

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

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

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой _____ А.С. Торопов
подпись, инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20__ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
код - наименование направления

Электроснабжение нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов
г. Кинель Самарской области
тема

Руководитель _____ 20__ г. доцент каф. ЭМиАТ, к.т.н. Г.Н.Чистяков
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ 20__ г. А.О. Кичеев
подпись дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ 20__ г. И.А.Кычакова
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Абакан 2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Электроснабжение нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов г. Кинель Самарская область.

Центр социального обслуживания пожилых и инвалидов городского округа Кинель — организация, деятельность которой направлена на оказание помощи и поддержки пожилым и инвалидам в местном сообществе. Центр предназначен для улучшения качества жизни этих людей, предлагая широкий спектр услуг, включая здравоохранение, социальные мероприятия и эмоциональную поддержку.

Благодаря своим различным программам и инициативам центр стремится содействовать независимости и самодостаточности пожилых людей и граждан с

ограниченными возможностями, а также решать их уникальные потребности и проблемы. Это включает в себя предоставление доступа к медицинскому обслуживанию, консультационным услугам и транспортной помощи, а также организацию социальных мероприятий и мероприятий, которые способствуют развитию чувства общности и сопричастности.

В целом, Центр социального обслуживания пожилых людей и инвалидов городского округа Кинель играет решающую роль в обеспечении того, чтобы уязвимые члены местного сообщества получали уход и поддержку, необходимые им для счастливой, здоровой и полноценной жизни.

REPORT

Final qualifying work on the topic "Power supply of non-residential premises of the State Institution of Social Welfare of elderly and disabled citizens of Kinel, Samara region.

The Center for Social Services for the Elderly and Disabled of the Kinel City District is an organization whose activities are aimed at providing assistance and support to the elderly and disabled in the local community. The center is designed to improve the quality of life of these people by offering a wide range of services, including healthcare, social events and emotional support.

Through its various programs and initiatives, the center strives to promote the independence and self-sufficiency of the elderly and citizens with disabilities, as well as to solve their unique needs and problems. This includes providing access to medical

care, counseling services and transportation assistance, as well as organizing social events and activities that promote a sense of community and belonging.

In general, the Kinel Urban District Social Service Center for the Elderly and Disabled plays a crucial role in ensuring that vulnerable members of the local community receive the care and support they need for a happy, healthy and fulfilling life.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Теоретическая часть.....	9
1.1 Общая характеристика нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов	9
1.2 Особенности проектирования систем электроснабжения производственных и нежилых помещений	12
2 Аналитическая часть.....	13
2.1 Обзор методов расчета электроснабжения нежилых помещений	13
2.2 Обоснование необходимости проектирования системы электроснабжения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов	15

3	Практическая часть	16
3.1	Светотехнический расчет электрического освещения.....	16
3.2	Расчет электрических нагрузок	24
3.3	Выбор распределительных щитков	25
3.4	Выбор коммутационно-защитных аппаратов	25
3.5	Выбор сечений кабельных линий.....	28
3.6	Расчет потерь активной и реактивной мощности и напряжения	29
3.7	Электротехнический расчет электрического освещения.....	31
3.8	Расчет токов короткого замыкания и проверка основного оборудования сети	35
3.8.1	Расчет токов трехфазного КЗ.....	35
3.8.2	Расчет токов однофазного КЗ	38
3.8.3	Проверка оборудования.....	39
3.9	Расчет стоимости схемы электроснабжения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов.....	40
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	44

ВВЕДЕНИЕ

Электроснабжение – это комплекс мероприятий для обеспечения потребителей электроэнергией. Источником питания систем электроснабжения являются электростанции. Сейчас электричества нет, разве что, в небольших деревнях или на отдельных дачных участках. В современном обществе без электроснабжения обойтись почти невозможно, для чего только оно не используется: для освещения и обогрева помещений, для обеспечения работы бытовых и промышленных приборов и многого другого. Задачей системы электроснабжения является своевременная и бесперебойная передача необходимого объема электричества потребителям. Качество данной услуги во многом зависит от используемого оборудования и оснащения ЛЭП.

