \quad (30)$$

где  $\rho = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  – удельное сопротивление грунта;

$K_{\text{сез.в}}$  – коэффициент сезонности, учитывающий промерзание и просыхание грунта, принимаемы по» [12];

$$\Gamma_B = 0,3 \cdot 100 \cdot 1,5 = 45.$$

Предельное сопротивление совмещенного заземляющего устройства по низкому напряжению согласно требованиям ПУЭ принимаем равным 4 Ома.

Рассчитываем количество вертикальных электродов без учёта экранирования, шт, по формуле (31).

$$N'_{\text{в.р}} = \frac{\Gamma_B}{R_{\text{з.у}}}, \quad (31)$$

$$N_{\text{в.р}} = 45/4 = 11,25 \text{ шт}$$

Определяем предварительный выбор коэффициента использования вертикального электрода.

Выбор осуществляется исходя из условия формулы (32):

$$\eta_{\text{в(пред)}} = f\left(\frac{a}{l_{\text{в}}}; N'_{\text{в}}; \text{ВидЗУ}\right), \quad (32)$$

Рассчитываем учетное число электродов с учетом коэффициента использования по формуле(33).

$$N_{\text{в.р}} = \frac{N'_{\text{в.р}}}{\eta_{\text{в}}}, \quad (33)$$

$$N_{\text{в.р}} = 11,25/0,69 = 16,3 \text{ шт.}$$

Рассчитываем расстояние между вертикальными электродами по формуле(34).

$$a = \frac{P}{N_B}, \quad (34)$$

$$a = 4/11,25 = 0,35$$

Рассчитываем длину горизонтальной полосы по формуле(35).

$$L_{\Gamma} = a \cdot (N_B - 1), \quad (35)$$

Выбираем уточненное значение коэффициента использования вертикального и горизонтального электрода по [8, таблицы 9,7]  $\eta_B = 0,69$ ;  $\eta_{\Gamma} = 0,58$ .

$$L_{\Gamma} = 0,35 \cdot (11,25 - 1) = 3,58 \text{ м.}$$

Рассчитываем сопротивление горизонтального электрода по формуле (36).

$$R_{\Gamma} = \frac{0,4}{L_{\Gamma} \cdot \eta_{\Gamma}} \cdot \rho \cdot k_{\text{сез.}\Gamma} \cdot \lg \frac{2L_{\Gamma}^2}{b \cdot t}, \quad (36)$$

где  $k_{\text{сез.}\Gamma}$  – коэффициент сезонности для горизонтальных электродов [8, таблица 9,4];

$b$  – высота горизонтального электрода, мм;

$t$  – глубина заложения заземляющего устройства, м;

$\eta_{\Gamma}$  – коэффициент использования для горизонтальных электродов.

$$R_{\Gamma} = 0,4/3,58 \cdot 0,58 \cdot 100 \cdot 1,5 \cdot 0,9 = 26,08 \text{ Ом.}$$

Определяем уточненное значение сопротивления вертикальных электродов  $R_B$ , Ом, по формуле(37).

$$R_B = \frac{r_B}{N_B \cdot \eta_B}, \quad (37)$$

$$R_B = 45 / 11,25 \cdot 0,69 = 5,8 \text{ Ом.}$$

Определяем фактическое сопротивление заземляющего устройства  $R_{з.ф}$ , Ом, по формуле(38).

$$R_{з.ф} = \frac{R_B \cdot R_r}{R_B + R_r}, \quad (38)$$

$$R_{з.ф} = 5,8 \cdot 26,08 / 5,8 + 26,08 = 1$$

Производим проверку ЗУ на эффективность исходя из условия (39).

$$R_{з.ф} < R_{з}, \quad (39)$$

План расположения заземляющего устройства представлен в соответствии с рисунком 6.



