

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 Разработка системы электроснабжения жилого корпуса дома-интерната для престарелых

Обучающийся

М.С. Лосев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Ю.В. Черненко

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

Тольятти 2022

## Аннотация

ВКР посвящена разработке проекта системы электроснабжения дома-интерната для пенсионеров и инвалидов, рассчитанного на 80 проживающих.

Дана краткая характеристика жилого корпуса. Определённо его местоположение при строительстве и функциональное назначение 7 блоков, входящих в его состав. Рассмотрены существующие источники электроснабжения, к которым относятся ТП 332, а также новая проектируемая подстанция и резервная дизель электрическая установка. Выбрана схема электроснабжения здания и произведён расчёт нагрузок по узлам питания. Определены требования к надёжности электроснабжения в зависимости от категории электроприемников. Определены группы электроприемников, относящихся к первой категории надёжности.

Выбраны типы электрических щитов и их исполнения для питания силовых и осветительных электроприемников. Рассчитаны мощности компенсирующих устройств и определены параметры электрического режима до и после компенсации. Определены основные мероприятия по повышению энергоэффективности здания. Рассмотрены вопросы организации системы заземления и молниезащиты.

Кабели и провода электросетей выбраны по допустимым токовым нагрузкам и проверены на соответствие сечений токами установок защитных аппаратов и допустимую потерю напряжения от ввода до наиболее удаленной лампы-электроприемника.

Определены типы принятых к установке светильников, количество и мощность ламп.

Рассмотрены вопросы автоматизации системы пожаротушения.

Бакалаврская работа состоит из записки объемом 60 страниц печатного текста и графической части, выполненной на шести листах формата А1.

## Содержание

Введение.....	4
1 Система внутреннего электроснабжения здания.....	7
1.1 Схемы электроснабжения и определение расчетных нагрузок по зданию .....	7
1.2 Определение требований к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии .....	22
1.3 Разработка решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с установленной классификацией в рабочем и аварийном режимах .....	23
1.4 Разработка проектных решений по компенсации реактивной мощности, релейной защите, управлению, автоматизации и диспетчеризации системы электроснабжения .....	25
1.5 Мероприятия по энергосбережению .....	32
1.6 Система заземления и молниезащиты .....	33
1.7 Выбор проводов и осветительной арматуры.....	39
1.8 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения	46
1.9 Выбор резервных источников электроснабжения.....	48
2 Автоматизация системы пожаротушения.....	50
Заключение .....	56
Список используемой литературы .....	58

## Введение

Дом-интернат для пенсионеров и инвалидов рассчитан на 80 проживающих. Проектная численность сотрудников (административного, медицинского и технического персонала) ориентировочно составляет 45 человек. В проектируемом объекте предусматривается нахождение в одном из помещений более 50 человек - это актовый зал на первом этаже. Класс объекта по значимости – 3.

На рисунке 1 представлено планируемое место расположения жилого корпуса дома-интерната.

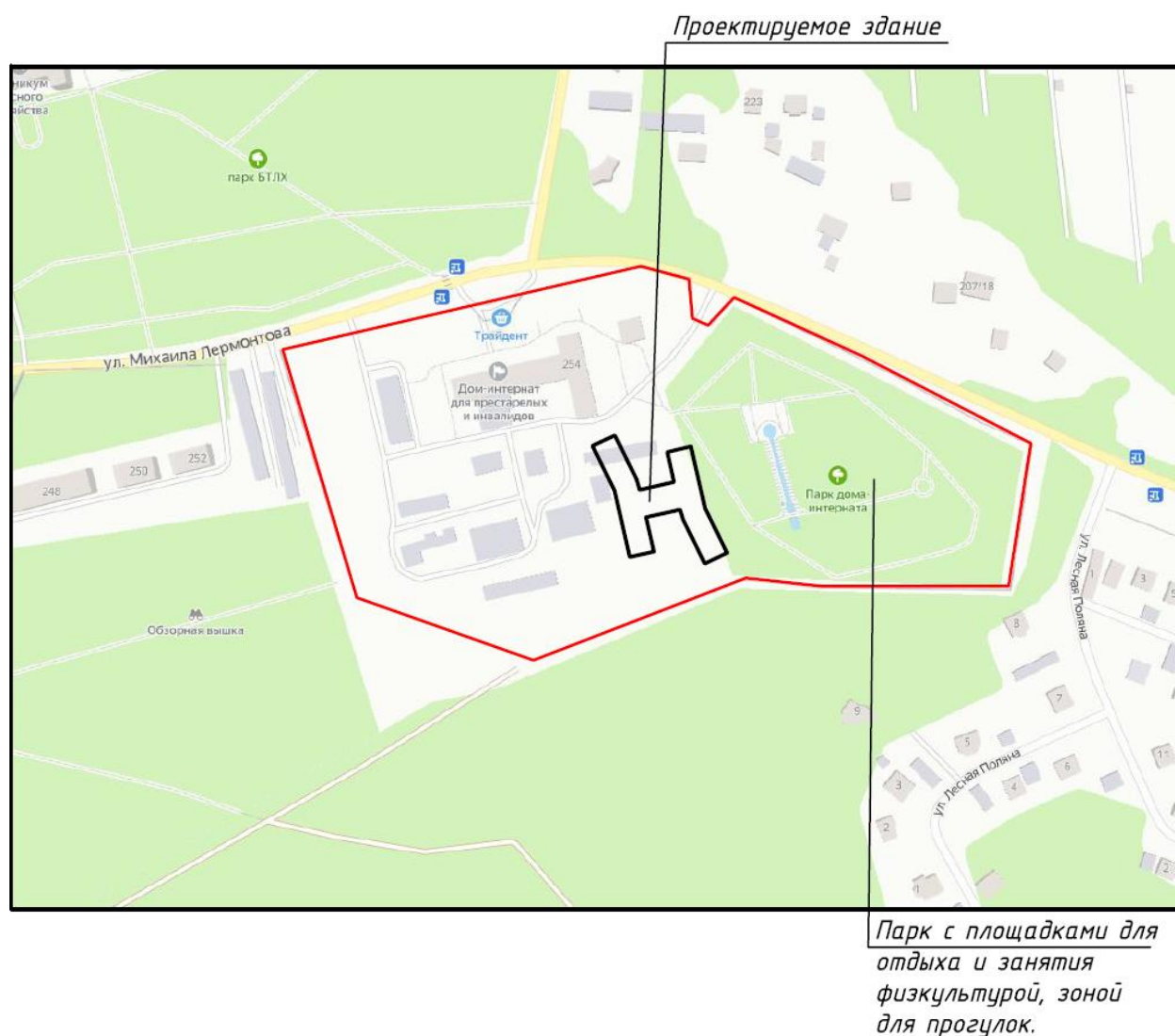


Рисунок 1 - Планируемое место расположения жилого корпуса дома-интерната

Строительство здания ведется с учетом создания «безбарьерной среды», обеспечивающей доступ в здание и создание условий для комфортного проживания в здании людей с ограниченными возможностями здоровья, передвигающихся в инвалидном кресле-коляске, обеспечивая тем самым равные условия жизнедеятельности с другими категориями проживающих.

Проектируемое здание сложной формы в плане состоит из семи блоков. Каждый блок имеет свое функциональное назначение.

Входы в здание отдельные по функциональному назначению. Главный вход запроектирован в центральном блоке, приемно-карантинное отделение имеет отдельный вход. Для обеденного зала и доставки готовой продукции также предусмотрен отдельный вход.

Приемно-карантинное отделение располагается в блоке Б/2 на первом этаже с отдельным входом. Для доступа, поступающего МГН на кресле-коляске предусматривается пандус.

Вестибюльная зона при главном входе в центральном блоке на первом этаже. При входе в здание предусматривается помещение поста. Пост охраны обеспечивает контроль и управление доступом в здание (отдельные его части), общую безопасность на объекте.

Помещения столовой с производственными помещениями и обеденным залом на 50 мест размещаются на первом этаже в блоке А, самостоятельным блоком помещений. Все проживающие дома-интерната обеспечиваются горячим 4-х разовым питанием.

Жилой блок дома-интерната, рассчитан на постоянное проживание 80 человек, располагается на 2 и 3 этажах здания: Блок А; Блок А/2; Блок Б; Блок Б/2. Жилые комнаты для проживания инвалидов-колясочников размещаются в Блоке А на втором этаже. В остальных блоках предусмотрены жилые комнаты для проживающих, способных передвигаться самостоятельно. Жилые комнаты располагаются сблокировано по две комнаты, с общей прихожей, совмещённым санитарным узлом и гардеробной.

Помещения хозяйственного назначения располагаются в блоке А/1,

центральном блоке, блок Б/1 на двух этажах здания и включают в себя помещения прачечной, кладовые.

Помещения социально-медицинского назначения располагаются на 1 этаже. Два спортивных зала (тренажерный и зал занятий гимнастикой и физкультурой) с раздевалками, рассчитанный на занятия не более 35 человек. В залах предусматриваются тренажеры, шведские стенки, зеркала настенные. На полу зала для занятий гимнастикой и физкультурой предусматривается мягкое модульное покрытие. Для проведения медицинских осмотров, диагностирования и оказания медицинской помощи предусматриваются: стоматологический кабинет, кабинет общего врачебного приема, кабинет физиолечения и массажный кабинет.

В административных кабинетах рабочие места оснащены персональными компьютерами.

Целью бакалаврской работы является проектирование надежной и экономичной системы электроснабжения жилого корпуса дома-интерната, обеспечивающей безопасное и комфортное пребывание постояльцев.

## **1 Система внутреннего электроснабжения здания**

Электроснабжение здания выполнено:

- от РУ-0,4 кВ существующей трансформаторной подстанции ТП 332, в которой установлены силовые трансформаторы с масляной изоляцией напряжением 10/0,4кВ;
- от РУ-0,4 кВ проектируемой трансформаторной подстанции КТП-10/0,4 кВ, в которой установлены силовые трансформаторы с масляной изоляцией напряжением 10/0,4кВ;
- от РУ-0,4 кВ проектируемой дизель-электрической установки (ДЭУ) контейнерного исполнения мощностью 500 кВт, на напряжение 0,4 кВ, полностью заводского изготовления, второй степени автоматизации типа ДГ500-Т400-2СА.

Уровень напряжения в точках присоединения 0,4 кВ.

### **1.1 Схемы электроснабжения и определение расчетных нагрузок по зданию**

Схема электроснабжения принята радиальная с учетом минимизации затрат на кабельно-проводниковую продукцию, а также с учетом минимизации потерь электроэнергии в электрических сетях, радиальная схема имеет более высокую надежность электроснабжения.