Под нежилыми помещениями понимается несколько категорий объектов:

1. Помещения, которые находятся в многоквартирном доме и не используются для проживания людей.
2. Объекты коммерческой недвижимости. В том числе офисные здания, складские помещения, комплексы.
3. Объект проектирования – нежилые помещения ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов.
4. Предмет проектирования – система электроснабжения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов, включающая необходимые силовые и осветительные электроприемники.
5. Цель бакалаврской работы – спроектировать систему электроснабжения Электроснабжение нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов.

Задачами ВКР выступают:

- дать характеристику нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов;
- особенность проектирования систем электроснабжения нежилых помещений;
- представить методику расчета электроснабжения нежилых помещений;
 - обосновать необходимость проектирования системы электроснабжения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов;
 - произвести все необходимые расчеты для электроосвещения;
 - произвести расчет нагрузок силовых пунктов;
 - выбрать защитные автоматы, кабели и щитки;
 - рассчитать токи КЗ;
 - сделать необходимые проверки защитных автоматов на основе расчета токов к.з;
 - рассчитать стоимость схемы электроснабжения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов.

1 Теоретическая часть

1.1 Общая характеристика нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов

Государственное учреждение Самарской области «Центр социального обслуживания граждан пожилого возраста и инвалидов городского округа Кинель». Компания зарегистрирована 1 февраля 2007 года, регистратор — Межрайонная Инспекция Федеральной Налоговой Службы №4 по САМАРСКОЙ области. Компания ГУСО "ЦСО ГРАЖДАН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА И ИНВАЛИДОВ" находится по адресу: 446430, САМАРСКАЯ область, г. КИНЕЛЬ, ул. 50 ЛЕТ ОКТЯБРЯ, д. 80. Основным видом деятельности является: "Предоставление социальных услуг без обеспечения проживания". Руководитель компании — Наталья Юрьевна Ломовская. Организационно-правовая форма — бюджетные учреждения. Тип собственности — собственность субъектов Российской Федерации.

Для рассматриваемого объекта, общественного здания с помещениями различного функционального назначения, укажем в таблицах 1.1 и 1.2 данные по экспликации помещений, а также по электроприемникам (технологической оборудованное для приготовления пищи и др.). На рисунке 1.1-представлены планы рассматриваемой здания, на которых показано размещение оборудования и розеток.

В качестве исходных данных выпишем из документа СП 52.13330.2016 [15] нормы освещенности помещений в соответствии с их видом и назначением (таблица 1.2). Для освещения кабинетов требуется освещенность не менее 300 лк. Для других помещений нормированная освещенность может находиться в широких пределах, от 50 до 200 лк (это могут быть тамбуры, коридоры, фойе и т.д.). Высота подвеса светильников на подвесных потолках составляет 2,7 м.

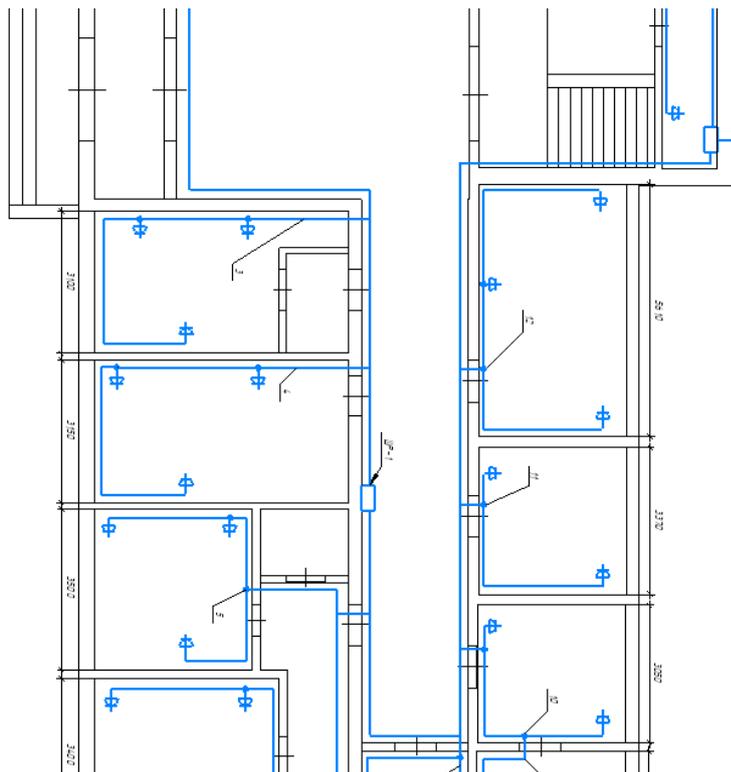


Рисунок 1.1 – План нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого
возраста и инвалидов