Рисунок 6 – План расположения заземляющего устройства

Число вертикальных электродов с учетом коэффициента использования:

$$N_B = 11 \text{ шт}$$

Длина горизонтальной полосы:  $L_r = 35,8 \text{ м.}$

$R_{ЗУ.Ф} (1 \text{ Ом}) \leq R_{д} (4 \text{ Ом})$ , следовательно, защитное устройство будет работать эффективно.

## **2.7 Молниезащита детского сада «Радость»**

Цель этого документа — предоставить краткий обзор молниезащиты и того, как она может помочь защитить людей, конструкции и системы. Кроме того, будут подробно рассмотрены различные типы технологий молниезащиты. Наконец, будут предоставлены некоторые общие приложения для защиты от молнии.

Системы молниезащиты предназначены для защиты людей, сооружений и систем от молнии. Здания, общественная и частная инфраструктура, а также системы связи и энергоснабжения подвержены повреждениям от удара молнии.

Когда происходит удар молнии, она создает взрывное электромагнитное поле. Это поле может вызвать широкий спектр непредвиденных последствий, от повреждения электронного оборудования и прерывания линий электропередач до структурных повреждений зданий. Система молниезащиты предназначена для противодействия этим эффектам.

Системы молниезащиты бывают разных форм, включая заземленные и незаземленные системы, системы Шумера и DISC, а также комплексные системы сетевой защиты. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки и должен быть правильно настроен и установлен, чтобы обеспечить наилучшую возможную защиту.

Что такое молниезащита?

Системы молниезащиты предназначены для защиты людей, сооружений и систем от молнии. Снижая воздействие удара молнии, можно предотвратить травмы, материальный ущерб и даже смертельные случаи.

Назначение систем молниезащиты:

Системы молниезащиты имеют разнообразное назначение. Общие цели - защитить людей и инфраструктуру от травм, повреждения имущества и перерывов в обслуживании.

Виды систем молниезащиты:

Системы молниезащиты бывают разных форм, в зависимости от области применения. Распространенными формами являются заземленные и незаземленные системы, системы Шумера и DISC, а также комплексные системы защиты сети.

Системы молниезащиты должны быть правильно установлены и настроены для обеспечения наилучшей защиты. Установка требует знания планировки и конструкции здания, а также требуемых типов защиты.

Системы молниезащиты необходимы для безопасности людей, конструкций и систем. «Правильная установка необходима для обеспечения успешной установки и защиты имущества и систем, уязвимых для удара молнии. При прямом ударе молнии молния вступает в непосредственный контакт с конструкциями в помещении, по которым протекает ток молнии, высвобождая электрические, тепловые и динамические воздействия тока и наводя потенциалы на металлических элементах оборудования и конструкций помещения.» [9]

## **2.8 Выбор дизельной электростанции**

Детский сад запитан по первой категории, питается от двух независимых источников питания. Мы выбрали дизель-генераторную установку АД 120-Т400 мощностью 120 кВт, состоящую из рядного дизеля.

Детский сад запитан по первой категории, питается от двух независимых источников электроэнергии. Мы выбрали дизель-генераторную установку АД 120-Т400 мощностью 120 кВт, состоящую из рядного дизеля и электростартера, работающего на природном газе или бензине. Преимуществами использования данного типа установки являются: 1)

Система пуска может использовать во время чрезвычайных ситуаций без необходимости переключения с одного источника на другой; 2) Оборудование разработано специально для школ; и 3) Он очень эффективен, поскольку использует как электричество, так и газ в качестве источников энергии.

В детском саду электричество необходимо для работы различных приборов и устройств. Детский сад питается от двух независимых источников электроэнергии. Первым источником электроэнергии является дизель-генераторная установка АД 120-Т400. Эта дизель-генераторная установка имеет мощность 120 кВт и состоит из рядного дизеля. Вторым источником питания является аккумулятор. Эта батарея используется в случае отключения электроэнергии.

Дизель-генераторная установка АД 120-Т400 работает за счет использования дизельного двигателя для выработки электроэнергии. Дизельный двигатель работает на дизельном топливе и выдает мощность 120 кВт. Затем эта энергия передается в электрическую сеть. Затем электрическая сеть обеспечивает питанием различные устройства в детском саду.