В проекте используется система TN-C-S с разделением PEN проводника на PE и N при вводе во вводно-распределительные устройства здания [5].

Электроприемниками здания жилого корпуса являются силовые электроприемники оборудования, розеточная сеть и электрическое освещение. Силовыми электроприемниками являются электродвигатели вентиляторов, насосов, технологическое оборудование.

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].

В таблице 1 приведены результаты расчета нагрузок по узлам питания жилого корпуса дома-интерната.

Результаты расчета нагрузок по ВУ1-ВУ3 представлены в таблицах 2-4 соответственно.

Таблица 1 - Результаты расчета нагрузок по узлам питания жилого корпуса дома-интерната

Наименование потребителей	Установле	К-т	Коэффиц.		Потребная мощность			Макс. расч.	Кол-во
	нная мощность	спр оса	реактивной мощности				ток	электро приемн.	
	$P_y$ , кВт	$K_c$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_p = P_y \cdot K_c$ , кВт	$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi$ , кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
ПР1									
Технологическое оборудование	38,67	0,54	0,80	0,75	21,02	15,77	26,28	39,96	75
Итого по нагрузкам ПР1:	38,67	0,54	0,80	0,75	21,02	15,77	26,28	39,96	75
ПР2									
Технологическое оборудование	81,10	0,50	0,98	0,20	40,55	8,23	41,38	62,94	6
Итого по нагрузкам ПР2:	81,10	0,50	0,98	0,20	40,55	8,23	41,38	62,94	6
ПР3									
Технологическое оборудование	8,95	0,50	0,98	0,20	4,44	0,90	4,53	6,89	18
Итого по нагрузкам ПР3:	8,95	0,50	0,98	0,20	4,44	0,90	4,53	6,89	18
ЩВ1									
Вентиляционное оборудование	13,65	0,65	0,80	0,75	8,92	6,69	11,15	16,96	11
Итого по нагрузкам ЩВ1:	13,65	0,65	0,80	0,75	8,92	6,69	11,15	16,96	11
ЩВ2									
Вентиляционное оборудование	6,70	0,85	0,80	0,75	5,70	4,27	7,12	10,83	4

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителей	Установленная мощность	К-т спр оса	Коэффиц. реактивной мощности		Потребная мощность			Макс. расч. ток	Кол-во электро приемн.
	$P_y$ , кВт	$K_c$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_p = P_y \cdot K_c$ , кВт	$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi$ кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
Итого по нагрузкам ЩВ2:	6,70	0,85	0,80	0,75	5,70	4,27	7,12	10,83	4
ЩВ3									
Вентиляционное оборудование	1,30	0,75	0,65	1,17	0,97	1,13	1,49	2,27	8
Итого по нагрузкам ЩВ3:	1,30	0,75	0,65	1,17	0,97	1,13	1,49	2,27	8
ЩВ4									
Вентиляционное оборудование	1,38	0,85	0,65	1,17	1,17	1,37	1,80	2,73	4
Итого по нагрузкам ЩВ4:	1,38	0,85	0,65	1,17	1,17	1,37	1,80	2,73	4
ЩВ5									
Вентиляционное оборудование	2,14	0,80	0,65	1,17	1,71	2,00	2,63	4,00	6
Итого по нагрузкам ЩВ5:	2,14	0,80	0,65	1,17	1,71	2,00	2,63	4,00	6
ЩВ6									
Вентиляционное оборудование	0,65	0,80	0,65	1,17	0,52	0,61	0,80	1,21	5
Итого по нагрузкам ЩВ6:	0,65	0,80	0,65	1,17	0,52	0,61	0,80	1,21	5

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителей	Установленная мощность	К-т спр оса	Коэффиц. реактивной мощности		Потребная мощность			Макс. расч. ток	Кол-во электро приемн.
	Р <sub>у</sub> , кВт	К <sub>с</sub>	cosφ	tgφ	Р <sub>р</sub> =Р <sub>у</sub> ·К <sub>с</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> =Р <sub>р</sub> ·tgφ, кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
ЩВ7									
Вентиляционное оборудование	0,74	0,85	0,65	1,17	0,63	0,74	0,97	1,47	4
Итого по нагрузкам ЩВ7:	0,74	0,85	0,65	1,17	0,63	0,74	0,97	1,47	4
ЩВ8									
Вентиляционное оборудование	1,67	0,75	0,65	1,17	1,25	1,46	1,93	2,92	9
Итого по нагрузкам ЩВ8:	1,67	0,75	0,65	1,17	1,25	1,46	1,93	2,92	9
ЩО1.1									
Рабочее освещение	2,48	0,58	0,70	1,02	1,44	1,47	2,05	3,11	62
Технологическое оборудование	11,30	0,58	0,70	1,02	6,55	6,69	9,36	14,19	37
Вентиляционное оборудование	7,04	0,58	0,70	1,02	4,08	4,17	5,83	8,84	2
Итого по нагрузкам ЩО1.1:	20,82	0,58	0,70	1,02	12,11	12,32	17,27	26,31	101
ЩО1.2									
Рабочее освещение	3,24	0,60	0,90	0,48	1,94	0,94	2,16	3,27	77
Технологическое оборудование	10,27	0,60	0,90	0,48	6,16	2,98	6,85	10,37	39

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителей	Установленная мощность	К-т спр оса	Коэффиц. реактивной мощности		Потребная мощность			Макс. расч. ток	Кол-во электро приемн.
	Р <sub>у</sub> , кВт	К <sub>с</sub>	cosφ	tgφ	Р <sub>р</sub> =Р <sub>у</sub> ·К <sub>с</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> =Р <sub>р</sub> ·tgφ, кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
Итого по нагрузкам ЩО1.2:	13,51	0,60	0,90	0,48	8,10	3,93	9,00	13,69	116
ЩО1.3									
Рабочее освещение	3,07	0,90	0,95	0,33	2,76	0,91	2,91	4,41	78
Итого по нагрузкам ЩО1.3:	3,07	0,90	0,95	0,33	2,76	0,91	2,91	4,41	78
ЩО1.4									
Рабочее освещение	6,32	0,75	0,95	0,33	4,74	1,56	4,99	7,56	167
Технологическое оборудование	12,52	0,75	0,95	0,33	9,39	3,09	9,88	14,98	41
Вентиляционное оборудование	26,28	0,75	0,95	0,33	19,71	6,48	20,75	31,44	6
Итого по нагрузкам ЩО1.4:	45,12	0,75	0,95	0,33	33,84	11,12	35,62	54,18	214
ЩО2.1									
Рабочее освещение	1,58	0,50	0,90	0,48	0,79	0,38	0,88	1,33	47
Технологическое оборудование	29,81	0,50	0,90	0,48	14,91	7,22	16,56	25,09	35
Итого по нагрузкам ЩО2.1:	31,39	0,50	0,90	0,48	15,69	7,60	17,43	26,51	82

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителей	Установленная мощность	К-т спр оса	Коэффиц. реактивной мощности		Потребная мощность			Макс. расч. ток	Кол-во электро приемн.
	Р <sub>у</sub> , кВт	К <sub>с</sub>	cosφ	tgφ	Р <sub>р</sub> =Р <sub>у</sub> ·К <sub>с</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> =Р <sub>р</sub> ·tgφ, кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
ЩО2.2									
Рабочее освещение	2,23	0,48	0,95	0,33	1,07	0,35	1,13	1,71	60
Технологическое оборудование	40,76	0,48	0,95	0,33	19,56	6,43	20,59	31,20	48
Итого по нагрузкам ЩО2.2:	42,99	0,48	0,95	0,33	20,78	6,78	21,86	33,27	108
ЩО2.3									
Рабочее освещение	1,65	0,50	0,90	0,48	0,83	0,40	0,92	1,39	50
Технологическое оборудование	31,40	0,50	0,90	0,48	15,70	7,60	17,44	26,43	39
Итого по нагрузкам ЩО2.3:	33,05	0,50	0,90	0,48	16,52	8,00	18,36	27,92	89
ЩО2.4									
Рабочее освещение	3,14	0,48	0,95	0,33	1,51	0,50	1,59	2,40	84
Технологическое оборудование	43,82	0,48	0,95	0,33	21,03	6,91	22,14	33,55	53
Итого по нагрузкам ЩО2.4:	46,96	0,48	0,95	0,33	22,76	7,41	23,94	36,44	137
ЩО3.1									
Рабочее освещение	1,76	0,50	0,90	0,48	0,88	0,43	0,98	1,48	53

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителей	Установле нная мощность	К-т спр оса	Коэффиц. реактивной мощности		Потребная мощность			Макс. расч. ток	Кол-во электро приемн.
	$P_y$ , кВт	$K_c$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_p = P_y \cdot K_c$ , кВт	$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi$ , кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
Технологическое оборудование	29,81	0,50	0,90	0,48	14,91	7,22	16,56	25,09	36
Итого по нагрузкам ЩОЗ.1:	31,57	0,50	0,90	0,48	15,78	7,65	17,53	26,67	89
ЩОЗ.2									
Рабочее освещение	2,62	0,48	0,95	0,33	1,26	0,41	1,32	2,01	75
Технологическое оборудование	40,76	0,48	0,95	0,33	19,56	6,43	20,59	31,20	48
Итого по нагрузкам ЩОЗ.2:	43,38	0,48	0,95	0,33	20,97	6,84	22,06	33,57	123
ЩОЗ.3									
Рабочее освещение	1,80	0,50	0,90	0,48	0,90	0,44	1,00	1,52	55
Технологическое оборудование	31,40	0,50	0,90	0,48	15,70	7,60	17,44	26,43	39
Итого по нагрузкам ЩОЗ.3:	33,20	0,50	0,90	0,48	16,60	8,04	18,44	28,05	94
ЩОЗ.4									
Рабочее освещение	2,90	0,48	0,95	0,33	1,39	0,46	1,47	2,22	84
Технологическое оборудование	43,82	0,48	0,95	0,33	21,03	6,91	22,14	33,55	53
Итого по нагрузкам ЩОЗ.4:	46,72	0,48	0,95	0,33	22,64	7,37	23,81	36,25	137