Таблица 1.2 – Нежилые помещения ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов

№	Наименование	Е, лк	Площадь, м ²
1	2	3	4
1	Кабинет	300	13,4
2	Кабинет	300	11,9
3	Гардеробная	100	17,3
4	Кабинет	300	17,5
5	Кабинет	300	2,9
6	Кабинет	300	6,7
7	Кабинет	300	12,1
8	Туалет	300	13,9
9	Столов	200	16,5
10	Кабинет	300	10,9
11	Комната	300	18,0
12	Комната	300	10,9
13	Кабинет	300	12,0
14	Помещение	300	20,0
15	Санузел Ж	75	1,8
16	Санузел М	75	1,6
17	Санузел пер	75	2,2
18	Душевая	75	5,9
19	Душевая	75	2,8
20	Клад	100	21,2
21	Коридор	100	46,8
22	Прихожая	100	8,0
23	Комната	300	5,0

1.2 Особенности проектирования систем электроснабжения производственных и нежилых помещений

Проектирование систем электроснабжения производственных и нежилых помещений требует тщательного учета ряда факторов. Некоторые ключевые особенности, которые следует учитывать, включают:

Первым шагом в проектировании системы электроснабжения является определение требований к нагрузке объекта. Это включает в себя определение электрооборудования и механизмов, которые будут использоваться, и расчет потребляемой мощности каждого из них. Безопасность должна быть главным приоритетом при проектировании систем электроснабжения производственных и нежилых помещений. Это включает в себя обеспечение надлежащего заземления, защиту от перегрузки по току и защиту от вспышки дуги. Промышленные и нежилые объекты часто требуют высокого уровня надежности и времени безотказной работы. Резервирование в системе электроснабжения может помочь обеспечить отсутствие перебоев в электроснабжении. Энергоэффективность важна для снижения эксплуатационных расходов и минимизации воздействия на окружающую среду. Проектировщики должны рассмотреть возможность использования энергоэффективного оборудования и систем, таких как светодиодное освещение и частотно-регулируемые приводы. Для разных типов оборудования и механизмов требуются разные уровни напряжения. Проектировщики должны убедиться, что система электропитания спроектирована с учетом требований к напряжению всего оборудования.

Планирование пропускной способности. Проектировщики должны учитывать будущий рост и расширение при проектировании систем электропитания. Это включает в себя планирование дополнительных требований к нагрузке и обеспечение способности системы удовлетворять будущие потребности.

2 Аналитическая часть

2.1 Обзор методов расчета электроснабжения нежилых помещений

Электроснабжение жилых и общественных зданий проектируется на современном этапе на основе методики, изложенной в СП 256.1325800.2016 [14] – своде правил, который включает в себя не только требования к искусственному освещению указанных объектов, но и к расчету силовых и осветительных нагрузок жилых и общественных зданий с учетом особенностей установленного оборудования (например, вентиляции, холодильных машин и др.). Также данный документ регламентирует особенности построения конфигурации системы электроснабжения (групповых сетей, силовых электрических сетей, сетей освещения).

Требования СП 256.1325800.2016 [14] включают, помимо перечисленных, особенности устройства внутренних электрических сетей, в том числе учреждений здравоохранения, особенности учета электрической энергии (в том числе автоматизированного) и применяемых измерительных приборов для этого.