Использование дизель-генераторной установки в детском саду имеет ряд преимуществ и недостатков. Основным преимуществом использования дизель-генераторной установки является то, что она надежна и быстро вырабатывает электроэнергию. Дизель-генератор также относительно доступен, что делает его хорошим выбором для небольшого детского сада. Кроме того, дизель-генераторная установка относительно проста в эксплуатации и обслуживании. Однако использование дизель-генераторной установки в детском саду имеет несколько недостатков. Одним из недостатков является то, что дизель-генераторная установка шумная. Еще одним недостатком является то, что дизель-генераторная установка не предназначена для использования в больших объемах.

Дизель-генераторная установка АД 120-Т400 — надежный и доступный выбор для электроснабжения детского сада. Он прост в эксплуатации и обслуживании, быстро производит энергию. Однако дизель-генераторная установка также относительно шумная.

Вывод по разделу 2.

В данном разделе был произведен расчет электрических нагрузок без системы освещения и с ней. Определили мощности трансформаторной подстанции и выбор ее комплектации. На основе полученных расчетов можно сказать, что самым опасным является однофазное КЗ. Был произведен расчет системы заземления и молниезащиты и при  $R_{ЗУ.Ф} (1 \text{ Ом}) \leq R_{д} (4 \text{ Ом})$ , следовательно, защитное устройство будет работать эффективно. А так же была выбрана дизельная электростанция АД 120-Т400 мощностью 120 кВт.

### 3 Расчет системы освещения

#### 3.1 Расчет аварийной системы освещения

«Помимо общего освещения в детских должно быть обеспечено аварийное освещение. Аварийным освещением должны обеспечиваться следующие помещения:

- игровая, столовая – аварийным и эвакуационным освещением;
- раздевалка – эвакуационным освещением;
- спальня – эвакуационным освещением.» [4]

Для разных типов аварийных ситуаций требуются разные виды освещения. В случае отключения электроэнергии обычные светильники не будут правильно освещать. Аварийные светильники обеспечивают надлежащее освещение даже при отключении электроэнергии. Самое главное, разные типы осветительных приборов имеют разные режимы работы. Обычный режим рекомендуется при достаточном окружающем освещении и вы хотите выключить ненужные источники света для экономии энергии. В ночном режиме отключается большинство внешних ламп, включая фары. Несмотря на недавний экономический спад, большая часть покупка новых, а не бывших в употреблении вещей. Покупка подержанных вещей дает потребителям чувство удовлетворения и собственности. Кроме того, здесь меньше рисков. бывшее в употреблении оборудование связано с более рискованными ситуациями, поскольку оно может сломаться, что приведет к потере или повреждению.

«Расчет освещения будет выполняться для контрольных точек A1; A2; A3.

Определяем условную горизонтальную освещенность, лк, по формуле (40).



$$E'_{\Gamma Ai} = \frac{I\alpha_i \cdot \cos^3 \alpha_i}{H_{pi}^2 \cdot K_{зап}}, \quad (40)$$

Аварийное освещение – это освещение, включаемое при повреждении системы питания рабочего освещения.» [8]

Для выбора освещенности аварийного освещения осуществляем графическое построение участка помещения и контрольной точки, представленной в соответствии с рисунком 7.