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителей	Установленная мощность	К-т спр оса	Коэффици. реактивной мощности		Потребная мощность			Макс. расч. ток	Кол-во электро приемн.
	Р <sub>у</sub> , кВт	К <sub>с</sub>	cosφ	tgφ	Р <sub>р</sub> =Р <sub>у</sub> ·К <sub>с</sub> , кВт	Q <sub>р</sub> =Р <sub>р</sub> ·tgφ, кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
ЩУНО									
Рабочее освещение	2,80	1,00	0,95	0,33	2,80	0,92	2,95	4,48	43
Итого по нагрузкам ЩУНО:	2,80	1,00	0,95	0,33	2,80	0,92	2,95	4,48	43
ЩАО1									
Аварийное освещение	2,91	1,00	0,95	0,33	2,91	0,96	3,06	4,65	99
Итого по нагрузкам ЩАО1:	2,91	1,00	0,95	0,33	2,91	0,96	3,06	4,65	99
ЩАО2									
Аварийное освещение	4,14	1,00	0,95	0,33	4,14	1,36	4,36	6,62	134
Итого по нагрузкам ЩАО2:	4,14	1,00	0,95	0,33	4,14	1,36	4,36	6,62	134
ЩАО3									
Аварийное освещение	3,44	1,00	0,95	0,33	3,44	1,13	3,62	5,50	132
Итого по нагрузкам ЩАО3:	3,44	1,00	0,95	0,33	3,44	1,13	3,62	5,50	132
ЩАО4									
Аварийное освещение	6,35	1,00	0,95	0,33	6,35	2,09	6,66	10,16	207



Продолжение таблицы 1

Наименование потребителей	Установленная мощность	К-т спр оса	Коэффиц. реактивной мощности		Потребная мощность			Макс. расч. ток	Кол-во электро приемн.
	$P_y$ , кВт	$K_c$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_p = P_y \cdot K_c$ , кВт	$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi$ кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
Итого по нагрузкам ЩАО4:	6,35	1,00	0,95	0,33	6,35	2,09	6,66	10,16	207
ППУ1									
Противопожарное оборудование	129,74	1,00	0,66	0,59	129,74	76,96	150,66	229,46	106
Итого по нагрузкам ППУ1:	129,74	1,00	0,66	0,59	129,74	76,96	150,66	229,46	106
ППУ2									
Противопожарное оборудование	193,66	1,00	0,63	0,67	193,66	130,14	233,33	354,92	24
Итого по нагрузкам ППУ2:	193,66	1,00	0,63	0,67	193,66	130,14	233,33	354,92	24
ППУ3									
Противопожарное оборудование	S3,19	1,00	0,90	0,46	66,19	42,71	97,99	149,05	46
Итого по нагрузкам ППУ3:	SB,19	1,00	0,90	0,46	66,19	42,71	97,99	149,05	46

Продолжение таблицы 1

Наименование потребителей	Установленная мощность	К-т спроса	Коэффиц. реактивной мощности		Потребная мощность			Макс. расч. ток	Кол-во электроприемн.
	$P_y$ , кВт	$K_c$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_p = P_y \cdot K_c$ , кВт	$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi$ , кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
ШУ-ЭО1									
Электрообогрев кровли	15,93	0,60	1,00	0,00	12,02	0,00	12,02	16,26	6
Итого по нагрузкам ШУ-ЭО1:	15,03	0,60	1,00	0,00	12,02	0,00	12,02	16,26	6
ШУ-ЭО2									
Электрообогрев кровли	10,36	0,60	1,00	0,00	6,26	0,00	6,26	12,59	4
Итого по нагрузкам ШУ-ЭО2:	10,36	0,60	1,00	0,00	6,26	0,00	6,26	12,59	4
ШУ-ЭО3									
Электрообогрев кровли	14,23	0,60	1,00	0,00	11,36	0,00	11,36	17,31	6
Итого по нагрузкам ШУ-ЭО3:	14,23	0,60	1,00	0,00	11,36	0,00	11,36	17,31	6
ШУ-ЭО4									
Электрообогрев кровли	9,91	0,80	1,00	0,00	7,92	0,00	7,92	12,04	4
Итого по нагрузкам ШУ-ЭО4:	9,91	0,80	1,00	0,00	7,92	0,00	7,92	12,04	4
ШУ-ЭО5									
Электрообогрев кровли	3,88	0,80	1,00	0,00	3,10	0,00	3,10	4,71	2
Итого по нагрузкам ШУ-ЭО5:	3,88	0,80	1,00	0,00	3,10	0,00	3,10	4,71	2

Таблица 2 - Расчет электрических нагрузок ВУ1

Наименование потребителей	Установленная мощность	К	Коэффици. реактивной мощности		Потребная мощность			Макс. расч. ток	Кол-во электроприемн.
	$P_u$ , кВт	К	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_p = K \cdot (P_{p.o} + P_{p.c} + K_1 \cdot P_{p.x.c})$ , кВт	$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi$ , кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
ВВОД1 (ЩВ3, ЩВ4, ЩВ5, ЩВ6, ЩВ7, ЩВ8, ПР1, ПР2, ЩО1.3, ППУ1)	260,46	0,95	0,95	0,33	70,58	23,20	74,29	113,01	303
ВВОД2 (ПР3, ЩО1.1, ЩО1.2, ЩО1.4, ШУ-304)	98,31	0,95	0,95	0,33	66,41	21,83	69,91	106,33	453
Послеаварийный режим	358,77	0,95	0,95	0,33	130,14	42,78	136,99	208,38	756

Таблица 3 - Расчет электрических нагрузок ВУ2

Наименование потребителей	Установленная мощность	К	Коэффиц. реактивной мощности		Потребная мощность			Макс. расч. ток	Кол-во электроприемн.
	$P_y$ , кВт	К	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	$P_p = K \cdot (P_{p.o} + P_{p.c} + K_1 \cdot P_{p.x.c})$ , кВт	$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi$ , кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
ВВОД1 (ЩО2.1, ЩО2.2, ЩО2.3, ЩО2.4, ЩО3.1, ЩО3.2)	423,00	0,95	0,95	0,33	112,50	36,98	118,42	180,13	652
ВВОД2 (ШУ-3О1, ШУ-3О2, ШУ-ЭОЗ, ШУ-3О5, ЩОЗ.3, ЩОЗ.4, ЩУНО, ШСН-ДЭС)	131,22	0,95	0,95	0,33	81,82	26,89	86,13	131,01	294
Послеаварийный режим	554,2	1,00	0,95	0,33	194,32	63,87	204,55	311,14	946

Таблица 4 - Расчет электрических нагрузок ВУЗ

Наименование потребителей	Установле нная мощность	К	Коэффиц. реактивной мощности		Потребная мощность			Макс. расч. ток	Кол-во электро приемн.
	$P_u$ , кВт	К	$\cos\phi$	$\operatorname{tg}\phi$	$P_p = K \cdot (P_{p.o} + P_{p.c} + K_1 \cdot P_{p.x.c})$ , кВт	$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\phi$ , кВар	$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ , кВА	$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$ , А	n
ВВОД1 (ИБП-СВН1, ИБП-ЛВС1, ИБП-СВН2, РИП-ОС, ИБП-ЛВС2, ЩВ1, ЩВ2, ШУ-ИТП, ЩУТ)	29,90	0,80	0,95	0,33	24,17	7,94	25,44	38,70	22
ВВОД2 (ППУЗ)	88,19	1,00	0,95	0,33	58,19	19,13	61,25	93,17	46
Послеаварийный режим	118,09	1,00	0,95	0,33	82,36	27,07	86,69	131,87	68
Итого по объекту	1001,80	1,00	0,95	0,33	406,82	133,72	428,23	648,84	1770

Установленная мощность по объекту составляет 1001,08 кВт.

Расчетная мощность по объекту (в нормальном режиме) составляет 406,82 кВт.

Расчетная мощность по объекту (в режиме «Пожар») составляет 418,59 кВт.

Максимальная мощность по объекту (в нормальном режиме) составляет 413,67 кВт.

Максимальная мощность по объекту (в режиме «Пожар») составляет 418,59 кВт.

Максимальная мощность (в нормальном режиме), приведенная к шинам РУ 0,4кВ ТП 332 составляет 136,99 кВт.

Максимальная мощность (в режиме «Пожар»), приведенная к шинам РУ 0,4кВ ТП 332 составляет 129,74 кВт.

Максимальная мощность (в нормальном режиме), приведенная к шинам РУ 0,4кВ проектируемой КТП 10/0,4кВ составляет 276,68 кВт.

Максимальная мощность (в режиме «Пожар»), приведенная к шинам РУ 0,4кВ проектируемой КТП 10/0,4кВ составляет 288,85 кВт.

## **1.2 Определение требований к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии**

Данный объект относится к потребителям 2-ой категории надежности электроснабжения. Для обеспечения требуемой надежности электроснабжения предусмотрена установка устройств АВР ВУ1, ВУ2, ВУ3 типа ШУ-К-8603Р-К-0-44741-31УХЛ3, ШУ-К-8603Р-К-0-46741-31УХЛ3, ШУ-К-8605Р-К-0-4274-1-31-УХЛ4 соответственно.

К электроприемникам 1-ой категории надежности относятся аварийное освещение, системы связи и оповещения, системы автоматизации и диспетчеризации здания, системы диспетчеризации и информатизации для МГН, приточные установки, системы пожарной сигнализации, лифты для

передвижения пожарных подразделений, вентиляционные системы противодымной защиты и оборудование систем пожаротушения, индивидуальный тепловой пункт [2, 3].

Электроснабжение противопожарных устройств (аварийного освещения, вентиляторов дымоудаления и подпора воздуха, электроприводов клапанов на противодымных системах, приборов пожарной сигнализации, лифтов, предназначенных для перевозки пожарных подразделений, систем для диспетчеризации и информатизации для МГН) осуществляется от отдельных устройств АВР1, АВР2, ВУЗ типа ШУ-К-8604Р-К-0-4474-1-31-УХЛ4, ШУ-К-8604Р-К-0-4574-1-31-УХЛ4, ШУ-К-8605Р-К-0-4274-1-31-УХЛ4 установленных в электрощитовой.

В качестве третьего независимого источника электроснабжения, проектом предусматривается установка ДЭУ, мощность которой рассчитана на мощность электроприемников 1-ой категории, а время автономной работы составляет 24 часа при полной загрузке.

Показатели качества электрической энергии соответствуют ГОСТ 32144-2013. Отклонения напряжения у электроприемников в нормальном режиме составляют не более 5%, а в аварийном режиме не более 7,5%.

### **1.3 Разработка решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с установленной классификацией в рабочем и аварийном режимах**

Силовые и осветительные электроприемники получают питание от электрических щитов типа ЩРН, ЩРВ, ЩМП навесного и встроенного исполнения. Электроприемники противопожарных устройств получают питание от панелей противопожарных устройств (ППУ1, ППУ2, ППУ3) навесного исполнения. Фасадная часть панелей ППУ должна иметь отличительную окраску (красную) [4].