Документ содержит основные требования к кабельно-проводниковой продукции, которая подлежит применению в общественных зданиях, а также к коммутационным аппаратам, защищающим эти линии (как к отдельным электроприемникам, так и нескольким электроприемникам, питающихся от одной линии). Учитывается и специфика работы каждого вида электрооборудования, которое применяется в конкретном учреждении здравоохранения, которая определяется преимущественно расчетными нагрузками через коэффициенты спроса. Чем больше электроприемников в группе, тем, как правило меньше коэффициент спроса на них в данной группе. В связи с этим простое суммирование нагрузок будет неуместно и будут выбраны завышенные сечения питающих кабельных линий и неправильные уставки защитной аппаратуры, которые могут спровоцировать ложное срабатывание автоматических выключателей и других устройств.

СП 256.1325800.2016 [14] формирует только основы проектирования систем электроснабжения жилых и общественных зданий, отсылая исследователя к другой нормативно-технической документации. Например, пункт 5 СП 256.1325800.2016 конкретизирует виды освещения – рабочее, аварийное, дежурное в соответствии с ГОСТ Р55842-2013. Пункт 7.2.4 СП 256.1325800.2016 содержит новую формулу по расчету электрических нагрузок розеточной сети. Если раньше расчет велся методом умножения различных значений удельной мощности на коэффициент одновременности, то сейчас в формулу введен коэффициент спроса и изменена удельная мощность розетки [14].

Также при составлении проекта реконструкции обязательно нужно соблюдать правила, содержащиеся в ПУЭ [11] и различных СП. Например, это СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства, устанавливающий требования к производству электромонтажных и пусконаладочных работ; СП 52.13330.2016, устанавливающий требования к искусственному и естественному освещению различных, в том числе, и гостиничных объектов [15, 16].

С другой стороны, представленные выше документы – это лишь нормативные документы, основывающиеся на следующих основных нормативных правовых актах РФ, основанных на Конституции РФ. Среди них можно выделить Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» и Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности ...». Множество ГОСТов по электротехническим, кабельным и другим изделиям и электроустановкам, а также в области обеспечения электробезопасности различными видами защит используются при проектировании и реконструкции схем электроснабжения различных общественных объектов.

2.2 Обоснование необходимости проектирования системы электроснабжения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов

«ЦЕНТР СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОЖИЛЫХ И ИНВАЛИДНЫХ ГРАЖДАН ГОРОДА КИНЕЛЬ» оказывает необходимые услуги пожилым и инвалидам города Кинель. Эти услуги включают медицинское обслуживание, питание и развлекательные мероприятия. Чтобы эти услуги предоставлялись бесперебойно, необходимо надежное электроснабжение. Отключение электроэнергии может вывести из строя медицинское оборудование, остановить приготовление и хранение продуктов питания, а также нарушить развлекательные мероприятия. Это может иметь серьезные последствия для здоровья и благополучия пожилых людей и граждан с ограниченными возможностями, которые полагаются на услуги центра. Кроме того, без надежного электроснабжения персонал может быть не в состоянии обеспечить необходимый уровень ухода за пожилыми людьми и гражданами с ограниченными возможностями, что может привести к потенциально опасным для жизни ситуациям. Учитывая важнейшую роль, которую играет «ЦЕНТР СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОЖИЛЫХ И ИНВАЛИДОВ ГОРОДА КИНЕЛЬ» в заботе о малообеспеченных гражданах, необходимо надежное электроснабжение. Поэтому проведение электроснабжения центра необходимо для обеспечения безопасности, здоровья и благополучия граждан пожилого возраста и инвалидов, которые полагаются на его услуги.

3 Практическая часть

3.1 Светотехнический расчет электрического освещения

Светотехнический расчет системы освещения нежилых помещениях ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов. Рекомендации по проектированию систем освещения взяты из СП 256.1325800.2016 [10] и СП 52.13330.2016 [11] с учетом ГОСТ Р 55710-20 [3].

Освещенность помещений принята согласно СП 52.1333.2016 [11] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [14]. Типы и исполнение светильников соответствуют назначению и среде помещения.

Согласно ПУЭ, высота рабочей поверхности h_p = от 0,8 до 1 м.

Высота расчётной поверхности $h_p = 0,8$ м, расстояние от перекрытия до светильника $h_c = 0,05$ м.

Расстояние от светильников до рабочей поверхности (расчетная высота):

$$h = H - h_c - h_p = 2,7 - 0,05 - 0,8 = 1,85 \text{ м.} \quad (3.1)$$

$\lambda_{\text{э}} = L/h$ – расстояние между светильниками к расчётной высоте.