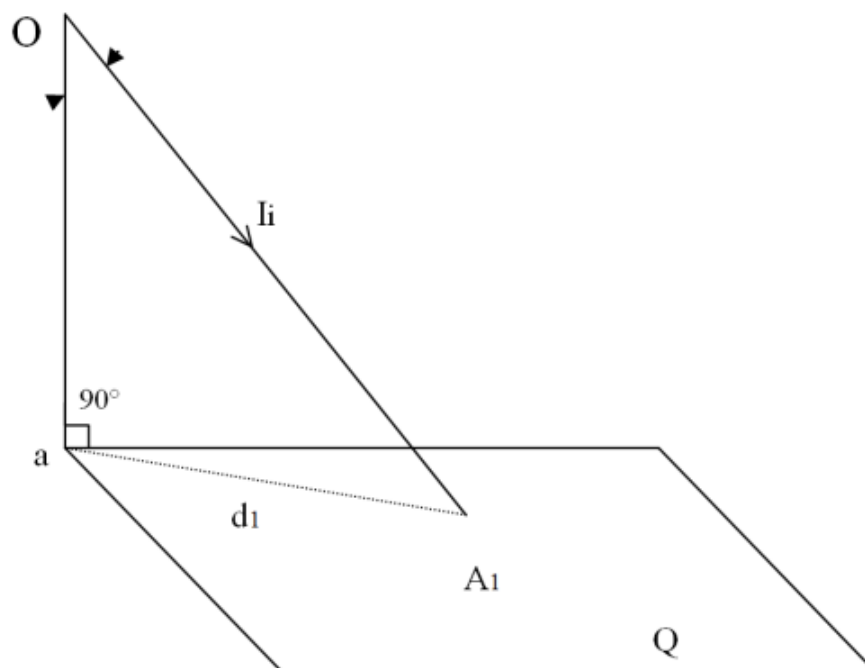


Рисунок 7 – Графическое построение участка и контрольной точки

Соответственно на рисунке 7:  $A_i$  – контрольная точка;  $I\alpha_i$  – Сила света;  $d_i$  – расстояние от проекции оси светильника на плоскость до заданной точки;  $Q'_i$  – проекция светильника на расчётную плоскость;  $Q$  –

освещаемая плоскость;  $Q_i$  – светильник;  $H_{\text{расч.}i}$  – расчётная высота светильника;  $\alpha_i$  – угол альфа.

«Аварийное освещение необходимо там, где при внезапном отключении рабочего освещения возможно возникновение взрыва, пожара, массового травматизма, а также нарушение работы режима.

Аварийное освещение в аварийном режиме должно создавать на рабочих местах 5% освещенности нормированного для рабочего освещения, но не менее двух люкс. Определяем тангенс угла альфа, образованного вертикалью и лучом света, падающего в заданную точку по формуле (41).

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{d_i}{H_{\text{расч.}i}}, \quad (41)$$

где  $d_i$  – расстояние от проекции оси светильника на плоскость до заданной точки, измеряется по плану, м.» [16]

По определенному тангенсу определяем угол альфа и косинус кубический,  $\alpha$ , ( $\cos^3 \alpha_i$ ).

«По кривой силы света (КСС) выбранного типа светильника (условная лампа) определяем по углу альфа силу света.

Кривая сила света (КСС) – графическое изображение распределения света в пространстве, представляется в виде графика  $I(a, b)$ , где  $a$  и  $b$  – углы распространения светового потока в продольных и поперечных плоскостях» [6].

Определяем условную горизонтальную освещенность, лк, по формуле (42).

$$E'_{\Gamma Ai} = \frac{I_{\alpha_i} \cdot \cos^3 \alpha_i}{H_{\text{pi}}^2 \cdot K_{\text{зап}}}, \quad (42)$$

Рассчитываем горизонтальную освещенность в точке с учётом светового потока лампы, установленной в светильнике, определяется по формуле (43).

$$E_{\Gamma Ai} = E'_{\Gamma Ai} \cdot \frac{\Phi_{\text{сти}}}{1000}, \quad (43)$$

Все расчётные данные заносятся в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты вычислений аварийного освещения

Точка	Нрасч.і	d, м	$\angle\alpha, ^\circ$	$\cos^3 \alpha$	$I\alpha, \text{Кд}$	$\Phi_{\text{ст}}, \text{лм}$	$E'_{\Gamma Ai, \text{лк}}$	$E_{\Gamma Ai, \text{лк}}$
A1э	3,8	0,7	44	0,37	210	3300	5,71	18,84
A2э	3,8	0,8	57	0,16	150	3300	6,61	21,81
A3э	3,8	0,8	41	0,43	270	3300	9,13	30,13

Аварийное освещение в аварийном режиме должно создавать на рабочих местах 5% освещенности нормированного для рабочего освещения, но не менее двух люкс.