Ввод электроэнергии в здание жилого корпуса осуществляется от устройств ВУ1, ВУ2, ВУ3 и АВР1, АВР2:

- устройства ВУ1, ВУ2 типа ШУ-К-8603Р-К-0-44741-31УХЛ3, ШУ-К-8603Р-К-0-46741-31УХЛ3 соответственно, на два независимых ввода и два независимых выхода для подключения нагрузки. В нормальном режиме оба ввода являются рабочими, и секционный автомат находится в выключенном положении. При пропадании напряжения на любом из вводов происходит отключение автомата обесточенного ввода и включение секционного автомата. При восстановлении напряжения питания на ранее обесточенном вводе происходит автоматическое отключение секционного автомата и включение автомата ввода [6, 7].

- устройства ВУ3 типа ШУ-К-8605Р-К-0-4274-1-31-УХЛ4 на три независимых ввода и два независимых выхода для подключения нагрузки. В нормальном режиме электроснабжения, секции шин 1 и 2 получают питание от своих вводов 1 и 2, соответственно. В случае нарушения электроснабжения со стороны ввода 1, питание на данную секцию шин подается путем включения секционного выключателя, при этом обе секции шин питаются от ввода 2. При восстановлении электроснабжения на вводе 1, схема электроснабжения возвращается в исходное положение. Аналогично схема работает при нарушении электроснабжения на вводе 2. В случае нарушения электроснабжения со стороны вводов 1 и 2, питание с ввода 3 подается на секции шин вводов 1 и 2 одновременно, при этом секционный выключатель находится во включенном положении. Также при пропадании питания на вводах 1 и 2 подается сигнал на запуск ДЭУ.

- устройств АВР1, АВР2 типа ШУ-К-8604Р-К-0-4474-1-31-УХЛ4, ШУ-К-8604Р-К-0-4574-1-31-УХЛ4 соответственно, на три независимых ввода, объединенных на выходе в одну цепь нагрузки. В нормальном режиме электроснабжение осуществляется через рабочий ввод. В нормальном режиме электроснабжение осуществляется через рабочий ввод. При пропадании напряжения на рабочем вводе происходит отключение автомата рабочего



ввода и включение автомата резервного ввода. В случае нарушения электроснабжения со стороны вводов 1 и 2, питание подается с ввода 3. Также при пропадании питания на вводах 1 и 2 подается сигнал на запуск ДЭУ.

#### **1.4 Разработка проектных решений по компенсации реактивной мощности, релейной защите, управлению, автоматизации и диспетчеризации системы электроснабжения**

Так как мощность данного объекта составляет более 150 кВт, в соответствии с Приказом N49 от 22.02.2007г. в целях обеспечения требуемого качества электроэнергии и снижения реактивной мощности, проектом предусматривается установка автоматизированных устройств компенсации реактивной мощности, типа АКУ с пошаговым регулированием. Мощности конденсаторных батарей АКУ рассчитаны и выбраны в соответствии со значением  $\text{tg}\varphi$ , не превышающего значения равного 0,35. Для отслеживания изменения потребления нагрузкой реактивной мощности, каждая АКУ комплектуется контроллером, подключенным к компенсируемой сети [10].

В таблицах 5 - 10 приведены результаты расчетов мощности компенсирующих устройств и электрического режима до и после компенсации по узлам питания.

Таблица 5 – Результаты определения мощности УКРМ для ШР1.1

Наименование щита	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, квар	Полная мощность, кВА	$\cos\varphi$	$\text{tg}\varphi$	Расчетный ток, А
ЩВ3	0,97	1,13	1,49	0,65	1,17	2,27
ЩВ4	1,17	1,37	1,80	0,65	1,17	2,74
ЩВ5	1,71	2,00	2,63	0,65	1,17	4,00
ЩВ6	0,52	0,61	0,80	0,65	1,17	1,22
ЩВ7	0,63	0,74	0,97	0,65	1,17	1,47

Продолжение таблицы 5

Наименование щита	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, квар	Полная мощность, кВА	cosφ	tgφ	Расчетный ток, А
ЩВ8	1,25	1,46	1,92	0,65	1,17	2,93
ПР1	21,02	15,77	26,28	0,80	0,75	39,97
ПР2	40,55	8,23	41,38	0,98	0,20	62,94
ЩО1.3	2,76	0,91	2,91	0,95	0,33	4,42
Итого по ШР1.1	70,58	34,98	78,77	0,90	0,50	119,82
Требуемое значение	70,58	23,29	74,29	0,95	0,33	113,01
Значение после компенсации реактивной мощности	70,58	23,29	74,32	0,95	0,33	113,01
Вывод:	Для поддержания необходимого значения tgφ проектом предусматривается установка автоматизированного устройства компенсации реактивной мощности, типа АКУ-0,4-15-2,5-У3, мощностью 15 квар, с 6 ступенями регулирования, с шагом регулирования ступени 2,5 квар					

Таблица 6 – Результаты определения мощности УКРМ для ШР1.2

Наименование щита	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, квар	Полная мощность, кВА	cosφ	tgφ	Расчетный ток, А
ПР3	4,44	0,90	4,53	0,98	0,20	6,89
ЩО1.1	12,11	12,35	17,30	0,7	1,02	26,32
ЩО1.2	8,10	3,92	9,00	0,9	0,48	13,69
ЩО1.4	33,84	11,12	35,62	0,95	0,33	54,18
ШУ-ЭО1	7,92	0,00	7,92	1	0,00	12,05
Итого по ШР1.2	66,41	30,97	73,28	0,91	0,47	111,47

Продолжение таблицы 6

Наименование щита	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, квар	Полная мощность, кВА	cosφ	tgφ	Расчетный ток, А
Требуемое значение	66,41	14,36	69,91	0,95	0,33	106,34
Значение после компенсации реактивной мощности	66,41	14,36	67,94	0,95	0,33	106,34
Вывод:	Для поддержания необходимого значения tgφ проектом предусматривается установка автоматизированного устройства компенсации реактивной мощности, типа АКУ-0,4-17,5-2,5-У3, мощностью 17,5 квар, с 7 ступенями регулирования, с шагом регулирования ступени 2,5 квар					

Таблица 7 – Результаты определения мощности УКРМ для ШР2.1

Наименование щита	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, квар	Полная мощность, кВА	cosφ	tgφ	Расчетный ток, А
ЩО2.1	15,69	7,60	17,43	0,9	0,48	26,52
ЩО2.2	20,78	6,83	21,87	0,95	0,33	33,27
ЩО2.3	16,52	8,00	18,36	0,9	0,48	27,92
ЩО2.4	22,76	7,48	23,96	0,95	0,33	108,90
ЩО3.1	15,78	7,64	17,53	0,9	0,48	79,70
ЩО3.2	20,97	6,89	22,07	0,95	0,33	100,33
Итого по ШР2.1	112,50	44,93	121,14	0,93	0,40	184,27
Требуемое значение	112,50	32,43	118,42	0,95	0,33	180,14

Продолжение таблицы 7

Наименование щита	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, квар	Полная мощность, кВА	cosφ	tgφ	Расчетный ток, А
Значение после компенсации реактивной мощности	112,50	32,43	117,08	0,95	0,33	180,14
Вывод:	Для поддержания необходимого значения tgφ проектом предусматривается установка автоматизированного устройства компенсации реактивной мощности, типа АКУ-0,4-12,5-2,5-У3, мощностью 12,5 квар, с 5 ступенями регулирования, с шагом регулирования ступени 2,5 квар					

Таблица 8 – Результаты определения мощности УКРМ для ШР2.2

Наименование щита	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, квар	Полная мощность, кВА	cosφ	tgφ	Расчетный ток, А
ШУ-ЭО1	12,02	0,00	12,02	1	0,00	18,28
ШУ-ЭО2	8,28	0,00	8,28	1	0,00	12,60
ШУ-ЭО3	11,38	0,00	11,38	1	0,00	17,31
ШУ-ЭО5	3,10	0,00	3,10	1	0,00	14,09
ЩОЗ.3	16,60	8,04	18,44	0,9	0,48	83,84
ЩОЗ.4	22,64	7,44	23,83	0,95	0,33	108,33
ЩУНО	2,80	0,92	2,95	0,95	0,33	4,48
ЩСН-ДЭС	5,00	1,64	5,26	0,95	0,33	8,01
Итого по ШР2.2	81,82	26,89	86,13	0,95	0,33	131,01
Вывод:	Для поддержания необходимого значения tgφ проектом не предусматривается установка автоматизированного устройства компенсации реактивной мощности					

Таблица 9 – Результаты определения мощности УКРМ для ШРЗ.1

Наименование щита	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, квар	Полная мощность, кВА	cosφ	tgφ	Расчетный ток, А
Оборудование СС	7,75	9,06	11,92	0,65	1,17	18,14
ЩВ1	8,92	6,69	11,15	0,8	0,75	16,96
ЩВ2	5,70	4,28	7,13	0,8	0,75	10,84
ШУ-ИТП	1,60	1,41	2,13	0,75	0,88	9,70
Щут	0,20	0,23	0,31	0,65	1,17	1,40
Итого по ШР4	24,17	21,49	32,34	0,75	0,89	49,20
Требуемое значение	24,17	7,94	25,44	0,95	0,33	38,70
Значение после компенсации реактивной мощности	24,17	7,94	25,44	0,95	0,33	38,70
Вывод:	Для поддержания необходимого значения tgφ проектом предусматривается установка автоматизированного устройства компенсации реактивной мощности, типа АКУ-0,4-15-2,5-У3, мощностью 15 квар, с 6 ступенями регулирования, с шагом регулирования ступени 2,5 квар					

Таблица 10 – Результаты определения мощности УКРМ для ППУЗ

Наименование щита	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, квар	Полная мощность, кВА	cosφ	tgφ	Расчетный ток, А
Слаботочное оборуд.	6,25	7,31	9,62	0,65	1,17	14,63
Аварийное освещение	16,84	5,54	17,73	0,95	0,33	26,96

Продолжение таблицы 10

Наименование щита	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, квар	Полная мощность, кВА	cosφ	tgφ	Расчетный ток, А
Лифты	29,60	39,47	49,33	0,6	1,33	75,04
Подъемники для инв.	5,50	4,13	6,88	0,8	0,75	31,25
Итого по ППУЗ	58,19	55,19	80,20	0,73	0,95	122,00
Требуемое значение	58,19	19,13	61,25	0,95	0,33	93,17
Значение после компенсации реактивной мощности	58,19	19,13	61,25	0,95	0,33	93,18
Вывод:	Для поддержания необходимого значения tgφ проектом предусматривается установка автоматизированного устройства компенсации реактивной мощности, типа АКУ-0,4-40-2,5-УЗ, мощностью 40 квар, с 16 ступенями регулирования, с шагом регулирования ступени 2,5 квар					

Проектом предусматривается отключение общеобменной вентиляции при пожаре. Для отключения предусмотрены независимые расцепители. Сигнал на независимые расцепители подает прибор, который обеспечивает контроль линии передачи сигнала [8, 9].