Принимаем $\lambda_{\text{э}} = 0,9$ для светильников светодиодного типа.

$$L_A = \lambda_{\text{э}} \cdot h = 0,9 \cdot 1,85 = 1,67 \text{ м.} \quad (3.2)$$

Количество светильников в ряду:

$$n = \frac{A}{L_A} = \frac{2,91}{1,67} = 2 \quad (3.3)$$

Определим расстояние от стены до светильника:

$$l_A = \frac{A - L_A(n - 1)}{2} = \frac{2.91 - 1.67(2 - 1)}{2} = 0,83 \text{ м.} \quad (3.4)$$

Принимаем число рядов $m = 2$, тогда расстояние между рядами:

$$L_B = \frac{B}{m} = \frac{4,62}{2} = 2,31 \text{ м.} \quad (3.5)$$

Расстояние от крайнего ряда до стены:

$$l_B = \frac{B - L_B(m - 1)}{2} = \frac{4,62 - 2,31(2 - 1)}{2} = 1,16 \text{ м.} \quad (3.6)$$

Вычисляем общее количество светильников в цеху:

$$N = n \cdot m = 2 \cdot 2 = 4 \text{ шт.} \quad (3.7)$$

Проверим выполнение условия:

$$L_A/L_B < 1,5 \quad (3.8)$$

$$\frac{L_A}{L_B} = \frac{1,67}{2,31} = 0,72 < 1,5$$

Дальнейшие расчеты светильников освещения приведены в таблице

3.1

Таблица 3.1 – Расчет количества светильников нежилых помещений ГУ СО ЦСО

Номер на плане	Наименование помещения	Размеры, м			h _р , м	h _с , м	h, м	λэ	Кривая силы света	L _A , м	n	l _A , м	L _B , м	m	l _B , м	N	L _A /L _B ≤1,5
		A	B	H													
1	2	3	4	5	6	7	8	10	П	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Кабинет	2,91	4,62	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	2	0,83	2,31	2	1,16	3	0,7
2	Кабинет	2,58	4,62	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	2	0,83	2,31	2	1,16	3	0,7
3	Гардеробная	3,1	5,57	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	2	0,83	2,79	2	1,39	4	0,6
4	Кабинет	3,15	5,57	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	2	0,83	2,79	2	1,39	4	0,6
5	Кабинет	1,9	1,5	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	1	0,83	1,50	1	0,75	1	1,1
6	Кабинет	4,2	1,6	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	3	0,83	1,60	1	0,80	3	1,0
7	Кабинет	3,5	3,45	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	2	0,83	1,73	2	0,86	4	1,0
8	Туалет	3,4	4,1	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	2	0,83	2,05	2	1,03	4	0,8
9	Столов	2,96	5,57	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	2	0,83	1,86	3	0,93	5	0,9
10	Кабинет	4,97	2,2	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	3	0,83	2,20	1	1,10	3	0,8
11	Комната	5,07	3,56	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	3	0,83	1,78	2	0,89	6	0,9
12	Комната	3,05	3,56	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	2	0,83	1,78	2	0,89	4	0,9
13	Кабинет	3,37	3,56	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	2	0,83	1,78	2	0,89	4	0,9
14	Помещение	5,61	3,56	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	3	0,83	1,78	2	0,89	7	0,9
15	Санузел Ж	1,35	1,35	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	1	0,83	1,35	1	0,68	1	1,2
16	Санузел М	1,19	1,35	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	1	0,83	1,35	1	0,68	1	1,2
17	Санузел пер	1,6	1,35	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	1	0,83	1,35	1	0,68	1	1,2
18	Душевая	3,53	1,68	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	2	0,83	1,68	1	0,84	2	1,0
19	Душевая	1,65	1,68	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	1	0,83	1,68	1	0,84	1	1,0
20	Клад	4,05	5,24	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	2	0,83	5,24	1	2,62	2	0,3
21	Коридор	22,3	2,1	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	13	0,83	2,10	1	1,05	13	0,8
22	Прихожая	5,3	1,5	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	3	0,83	1,50	1	0,75	3	1,1
23	Комната	1,3	3,84	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	1	0,65	3,84	1	1,92	1	0,4
24	Коридор	5,3	4,27	2,7	0,8	0,05	1,85	0,9	Д	1,67	3	0,83	4,27	1	2,14	3	0,4