### 3.2 Расчет системы освещения территории

Выбранные прогулочные площадки – это не просто площадки для игр и активного времяпрепровождения. Это место, где детям помогают в их социальном, физическом и когнитивном развитии. Благоустройство территории детского сада должно осуществляться с соблюдением всех норм и требований безопасности.

Планировочные решения детских садов предусматривают освещение и освещение детских площадок, где воспитатели выводят детей на детские площадки на прогулки. Наружное освещение в этих объектах и на всей территории также регулируется соответствующими нормами и

требованиями, особенно в ночное время. То же самое относится к лестницам снаружи и внутри зданий. См. Приложение В для планов уличного освещения.

«Здесь, также как внутри здания, имеется два типа освещения:

- естественное (основное).

Для оптимального уровня естественного освещения игровые площадки располагаются на открытых пространствах. Естественное освещение здесь также должно соответствовать спецификации. Для искусственного освещения детских площадок следует определить следующие параметры:

- горизонтальная средняя освещенность ( $E_{ср}$ ). Данный показатель должен составлять не менее 10 люкс;

- соотношение минимальной освещенности к ее среднему значению ( $E_{мин}/E_{ср}$ ).» [3]

«Определяем световой прибор GALAD тюльпан LED 60.

Характеристика:

- потребляемая мощность, Вт – 60;

- световой поток, лм – 2760;

- масса, кг – 4;

- коэффициент мощности – 0,95;

- индекс цветопередачи – 80.» [17]

Производим расчет детской прогулочной площадки  $A \times B = 25 \times 25 \text{ м}^2$ .

Таблица 6 – Расчет и исходные данные площадки

Исходные данные	
Покрытие	песок
Коэффициент запаса	1.50
Тип ОП	GALAD Тюльпан LED-40
Производитель	GALAD
Способ установки	На опоре
Расчет освещенности площадки	
Схема расстановки ОП	шахматная
Положение опор	
Шаг между опорами, м	30
Высота светового центра ОП над прогулочной площадкой, м	10
Вылет светового центра ОП относительно оси опоры, м	2
Отступ оси опоры от края проезжей части	1
Наклон консоли относительно горизонта, м	-
Разворот ОП относительно поперечного сечения площадки, м	24
Показатели яркости	
Средняя, кд/м <sup>2</sup>	1,09
Коэффициент общей равномерности	0,21
Коэффициент продольной равномерности	0,95
Показатели освещения	
Средняя, лк	11,7
Максимальная, лк	19,6
Минимальная, лк	1,6
Коэффициент равномерности	0,35

Выбранные прогулочные площадки – это не просто площадки для игр и активного времяпрепровождения. Это место, где детям помогают в их социальном, физическом и когнитивном развитии. Благоустройство территории детского сада должно осуществляться с соблюдением всех норм и требований безопасности.

### **3.3 Экономический анализ и обеспечение безопасности**

Детский сад работает от электричества. Комбинированная теплоэнергетическая сеть. Электросеть детского сада типа ТН – С (система с незаземленной нейтралью), напряжением 380/220 В, электроснабжение ЛЭП (ЛЭП) – 10 кВ, в качестве резервного источника питания предусмотрена дизельная электростанция (ДЭС) 0,4 кВ.

За счет анализа электрооборудования и электроустановок и потребления электроэнергии в детских садах сформулированы следующие меры энергосбережения:

- внедрение автоматизированных систем контроля и учета электричество;
- внедрение современных систем освещения в детских садах;
- внедрение дизельной электростанции АД 120-Т400 мощностью 120 кВт.
- внедрить современную систему наружного освещения;
- снизить потери мощности в системе электроснабжения.

Вывод по разделу 3.