С целью предотвращения аварийной ситуации и поломок электрооборудования, в период работы станции автоматического пожаротушения, проектом предусматривается отключение при пожаре всех электроприемников, установленных в помещениях здания жилого корпуса и не участвующих в процессе пожаротушения. Для отключения предусмотрены независимые расцепители.

Проектом предусматривается автоматическое управление освещением в коридорах и лестничных клетках инфракрасными датчиками движения.

Проектом предусматривается автоматизированное управление освещением фасада и прилегающей территории в зависимости от времени суток. Управление освещением осуществляется от щита управления наружным освещением (ЩУНО), установленного в помещении охраны. Схемой предусматривается автоматическое управление светильниками в зависимости от уровня освещенности на улице посредством установки фотореле на наружной стене здания, а также ручное управление с помощью кнопочных постов [11].

Для предотвращения образования ледяных пробок и сосулек в водосточной системе кровли, а также скопления снега и наледей в водоотводящих желобах и на карнизных участках проектом предусматривается автоматизированная система защита от обледенения в состав которой входит [12]:

- саморегулирующийся греющий кабель типа GM-2X;
- интеллектуальный модуль управления EMDR-10;
- датчик температуры воздуха VIA-DU-A10;
- датчик влаги Hard-46;
- комплектующие для монтажа.

Схемой предусматривается автоматическое управления системой обогрева кровли, в зависимости от температуры окружающего воздуха и влажности в желобе при помощи модуля управления EMDR10. Принцип работы: температура воздуха измеряется датчиком температуры. Когда температура воздуха падает ниже величины, настроенной в блоке управления, то загорается соответствующий желтый светодиод и примерно через 10 минут включается датчик влажности. Если на датчике есть влага, то загорается соответствующий желтый светодиод, включается нагрев и загорается красный светодиод. Нагревательный кабель остается включенным до тех пор, пока не будет действовать одно из следующих условий [14]:

- Температура воздуха поднимется выше установленной величины;
- Влажность уменьшится ниже установленной величины;
- Температура воздуха уменьшится ниже отрегулированного нижнего предела температуры и пройдет установленный период действия последующего нагрева.

Для защиты линий, питающих греющие кабели, предусматривается установка дифференциальных автоматических выключателей (УЗО) с током утечки 30мА.

Датчик влажности разместить в сточном желобе, в самом низком положении в системе, находящейся рядом с водосточной трубой. Для монтажа датчика в желобе используйте крепежные кронштейны (Hard-46), с помощью которых следует укрепить датчик рядом с нагревательным кабелем и параллельно ему. Датчик расположить на плоской поверхности так, чтобы он не касался нагревательного кабеля [13].

Датчик температуры расположить на северной стороне здания непосредственно под водосточным желобом, в таком месте, где он не будет защищен от воздействия других факторов (не допускается устанавливать над дверями или окнами, а также слишком близко к лампам или прожекторам света).

Саморегулирующийся греющий кабель GM-2X закрепить на кровле здания алюминиевой лентой АТЕ-180. При спуске греющего кабеля по выпускной воронке, кабель закрепить хомутом GM-RAKE. Для соединения греющего кабеля с силовым использовать соединители типа RayClic- PS-02.

## **1.5 Мероприятия по энергосбережению**

Основной учет электроэнергии предусмотрен в ВУ1, ВУ2, ВУ3, АВР1, АВР2 здания жилого корпуса электронными счетчиками активной и реактивной энергии типа Меркурий 230 ART-03 PQRSIDN кл. 1; 5(7,5)А; 380В.



В качестве мер по энергоэффективности электрической частью предусмотрены [15]:

- установка устройств компенсации реактивной мощности для снижения потерь;
- применение светильников со светодиодными источниками света;
- электрическая сеть 380/220В выполнена кабелями с медными жилами, обеспечивающими минимум потерь электроэнергии;
- применение автоматизированных систем управления приточными установками;
- автоматизированное управление освещением фасада и прилегающей территории в зависимости от времени суток;
- автоматизированное управление освещением в коридорах, холлах, лестничных клетках.

## **1.6 Система заземления и молниезащиты**

Система заземления принята TN-C-S. Проектом предусмотрена основная система уравнивания потенциалов, которая выполняется путем объединения следующих проводящих частей [16, 17]:

- основного защитного проводника;
- основного заземляющего проводника;
- стальных труб коммуникаций, входящих в здание;
- металлических частей строительных конструкций,
- воздуховодов;
- контуров дополнительной системы уравнивания потенциалов в технических помещениях.

Такие проводящие части должны быть объединены между собой на вводе в здание с помощью главной заземляющей шины ГЗШ. В качестве ГЗШ использовать РЕ шину устройства ВУ1.

Для водомеров, задвижек и т.п. предусмотреть обходные проводники, обеспечивающие непрерывность цепи заземления. В тех. помещениях (электрощитовой, венткамерах, помещении теплового пункта, серверной) для обеспечения мероприятий по дополнительной системе уравнивания потенциалов (защиты от поражения электрическим током) все металлические части стационарной аппаратуры и оборудования, которые могут оказаться под напряжением должны быть присоединены к шине заземления медным проводом сечением 6мм. Дополнительную систему уравнивания потенциалов в этих помещениях выполнить общей шиной из стальной полосы 25×4 мм и проложить открыто по периметру стен, на высоте 30-50 см от пола. В местах, где оборудование установлено вдали от стен, проложить стальную полосу открыто по полу. Полосу уложить в уровень чистого пола с креплением на болты. Присоединение оборудования к стальной полосе выполнить медным кабелем ВВГнг(А)-LSLTx-1×6 мм, оконцованного с обеих сторон кабельными наконечниками. Для присоединения проводников к стальной полосе по всему периметру привариваются болты М6×30 с шагом между болтами 2 м., под один болт подключать не более двух проводников [18].

В соответствии с требованиями гл. 1.7 ПУЭ (7-е издание) в душевых предусматривается дополнительная система уравнивания потенциалов и является обязательным мероприятием. Предусмотреть металлическое соединение между собой скрытых проводящих частей всех стационарных электроприемников, нулевых защитных проводников этих электроприемников, штепсельных розеток со сторонними проводящими частями корпус ванной, стальные трубы холодной и горячей воды, трубы отопления. Соединение открытых сторонних проводящих частей, нулевых защитных проводников выполняется в пластиковой распаячной коробке КУП1101 для скрытой установки на высоте 600-800мм от пола, на расстоянии не менее 600мм от края корпуса ванны. В коробке устанавливается медная заземляющая шина сечением 16×3мм<sup>2</sup> длиной 70мм. Последовательное соединение дополнительных проводников уравнивания потенциалов

запрещается. Присоединение коробки КУП выполнить от РЕ шины осветительного щита, установленного на каждом этаже, кабелем ВВГнг(А)-LSLTx-1x4, проложенным скрыто под слоем штукатурки в гофрированной ПВХнг трубе. От коробки КУП до сторонних проводящих частей проложить кабель ВВГнг(А)-LSLTx сечением 1×4мм, проложенным скрыто под слоем штукатурки и за гипсокартоновыми конструкциями в гофрированных ПВХнг трубах. Все присоединения к КУП болтовые. Шина РЕ щита соединяется с ГЗШ (и с заземляющим устройством) проводником РЕ распределительной сети [19].

Все металлические нетоковедущие части электрооборудования, нормально не находящиеся под напряжением (корпуса щитов, шкафов, ящиков управления, металлические конструкции для прокладки кабелей, трубы электропроводки. и т. п.), но которые могут оказаться под таковым вследствие повреждения изоляции, подлежат заземлению. Для заземления используется нулевой защитный проводник РЕ. В групповых сетях штепсельных розеток подключение РЕ-проводника выполнить с помощью ответвительных коробок.

Для защиты групповых сетей, питающих штепсельные розетки, а также электрооборудование, установленное в сырых и влажных помещениях, в проекте применен АВДТ(УЗО) с током утечки 30мА с целью предотвращения поражения людей электрическим током.

Проектом предусматриваются следующие мероприятия по обеспечению защиты от поражения электрическим током [20]:

- автоматическое отключение питания при однофазных коротких замыканиях за время не более 0,2 сек;
- применение защитных оболочек электрооборудования с требуемой степенью защиты;
- прокладка к электрооборудованию кабелей с отдельными защитными и рабочими нулевыми проводниками, не имеющими электрического соединения по всей сети;

- основная и дополнительная системы уравнивания потенциалов;
- защитное заземление электрооборудования;
- молниезащита здания;
- применение АВДТ (УЗО) с током утечки 30 мА.

На вводе в здание выполняется заземляющее устройство, выполненное из полосовой оцинкованной, стали 30×4мм, проложенной в земле на глубине 0,5 метра по периметру. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 2 Ом. Заземлитель выполняется единым для молниезащиты, электроустановок и средств связи.

От прямых ударов молнии предусмотрена молниезащита здания, разработанная в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153-34.21.122-2003 и РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений». Защищаемое сооружение относится к обычным с точки зрения молниезащиты в соответствии с СО и ко II категории с зоной защиты Б согласно РД.

Защита здания от разрядов молнии осуществляется с помощью молниеотводов. Молниеотвод представляет собой возвышающееся над защищаемым объектом устройство, через которое ток молнии, минуя защищаемый объект, отводится в землю. Оно состоит из молниеприемника, непосредственно воспринимающего на себя разряд молнии, токоотвода и заземлителя.