Таблица 3.2 –Расчет количества светильников

Номер по плану	Наименование помещения	i	η	Ен, лк	КЗАП	z	Фр, лм	Тип лампы	Световой поток светильника ФСВ, лм	Отклонение ΔФ - 10...+20%	Мощность одной лампы, Вт	Мощность светильника, Вт
1	2	20	21	22	23	24	25	27	29	30	31	32
1	Кабинет	0,7	0,45	300	1,5	1,1	4230	Navigator 94	4200	-0,73	5	12
2	Кабинет	0,6	0,4	300	1,5	1,1	4759	Navigator 94	4200	-13,32	5	12
3	Гардеробная	0,7	0,45	100	1,5	1,1	1700	ЭРА LED 15-18-6к	1500	-13,3	5	18
4	Кабинет	0,7	0,45	300	1,5	1,1	5100	ЭРА SPP-201	4320	-18,0	5	48
5	Кабинет	0,3	0,3	300	1,5	1,1	4120	Navigator 94	4200	1,88	5	12
6	Кабинет	0,4	0,3	300	1,5	1,1	4395	Navigator 94	4200	-4,65	5	12
7	Кабинет	0,6	0,4	300	1,5	1,1	3554	Navigator 94	4200	15,37	5	12
8	Туалет	0,7	0,45	300	1,5	1,15	3925	Navigator 94	4200	6,54	5	12
9	Столов	0,7	0,45	200	1,5	1,1	2266	СПО-107	2600	12,8	5	32
10	Кабинет	0,6	0,45	300	1,5	1,1	4029	Navigator 94	4200	4,06	5	12
11	Комната	0,8	0,49	300	1,5	1,1	2993	ЭРА SPL-9-40	3200	6,4	5	40
12	Комната	0,6	0,4	300	1,5	1,1	3667	Navigator 94	4200	12,6	5	12
13	Кабинет	0,6	0,4	300	1,5	1,1	3667	Navigator 94	4200	12,6	60	12
14	Помещение	0,8	0,49	300	1,5	1,1	2993	ЭРА SPL-9-40	3200	6,4	5	40
15	Санузел Ж	0,3	0,3	75	1,5	1,1	927	ДПП01	900	-3,02	5	30
16	Санузел М	0,2	0,2	75	1,5	1,1	1390	WOLTA LCL04	1200	-15,89	60	12
17	Санузел пер	0,3	0,3	75	1,5	1,1	927	ДПП01	900	-3,02	60	12
18	Душевая	0,4	0,33	75	1,5	1,1	1048	NBL-P	1200	12,58	18	18
19	Душевая	0,3	0,22	75	1,5	1,1	1573	ДПП01	900	-74,82	5	12
20	Клад	0,8	0,49	100	1,5	1,1	2937	WOLTA LCL04	3200	8,19	5	12
21	Коридор	0,7	0,45	100	1,5	1,1	4292	Navigator 94	4200	-2,2	5	12
22	Прихожая	0,4	0,33	100	1,5	1,1	1248	WOLTA LCL04	1200	-4,06	5	12
23	Комната	0,4	0,33	150	1,5	1,1	3744	Navigator 94	4200	10,85	5	12
24	Коридор	0,9	0,52	100	1,5	1,1	2255	СПО-107	2600	13,23	5	32

$$\Phi = \frac{E_H \cdot K_{\text{зап}} \cdot A \cdot B \cdot z}{\eta \cdot N} \quad (3.9)$$

где E_H – норма освещенности;

$K_{\text{зап}} = 1,5$ – коэффициент запаса для светодиодных светильников,

$z = E_{\text{ср}}/E_H$ – коэффициент минимальной освещенности (для светодиодных светильников $z = 1,1$),

N – число светильников,

η – коэффициент использования светового потока источника света, доли единиц.

По значению Φ выбирается стандартная лампа так, чтобы ее поток отличался

от расчетного значения на $-10\% \dots +20\%$.