Был произведен расчет освещения территории и аварийного освещения, а также выполнен анализ электроснабжения и внедрения дизельной электростанции АД 120-Т400.

## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе разработана система энергоснабжения детского сада «Радость».

«В ходе работы были рассчитаны осветительные нагрузки и подобрано светотехническое оборудование. Рассчитать электрические нагрузки на силовые цепи, подобрать марки и отрезки кабеля для внешних и внутренних источников электроснабжения объекта, подобрать устройства защиты для внешних и внутренних сетей электроснабжения. Определяют мощность и целостность подстанции, рассчитывают токи короткого замыкания стороны высокого и низкого напряжения подстанции и на этой основе проверяют правильность выбора устройства защиты.» [7, 19] Определены категории надежности электроснабжения детского сада, проведен выбор резервных источников питания (рабочих и резервных). Проблемы электробезопасности, связанные с жизнью человека, решаются с помощью устройств защиты линий электропередач с использованием устройств защитного отключения.

Рассчитывают количество и суммарное сопротивление заземляющих проводников заземляющего устройства проектируемого здания, а также рассчитывают и выбирают устройство молниезащиты здания. Проблема пожарной безопасности решается выбором марки кабеля и его сечения по действующим нормам электроснабжения. На сегодняшний день задачи, поставленные в этой итоговой оценочной работе, выполнены. Система электроснабжения детского сада соответствует всем действующим нормам и технической документации.

Был произведен расчет системы заземления и молниезащиты и при  $R_{ЗУ.Ф} (1 \text{ Ом}) \leq R_{д} (4 \text{ Ом})$ , следовательно, защитное устройство будет работать эффективно.

Также был произведен расчет освещения территории и аварийного освещения, а также выполнен анализ электроснабжения и внедрения дизельной электростанции АД 120-Т400.

## Список используемых источников

1. Беляев А.В. Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сети 0,4 кВ : Учебное пособие. – СПб. : ИЭИПК, 2008 г. – 214 с.
2. Голубев М.Л. Расчет токов короткого замыкания в электросетях 0,4 – 35 кВ :-2-е изд. 1980 г.
3. ГОСТ 14209-85 «Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки (с Изменением № 1)»
4. ГОСТ Р 50571.28-2006 «Электроустановки зданий. Часть 7-710. Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки медицинских помещений».
5. ГОСТ Р 53315-2009 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности».
6. Кнорринг Г.М., Фадин И.М., Сидоров В.Н. Справочная книга для проектирования электрического освещения. 2-е изд., перераб. и доп.– СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 1992 г. – 448 с.
7. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – Норматика, 2019 г. – 462 с.
8. СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к искусственному освещению помещений жилых и общественных зданий»
9. СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций».
10. СП 31-110-2003 «Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий».
11. СП42.13330.2011 «Свод Правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»
12. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»



13. Шеховцов В.П. Аппараты защиты в электрических сетях низкого напряжения : Учебное пособие. –2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 415 с.
14. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования : Учебное пособие. –3-е изд., испр. – Москва : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2020. – 214 с.
15. Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению : Учебное пособие. –3-е изд. –Москва, ИНФРА-М, 2020. – 136с.
16. Experimental investigations on mixing of two biodiesels blended with diesel as alternative fuel for diesel engines, 2017, K. Srithar, K. Arun Balasubramanian, V. Pavendan, B. Ashok Kumar, 7 p.
17. Joffe E.B., Lock K.-S. Grounds for Grounding: A Circuit to System Handbook, New York: Wiley-IEEE Press, 2010. –1064 p.
18. Kusko A., Thompson M. Power Quality in Electrical Systems, The McGraw-Hill Companies, 2007, DOI: 10.1036/0071470751, 241 p.
19. Macangus-Gerrard G. Offshore Electrical Engineering Manual, 2-nd Edition. –Gulf Professional Publishing, 2018. – 517 p.
20. Morrison R. Grounding and Shielding. Circuits and Interference, 5-th Edition, Wiley + IEEE Press, 2007, 193 p.