Комплекс мероприятий по обеспечению необходимых требований к системе молниезащиты представлен следующими решениями:

- установка 12 стержневых молниеприемников высотой 2 м на коньке;
  - установка 20 стержневых молниеприемников высотой 4 м на стене.
- Учтено, что 1 м длины стержня уходит на крепление;
- молниеприемники соединяются между собой для организации двух токоотводов с применением оцинкованной проволоки D=8 мм от

каждого молниеприемника. Крепление токоотводов производится (шаг установки 0,6-1 м):

- на коньке с помощью зажимов GL-11565A;
- на скатах кровли с помощью зажимов GL-11747A;
- на водосточном желобе с помощью зажимов GL-11545A;
- к стенам с помощью зажимов GL-11703A;
- соединение и разветвление токоотводов производится с использованием зажимов GL- 11551A.

Комплекс мероприятий по обеспечению необходимых требований к заземляющему устройству представлен следующими решениями:

- монтаж заземляющего устройства, состоящего из горизонтального электрода (полоса оцинкованная сечением 4×30 мм), глубина 0,5 метра, расстояние до фундамента 1 м;
- в соответствии с пунктом 2.13 РД достаточно только контура без установки вертикальных электродов;
- соединение горизонтальных электродов между собой осуществляется с помощью зажимов ZZ-005-064;
- соединение токоотвода с выводом оцинкованной полосы из земли осуществляется с помощью контрольного зажима GL-11562A;
- конструкция заземляющего устройства соответствует пункту 1.7.55 ПУЭ. Заземляющие устройства защитного заземления и заземления для молниезащиты выполняются общими.

Все металлические элементы, размещенные на кровле, необходимо присоединить к токоотводу при помощи зажимов GL-11545. Лестницы, перила, присоединяются при помощи зажима-хомута GL-11514N.

Согласно ПУЭ-7 изд., п.1.7.55 - Заземляющие устройства защитного заземления электроустановок зданий и сооружений и молниезащиты 2-й и 3-й категорий этих зданий и сооружений, как правило, должны быть общими.

При наличии ж/б конструкций их необходимо присоединить к токоотводам/заземляющему устройству.

Подключение к заземляющему устройству выполняется при помощи зажимов ZZ-005-064. Объектом установки молниезащиты и заземления является контейнер ДЭС.

Мероприятия по молниезащите и заземлению контейнера ДЭС выполнены в соответствии с ПУЭ 7-е изд. Глава 1.7, СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» (далее СО) и РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» (далее РД).

Защищаемое сооружение относится к обычным с точки зрения молниезащиты в соответствии с СО и к 3-ей категории согласно РД.

Защита зданий от разрядов молнии осуществляется с помощью молниеотводов. Молниеотвод представляет собой возвышающееся над защищаемым объектом устройство, через которое ток молнии, минуя защищаемый объект, отводится в землю. Оно состоит из молниеприемника, непосредственно воспринимающего на себя разряд молнии, токоотвода и заземлителя.

Комплекс мероприятий по обеспечению необходимых требований к системе молниезащиты представлен следующими решениями:

- установка 4 стержневых молниеприемников высотой 1,5 м на стене. Учтено, что 0,5 м длины стержня уходит на крепление;
- от молниеприемников проложены токоотводы с применением омедненной проволоки  $D=8$  мм, которые соединяются с искусственным заземлителем;
- крепление токоотводов производится (шаг установки 0,6-1 м):
- к стене с помощью зажимов GL-11703A;
- соединение и разветвление токоотводов производится с использованием зажимов GL- 11551A.

Комплекс мероприятий по обеспечению необходимых требований к заземляющему устройству представлен следующими решениями:

- вокруг контейнера прокладывается горизонтальный заземлитель (полоса оцинкованная сечением 4×30 мм). Расстояние от горизонтального электрода до стены здания 1 м, глубина 0,5 метра;
- выполняется установка 4 вертикальных электродов (омедненных штырей диаметром 14 мм.) длиной 6 метров;
- соединение вертикальных и горизонтальных электродов осуществляется с помощью зажимов ZZ-005-064;
- соединение токоотвода с выводом омедненной полосы из земли осуществляется с помощью контрольного зажима GL-11562A.

Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом.

### **1.7 Выбор проводов и осветительной арматуры**

Проектом предусматривается прокладка кабельных линий марки ПвБШв-1,0 и АпвБШв-1,0:

- от РУ-0,4 кВ существующей трансформаторной подстанции ТП 332 до ВУ1 здания;
- от РУ-0,4 кВ проектируемой трансформаторной подстанции КТП-10/0,4 кВ до ВУ2 и ВУ3 здания;
- от распределительного шкафа ДЭС до ВУ3, АВР1, АВР2 здания.

Для питания собственных нужд ДЭС предусмотрена кабельная линия (АпвБШв-0,66) от ШР2.2 до щита собственных нужд ДЭС. Для контроля наличия напряжения на вводе 2 вводного устройства ВУ-3 и устройств АВР1 и АВР2 предусмотрены кабельные линии (К1, К2, К3).

Проектируемые кабельные линии проложить в земле в траншее на отметке -0,700 м от планировочной отметки земли, за исключением мест, указанных на плане. В местах пересечения кабельных линий других коммуникаций, под автомобильной дорогой и автопарковкой, кабели проложить в двустенных гофрированных гибких ПНД трубах. В связи с тем, что прокладка кабельных линий осуществляется в стесненных условиях,

взаимно резервируемые кабельные линии разделить перегородкой из негорючего материала. Несгораемую перегородку выполнить из красного кирпича, установленного на ребро встык друг к другу, с соблюдением расстояния между кабелями согласно ПУЭ, А11-2011. Несгораемая перегородка должна, обеспечивать механическую защиту и защиту кабелей от повреждений, могущих возникнуть при КЗ в одном из кабелей. На вводе в здание кабели проложить в жестких двустенных гофрированных трубах с последующим их уплотнением, согласно серии А11-2011.

В соответствии с таблицей 2 ГОСТ 31565-2012, в проекте принят кабель исполнения «нг(А)-LSLTx». А для питания систем противопожарных устройств – «нг(А)-FRLSLTx».

Распределительные сети выполняются кабелем ВВГнг(А)-LSLTx, ВВГнг(А)-FRLSLTx:

- скрыто за гипсокартоновыми конструкциями стен и потолка в металлических перфорированных лотках и гофрированных ПВХ-нг трубах;
- открыто в гофрированных ПВХ-нг трубах и металлических лотках в электрощитовой, венткамерах, технических помещениях.

Групповые силовые и осветительные сети выполняются кабелем ВВГнг(А)-LSLTx, ВВГнг(А)-FRLSLTx:

- скрыто за гипсокартоновыми конструкциями стен и потолка в металлических перфорированных лотках и гофрированных ПВХ-нг трубах креплением к стенам и потолку;
- открыто в гофрированных ПВХ-нг трубах по стенам и потолку в технических помещениях;
- открыто в металлорукаве по стенам и потолку на чердаке.

Прокладка питающих кабелей по подвалу здания предусматривается с применением средств по пассивной защите кабеля – в неперфорированных лотках с крышкой. Металлические лотки с крышками, в которых прокладываются питающие кабели внутри здания обладают локализационной



способностью. Торцы лотков, входящих в электрооборудование, должны быть герметично уплотнены негорючими материалами.

Распределительные и групповые сети, питающие устройства систем противопожарной защиты проложить отдельно от других групповых сетей. Подводка питания к электродвигателям вентиляторов, установленным на виброосновании, выполняется в гибком вводе.

В местах прохода кабелей через стены, междуэтажные перекрытия предусматривается прокладка кабелей в стальных трубах и лотках. С целью предотвращения проникновения и скопления воды и распространения пожара в местах прохода через стены и перекрытия заделывать зазоры между кабелями и трубой огнестойкой пеной DF1201. Заделка должна допускать замену, дополнительную прокладку новых кабелей и проводов и обеспечивать предел огнестойкости проема не менее предела огнестойкости стены (перекрытия).

Кабели и провода электросетей выбраны по допустимым токовым нагрузкам и проверены на соответствие сечений токами установок защитных аппаратов и допустимую потерю напряжения от ввода до наиболее удаленной лампы-электроприемника и в соответствии с требованиями пожарной безопасной кабелей ГОСТ 31565-2012. Падение напряжения в осветительных сетях не превышают 3%, в соответствии с таблицей G.52.1 ГОСТ Р 50571.5.52-2011.

«Автоматические выключатели выбираются и проверяются на соблюдение ряда условий.

По условиям нормального режима работы:

- по номинальному напряжению» [4]

$$U_n \geq U_{нс}; \quad (5)$$

- «по номинальному току» [4]

$$I_{нр} \geq I_{ра}; \quad (6)$$

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

$$I_{отк} \geq I_{КЗ}^{(3)}, \quad (7)$$

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 обратной зависимостью от тока характеристикой.

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

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

$$k_{рн} \cdot I_y > k_n \cdot I_{пуск}, \quad (8)$$

где « $I_y$  – паспортное значение токов уставки;

$I_{пуск}$  – пусковой ток двигателя;

$k_{рн}$  – 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]:

$$t_i > t_{ni}, \quad (9)$$

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

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

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

$$t_{cp} > t_{дон}, , \quad (10)$$

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]:

$$I_{pa} \leq I_{нр} \leq I_{дон}, , \quad (11)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_{дон}, , \quad (12)$$

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 соответствие с ПУЭ защита в низковольтных сетях должна быть селективной» [4]. В таблице 11 приведены результаты выбора проводников и АВ для ППУ1.