Коэффициент использования светового потока является функцией индекса помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)} \quad (3.10)$$

Тогда коэффициент использования светового потока для светодиодных светильников:

$$\eta = 0,45.$$

Норма освещенности для общественных помещений при системе общего освещения:

$$E_H = 300 \text{ лк}$$

Тогда по формуле световой поток одной лампы:

По Φ подбираем светодиодный светильник Navigator 94 мощностью 12 Вт со световым потоком $\Phi_{\text{л}} = 4200$ лм.

Отклонение светового потока определяется по формуле:

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{\text{НОМ}} - \Phi_{\text{Р}}}{\Phi_{\text{Р}}} \cdot 100\% = \frac{4200 - 4230}{4200} \cdot 100 = -0,72 \quad (3.11)$$

Различие между $\Phi_{\text{НОМ}}$ и Φ_p находится в допустимых пределах -10...+20%.

Для определения мощности освещения рассчитаем активную и реактивную нагрузки, а также полную суммарную мощность освещения (таблица 3.6) по следующим формулам.

Мощность освещения:

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{P_{\text{осв}}^2 + Q_{\text{осв}}^2} \quad (3.12)$$

где активная мощность:

$$P_{\text{осв}} = N \cdot P_{\text{НОМ}} \cdot K_c \cdot K_{\text{пра}}, \quad (3.13)$$

где N – количество ламп;

$P_{\text{НОМ}}$ – номинальная мощность светильника, кВт;

K_c – коэффициент спроса, для общественных зданий принимается 0,8;

$K_{\text{пра}}$ – коэффициент пускорегулирующей аппаратуры, для светодиодных ламп $K_{\text{пра}} = 1$;

Реактивная нагрузка осветительной сети:

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \cdot \text{tg}\varphi, \quad (3.14)$$

где коэффициент мощности для светодиодных ламп $\cos \varphi_{\text{СЛ}} = 0,9$.

Таблица 3.3 – Расчет мощности освещения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов

Номер по плану	Наименование помещения	N	$P_{ном}$, кВт	K_c	$P_{осв}$, кВт	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	$Q_{осв}$, кВт	$S_{осв}$, кВА
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11
1	Кабинет	3	0,012	0,8	0,033	0,9	0,48	0,016	0,037
2	Кабинет	3	0,012	0,8	0,029	0,9	0,48	0,014	0,033
3	Гардеробная	4	0,018	0,8	0,053	0,9	0,48	0,025	0,059
4	Кабинет	4	0,048	0,8	0,145	0,9	0,48	0,069	0,161
5	Кабинет	1	0,012	0,8	0,01	0,9	0,48	0,005 2	0,012
6	Кабинет	3	0,012	0,8	0,024	0,9	0,48	0,011	0,027
7	Кабинет	4	0,012	0,8	0,041	0,9	0,48	0,019	0,045
8	Туалет	4	0,012	0,8	0,0392	0,9	0,48	0,019	0,0435
9	Столов	5	0,032	0,8	0,136	0,9	0,48	0,066	0,151
10	Кабинет	3	0,012	0,8	0,028	0,9	0,48	0,014	0,032
11	Комната	6	0,04	0,8	0,194	0,9	0,48	0,094	0,22
12	Комната	4	0,012	0,8	0,035	0,9	0,48	0,017	0,039
13	Кабинет	4	0,012	0,8	0,038	0,9	0,48	0,019	0,043
14	Помещение	7	0,04	0,8	0,215	0,9	0,48	0,103	0,24
15	Санузел Ж	1	0,03	0,8	0,019	0,9	0,48	0,009	0,022
16	Санузел М	1	0,012	0,8	0,0068	0,9	0,48	0,003	0,007
17	Санузел пер	1	0,012	0,8	0,0092	0,9	0,48	0,004	0,0102
18	Душевая	2	0,018	0,8	0,031	0,9	0,48	0,014	0,034
19	Душевая	1	0,012	0,8	0,0095	0,9	0,48	0,004	0,011
20	Клад	2	0,012	0,8	0,0233	0,9	0,48	0,011	0,026
21	Коридор	4	0,012	0,8	0,03	0,9	0,48	0,018	0,043
22	Прихожая	3	0,012	0,8	0,031	0,9	0,48	0,015	0,034
23	Комната	1	0,012	0,8	0,009	0,9	0,48	0,005	0,011
24	Коридор	3	0,032	0,8	0,081	0,9	0,48	0,039	0,09
Итого					1,29			0,62	1,43

На рисунке 3.2 показана схема освещения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов. По суммарной активной нагрузке достаточно одного осветительного щитка (ЩО).