Таблица 11 - Результаты выбора проводников и АВ для ППУ1

Распределительно е устройство	Аппарат отходящей линии (ввода); обозначение, тип, /ном, А; расцепитель или плавкая вставка, А	Пусковой аппарат; обозначение, тип, Iном, А; расцепитель или плавкая вставка, А; уставка теплового реле, А	Кабель, провод				Труба		Электроприемник			
			Обозна чение	Марка	Количеств о жил и сечение	Длина , м	Обозначени е на плане	Длина , м	Обозначени е	Руст или Рном, кВт	Ирасч	Наименование, тип
ППУ1 ЩМП- 100.65.30 (ЩРМ- 5) IP31 EKF PROxima  Ру=129,74кВт Рр=129,74кВт Iр=229,48А Кс=1 cosφ=0,86	ВН-99 250/250А 3Р EKF PROxima	-	P1.19	ВВГнг(А) -FRLSLTx	5×120	5	лоток	5	ППУ1	129,7 4	229,4 8	Ввод от АВР1
	ВА47-63 1С/10А, Proxima	Комплектно	H1-СП	ВВГнг(А) -FRLSLTx	3×1,5	190	труба ПВХ Ф20, лоток	100, 90	СП (6шт.)	0,24	1,67	Приборы управления противопожарным и клапанами
	ВА47-63 1С/10А, Proxima	Комплектно	H2-СП	ВВГнг(А) -FRLSLTx	3×1,5	185	труба ПВХ Ф20, лоток	95, 90	СП (12шт.)	0,48	3,35	Приборы управления противопожарным и клапанами
	ВА47-63 1С/10А, Proxima	Комплектно	<i>H3-СП</i>	ВВГнг(А) -FRLSLTx	3×1,5	<i>180</i>	труба ПВХ Ф20, лоток	95, 85	СП (11шт.)	0,44	3,07	Приборы управления противопожарным и клапанами

Проектом предусматриваются огнестойкие кабельные линии для обеспечения работоспособности кабельных линий питания систем противопожарной защиты (аварийного освещения на путях эвакуации, противодымной вентиляции, внутреннего противопожарного водопровода, приборов пожарной сигнализации) в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону. Огнестойкие кабельные линии выполняются:

- кабелями марки ВВГнг(А)-FRLSLTx, проложенными в гофрированных трубах из ПВХ FRHF закрепленных к строительным конструкциям металлическими скобами двухлапковыми, стальными оцинкованными саморезами с пресс-шайбой, дюбелями MUD 5/30 5×30.
- кабелями марки ВВГнг(А)-FRLSLTx, проложенном в металлическом лотке, закрепленном к строительным конструкциям стальными оцинкованными элементами для монтажа (кронштейн потолочный одинарный, кронштейн монтажный, болт анкерный с гайкой).

Проектом предусматривается установка светильников со светодиодными источниками света, в соответствии с СП52.13330-2016. Типы принятых к установке светильников, количество и мощность ламп указаны на планах.

Управление освещением помещений здания жилого корпуса выполняется:

- индивидуальными выключателями, установленными по месту;
- выключателями управления освещением подсобных помещений установленными вне этих помещений;
- автоматически инфракрасными датчиками движения IS771 в коридорах и в лестничных клетках.

Высота установки выключателей 1,0 м, а для помещений с пребыванием МГН – 0,8 м; высота установки розеток для подключения компьютеров- 0,4м

от пола. Розетки для подключения фенов, сушилок для рук в помещениях санузлов установить на высоте 1,5 м.

## 1.8 Определение параметров системы рабочего и аварийного освещения

Проектом предусмотрены следующие виды освещения: рабочее, дежурное, аварийное (эвакуационное, резервное). Электроосвещение разработано в соответствии с назначением и характеристикой среды помещений. Типы принятых к установке светильников, количество и мощность ламп указаны на планах.

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

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

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (13)$$

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]:

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_l \cdot \eta}, \quad (14)$$

где « $N$  - число светильников;

$n$  - число ламп в светильнике;

$\Phi_l$  - световой поток лампы;

$\eta$  - коэффициент использования;

$k$  - коэффициент запаса;

$S$  - площадь помещения» [4].

«Значение  $N$  округляется до ближайшего целого числа  $N_p$ .

Определяется суммарная установленная мощность ламп» [3]:

$$P_{n\Sigma} = N \cdot n \cdot P_{nl}, \quad (15)$$

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

Освещенности приняты по СП52.13330-2016 и СанПиН 2.2.1/2.1.1278-03. В помещениях, где пребывают МГН уровни освещенности приняты на ступень выше. Принятая освещенность автопарковок – не менее 6Лк, подходов к зданию – не менее 20Лк.

Рабочее освещение предусматривается во всех помещениях. Резервное аварийное освещение предусматривается в электрощитовой, венткамерах, процедурных, на постах медицинских сестер, в комнате охраны для наблюдением за технологическим процессом и во избежание получения травм людьми, в замкнутых пространствах зданий (сан.узел), где инвалид может оказаться один, а также в лифтовых холлах, приспособленных для безопасных зон. Антипаническое эвакуационное освещение предусмотрено в помещениях площадью более 60м<sup>2</sup>, в которых одновременно может находиться 30 и более человек, а также в помещениях с постоянным пребыванием маломобильных групп населения. Эвакуационное аварийное освещение предусматривается над каждым выходом, в проходах, на лестничных клетках. По путям эвакуации устанавливаются световые указатели «Выход». В местах установки пожарного гидранта, пожарных кранов и огнетушителей установить световые указатели с соответствующей пиктограммой обозначения. Свето вые указатели «Выход» получают питание от сети аварийного освещения и комплектуются источниками бесперебойного питания, время работы которых рассчитано на 3

часа без подзарядки. Светильники аварийного освещения должны иметь специальные знаки «А». Проектом предусматривается постоянный режим работы светильников аварийного освещения.

Рабочее освещение получает питание от щитов освещения. Аварийное освещение получает питание от щитов аварийного освещения.

Для питания ремонтного освещения и переносных электроинструментов в технических помещениях предусмотрены ящики с понижающими трансформаторами ЯТП-0,25 с напряжением вторичной обмотки 24В.

### **1.9 Выбор резервных источников электроснабжения**

Световые указатели «Выход» комплектуются источниками бесперебойного питания, время работы которых рассчитано на 3 часа без подзарядки.

Для питания приборов охранно-пожарной сигнализации предусмотрены резервные источники питания с АКБ.

На вводе в здание предусматривается установка трех устройств АВР типа ШУ-К-8603Р-К- 0-44741-31УХЛ3 (ВУ1), ШУ-К-8603Р-К-0-46741-31УХЛ3 (ВУ2), ШУ-К-8605Р-К-0-4274-1-31-УХЛ4 (ВУ3) двустороннего действия и двух устройств АВР типа ШУ-К-8604Р-К-0-4474-1-31- УХЛ4 (АВР1), ШУ-К-8604Р-К-0-4574-1-31-УХЛ4 (АВР2) одностороннего действия.

В качестве дополнительного независимого источника электроснабжения в проекте предусмотрена комплектная дизель-электрическая установка (ДЭУ) контейнерного исполнения мощностью 500 кВт, на напряжение 0,4 кВ, полностью заводского изготовления, второй степени автоматизации типа ДГ500-Т400-2СА. ДЭС укомплектована дополнительными баками с топливом для обеспечения времени автономной работы в течении 24 часов.

Для обеспечения требуемой надежности электроснабжения электроприемников 1-ой категории, предусматривается установка ДЭС.

Выводы по разделу.



Источниками питания жилого корпуса являются существующая подстанция ТП 332 и новая проектируемая подстанция, резервным источником является дизель электрическая установка мощностью 500 кВт.

Схема электроснабжения принята радиальная с учетом минимизации затрат на кабельно-проводниковую продукцию, как имеющая более высокую надежность электроснабжения.

Выполнен расчет нагрузок по узлам питания жилого корпуса дома-интерната. Расчетная мощность по объекту (в нормальном режиме) составила 406,82 кВт.

Данный объект относится к потребителям 2-ой категории надежности электроснабжения. К электроприемникам 1-ой категории надежности относятся аварийное освещение, приточные установки, системы пожарной сигнализации, вентиляционные системы противодымной защиты и оборудование систем пожаротушения и др.

Силовые и осветительные электроприемники получают питание от электрических щитов типа ЩРН, ЩРВ, ЩМП различного исполнения.

Выполнен расчет мощности компенсирующих устройств и электрического режима до и после компенсации по узлам питания.

Определён состав технических мероприятий по энергосбережению.

Система заземления принята TN-C-S.

Защита здания от разрядов молнии осуществляется с помощью молниеотводов.

Для питания ВУ от ТП и ДЭС выбраны кабельные линии марки ПвБШв-1,0 и АПвБШв-1,0. Распределительные сети выполняются кабелем ВВГнг(А)-LSLTx, ВВГнг(А)-FRLSLTx. Кабели и провода электросетей выбраны по допустимым токовым нагрузкам и проверены на соответствие сечений токами установок защитных аппаратов и допустимую потерю напряжения от ввода до наиболее удаленной лампы-электроприемника.

Определены типы принятых к установке светильников, количество и мощность ламп.

## 2 Автоматизация системы пожаротушения

Система автоматического водяного пожаротушения объекта состоит из моноблочной насосной станции ANTARUS 2 BL100/210-55/2/DS2-GPRS –J (ОПЦ CX11, жокей HELIX V 216, бак 80/16), 4-х пожарных резервуаров, мембранного напорного бака, соединительных трубопроводов, спринклерных трубопроводов, дренажных трубопроводов узлов управления. Управление моноблочной насосной станции шкафами управления, поставляемыми комплектно с данными установками.

Система автоматизации автоматического водяного пожаротушения включает в себя следующие элементы:

- шкаф управления насосной станцией АМПЕРУС-ПЖ, поставляемые комплектно со станцией;
- блоки управления оборудованием насосной станцией «Поток-ЗН»;
- блоки индикации и управления «Поток-БКИ»;
- блок индикации и управления «С2000-БКИ»;
- прибор приемно-контрольный «Сигнал-20П»;
- адресных расширителей «С2000-АР8»;
- контроллера двухпроводной линии связи «С2000-КДЛ»;
- шкафов контрольно-пусковых ШКП предназначенных для управления электродвигателями задвижек на трубопроводе наполнения пожарных резервуаров;
- датчики-реле уровня РОС-301.
- прибор приемно-контрольный и управления охранно-пожарный «С2000М».

Шкаф управления моноблочной насосной станцией АМПЕРУС-ПЖ осуществляет следующие функции:

- автоматический режим управления пожарными насосами на базе программируемого логического контроллера SegneticsSMH4;
- наличие сенсорной панели на дверце шкафа управления;

- конфигурирование путем изменения параметров системы, насосов, давления и других параметров;
- автоматическое включение насосов при поступлении сигнала «Пожар» и/или по падению давления в системе; отключение насосов только в ручном режиме;
- автоматическое подключение резервного насоса при отказе основного;
- автоматическое отключение насосов при достаточном давлении в системе;
- автоматический запуск станции после аварийных ситуаций, при восстановлении питающего напряжения;
- пуск и остановка насосов через устройство плавного пуска;
- защита двигателей насосов от перегрузки по току и короткого замыкания при помощи встроенных функций устройства плавного пуска и автоматических выключателей;
- контроль цепей управления на обрыв и короткое замыкание;
- управление жокей-насосом со световой индикацией состояния;
- пуск и остановка жокей-насоса от сети;
- автоматическое открытие задвижек, оснащенных электроприводом, установленных на обводных линиях счетчиков ХВС, по сигналу «Пожар», со световой индикацией «задвижка открыта» и «задвижка закрыта»;
- ручной режим работы;
- световая сигнализация сигнала «Пожар»;
- световая сигнализация наличия электропитания;
- световая сигнализация рабочего и аварийного состояния всех исполнительных устройств;
- диспетчеризация аварийных и рабочих параметров системы управления при помощи беспотенциальных «сухих» контактов на прибор управления «Поток-3Н».

Шкаф управления пожарными насосами позволяет выдавать следующие

сигналы на удаленную панель диспетчеризации:

- неисправность электропитания;
- работа пожарных насосов;
- авария пожарных насосов;
- работа жокей-насоса;
- авария жокей-насоса;
- задвижка открыта;
- задвижка закрыта;
- пожар (сигнал 1);
- пожар (сигнал 2);
- неисправность датчика(-ов);
- автоматика отключена.

Прибор пожарный управления «Поток-3Н» предназначен для управления оборудованием насосной станции и сопутствующим оборудованием. Работа прибора возможна только в составе ИСО «Орион» под управлением сетевого контроллера - пульта контроля и управления «С2000М».

«Поток-3Н» обеспечивает контроль:

- всех входных и выходных цепей на обрыв и короткое замыкание (кроме выходов типа «сухой контакт»);
- состояния источников основного и резервного питания;
- состояния ШУ-ПН.

«Поток-3Н» передает служебные и тревожные сообщения об изменении своего состояния и состояния всех подключенных устройств сетевому контроллеру по интерфейсу RS-485.

Блоки индикации и управления «Поток-БКИ» и «С2000-БКИ» установлен на стене в помещении охранника на 1-м этаже с круглосуточным пребыванием, в котором установлен пульт пожарной сигнализации и предназначен для управления «Поток-3Н» и отображения состояний 2-х пожарных насосов, жокей-насоса, уровня воды в пожарных резервуарах, 4-х

задвижек, место возникновения пожара.

Проектом предусматривается подключение сигнализаторов потока жидкости (СПЖ), формирующих сигнал «Пожар» и указывающих адрес возникновения пожара. Проектом предусматривается сигнализация дисковых затворов на выходных напорных трубопроводах пожарных насосов («открыто», «закрыто»). Для приема сигналов с устройств дисковых затворов и СПЖ предусматривается установка адресных расширителей С2000-АР8, которые подключены к контроллеру двухпроводной линии связи С2000-КДЛ. Для индикации места возникновения пожара предусматривается установка прибора С2000-БКИ в помещении охраны.

Датчик-реле уровня РОС-301 предназначен для независимого контроля трех предельных уровней электропроводных жидкостей в резервуаре в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами. Прибор состоит из преобразователя, передающего и трех датчиков. Прибор обеспечивает визуальную и релейную (типа «сухой» контакт) сигнализацию достижения трёх предельных уровней среды [22].

РОС-301 передает сигналы о уровнях в резервуарах на прибор приемно-контрольный «Сигнал-20П».

Шкафы контрольно-пусковые ШКП предназначены для работы в составе системы автоматического водяного пожаротушения для автоматического и ручного управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором задвижки на трубопроводе наполнения резервуаров.

Шкаф ШКП также обеспечивает [21]:

- возможность работы в режимах ручного и автоматического управления. В автоматическом режиме шкаф управляется подачей напряжения 24В внешними цепями;
- контроль действующего значения 3-х фазного напряжения и величины фазового сдвига на вводе электропитания;

- контроль исправности цепей управления двигателем;
- отображение режимов «Авария питания», «Автоматика откл.», «Двигатель включ.», «Неисправность», на встроенных световых индикаторах. Индикатор «Неисправность» управляется подачей напряжения 24В внешними цепями.

Схема автоматизации предусматривает [23]:

- автоматическое управление насосной станцией пожаротушения при падении давления в водопроводе после насосов. Сигнал на запуск насосов поступает после проверки давления в системе. Пуск насосов осуществляется только при недостаточном давлении в системе. Проверка давления в системе осуществляется с помощью реле давления РЕ1, РЕ2, которые поставляются комплектно с насосной установкой. Для защиты от «сухого хода» предусматриваются датчики давления РЕ3, РЕ4, которые поставляются комплектно с насосными установками.
- автоматическое управление жockey-насосом для поддержания давления в трубопроводах спринклеров.
- автоматическое управление клапаном дренажного узла управления по сигналу «Пожар»;
- ручное (местное) управление насосной станцией (непосредственно с комплектного шкафа управления насосной станцией ШУ-ПН);
- ручное (дистанционное) управления насосной станцией с кнопок, установленных у пожарных кранов. Запуск насосной станции осуществляется только после проверки давления в трубопроводах.
- ручное (дистанционное) управление клапаном дренажного узла управления по сигналу от кнопки, установленной на ресепшене;
- автоматическое управление электродвигателями задвижек на трубопроводе наполнения резервуаров по уровню воды в резервуарах (при достижении низкого уровня воды в резервуарах происходит открытие задвижек. При достижении верхнего уровня подается сигнал на закрытие задвижек). Контроль положения задвижек осуществляется при помощи

концевых выключателей;

- ручное (местное) управление задвижками (непосредственно со шкафов управления).

Выводы по разделу.

Определены требования к системе автоматизации противопожарной защиты здания.

Рассмотрены функции шкафа управления моноблочной насосной станции АМПЕРУС-ПЖ.

Определены возможности шкафа управления пожарными насосами по выдаче сигналов на удаленную панель диспетчеризации.

Рассмотрены функциональные возможности прибора пожарного управления «Поток-3Н» для управления оборудованием насосной станции и сопутствующим оборудованием и шкафов контрольно-пусковых ШКП, предназначенных для работы в составе системы автоматического водяного пожаротушения для автоматического и ручного управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором задвижки на трубопроводе наполнения резервуаров.

## Заключение

Цель бакалаврской работы заключалась в проектировании надежной и экономичной системы электроснабжения жилого корпуса дома-интерната, обеспечивающей безопасное и комфортное пребывание постояльцев.

Источниками питания жилого корпуса являются существующая подстанция ТП 332 и новая проектируемая подстанция, резервным источником является дизель электрическая установка мощностью 500 кВт.

Схема электроснабжения принята радиальная с учетом минимизации затрат на кабельно-проводниковую продукцию, как имеющая более высокую надежность электроснабжения.

Выполнен расчет нагрузок по узлам питания жилого корпуса дома-интерната. Расчетная мощность по объекту (в нормальном режиме) составила 406,82 кВт.

Данный объект относится к потребителям 2-ой категории надежности электроснабжения. К электроприемникам 1-ой категории надежности относятся аварийное освещение, приточные установки, системы пожарной сигнализации, вентиляционные системы противодымной защиты и оборудование систем пожаротушения и др.

Силовые и осветительные электроприемники получают питание от электрических щитов типа ЩРН, ЩРВ, ЩМП различного исполнения.

Выполнен расчет мощности компенсирующих устройств и электрического режима до и после компенсации по узлам питания.

Определён состав технических мероприятий по энергосбережению.

Система заземления принята TN-C-S.

Защита здания от разрядов молнии осуществляется с помощью молниеотводов.

Для питания ВУ от ТП и ДЭС выбраны кабельные линии марки ПвБШв-1,0 и АПвБШв-1,0. Распределительные сети выполняются кабелем ВВГнг(А)-LSLTx, ВВГнг(А)-FRLSLTx. Кабели и провода электросетей выбраны по



допустимым токовым нагрузкам и проверены на соответствие сечений токами установок защитных аппаратов и допустимую потерю напряжения от ввода до наиболее удаленной лампы-электроприемника.

Определены типы принятых к установке светильников, количество и мощность ламп.

Определены требования к системе автоматизации противопожарной защиты здания.

Рассмотрены функции шкафа управления моноблочной насосной станции АМПЕРУС-ПЖ.

Определены возможности шкафа управления пожарными насосами по выдаче сигналов на удаленную панель диспетчеризации.

Рассмотрены функциональные возможности прибора пожарного управления «Поток-3Н» для управления оборудованием насосной станции и сопутствующим оборудованием и шкафов контрольно-пусковых ШКП, предназначенных для работы в составе системы автоматического водяного пожаротушения для автоматического и ручного управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором задвижки на трубопроводе наполнения резервуаров.

## Список используемой литературы

1. Гужов Н.Л., Ольховский В.Я., Павлюченко Д.А. Системы электроснабжения. Ростов на Дону.: Феникс, 2011. 384 с.
2. Данилов Г.А., Денчик Ю.М., Иванов М.Н., Ситников Г.В. Повышение качества функционирования линий электропередачи: монография. 3-е изд. Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2019. 558 с.
3. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. М.: НЦ ЭНАС. 2009. 456 с.
4. Завьялов В.М., Кладиев С.Н., Семенов С.М. Электроснабжение потребителей и режимы. Учебно-методическое пособие; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. 122 с.
5. Иванов А.С. Электроснабжение: практикум для студентов, обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2020. 116 с.
6. Кудрин Б.И. Электроснабжения промышленных предприятий. М.: Интермет Инжиниринг, 2006. 670 с.
7. Куксин А. В. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. 156 с.
8. Марченко А.Л. Электротехника: учебное пособие. Москва: ИНФРА-М, 2022. 236 с.
9. Нормы технологического проектирования. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Тяжпромэлектропроект, 1994. 69 с.
10. Ополева Г.Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2020. 416 с.
11. Плащанский Л.А. Электрооборудование подстанций и осветительные сети предприятий, организаций и учреждений: учебное пособие. Москва: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. 180 с.

12. Поливода Ф.А. Надежность систем теплоснабжения городов и предприятий легкой промышленности: учебник. Москва: ИНФРА-М, 2021. 170 с.
13. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. СПб.: Проспект, 2019. 240 с.
14. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого издания с изменениями и дополнениями. М.: Норматика, 2021. 464 с.
15. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбор электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-97. М.: НЦ ЭНАС. 2002. 149 с.
16. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». СПб.: ЦОТПБСП. 2003. 28 с.
17. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электро-вычислительным машинам и организация работы». СПб.: ЦОТПБСП. 2003. 56 с.
18. Свод правил СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. М., 2011. 74 с.
19. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: учебник. 5-е изд., перераб. и доп. Москва: ИНФРА-М, 2022. 405 с.
20. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: учебное пособие. 2-е изд., стер. Москва: ИНФРА-М, 2022. 328 с.
21. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., Яшков В.А. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учебное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 367 с.
22. Указания по расчету электрических нагрузок. РТМ 36.18.32.4–92. М.: Тяжпромэлектропроект, 1993. 25 с.

23. Щербаков Е.Ф., Александров Д.С., Дубов А.Л. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. 495 с.