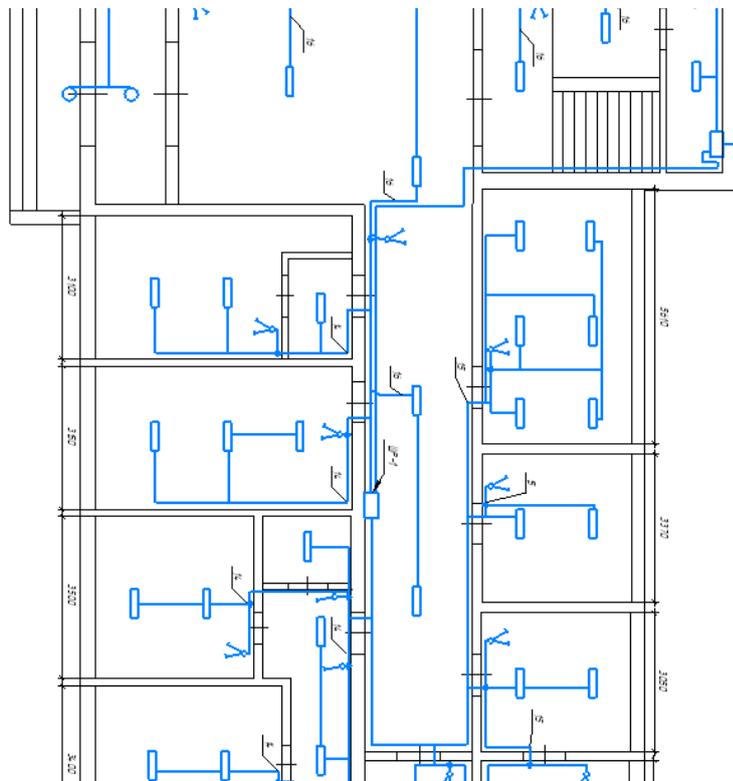


Рисунок 3.2 – Схема свещения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан
пожилого возраста и инвалидов

3.2 Расчет электрических нагрузок

Для того чтобы узнать величину расчетного тока каждого электроприемника, создаваемого на первом уровне, необходимо определить полную мощность электроприемника через известную номинальную мощность электроприемника. Пусковым током обладают только электроприемники, которые представлены двигательной нагрузкой. Остальные электроприемники имеют пусковой ток такой же, как и рабочий.

Определение нагрузки создаваемой группой электроприемников, присоединенных к силовому щиту, производится с целью выбора сечений линий, питающей эту группу и коммутационно защитной аппаратуры.

План силовой сети здания нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов, представлен на рисунке 3.4.

Расчет мощности по группам щитов производим по методу коэффициента спроса [14]:

$$P_{рас} = K_c \cdot P_{\Sigma_{уст.}} \text{ В,} \quad (3.15)$$

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

Устанавливаем силовой шкаф ЩР – на розеточные группы. Для группы Гр.1.1 таблица 3.4

Таблица 3.4 – Силовой шкаф ЩР

№ линии ЩС	№ ЭП	Количество ЭП n, шт	P, кВт	cos φ	K _c	P _{РАСЧ.,к} Вт	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	9
ЩР							
Гр.1.1	роз. группа	8	0,1	0.	1	0,8	3,81
Гр.1.2	роз. группа	5	0,1		1	0,5	2,38
Гр.1.3	роз. группа	5	0,1		1	0,5	2,38
Гр.1.4	роз. группа	4	0,1		1	0,4	2,91
Гр.1.5	роз. группа	7	0,1		1	0,7	3,34
Гр.1.6	роз. группа	3	0,1		1	0,3	1,43
Гр.1.7	роз. группа	6	0,1		1	0,6	2,86
Итого по ЩР		38	0,1		1	3,8	18,1

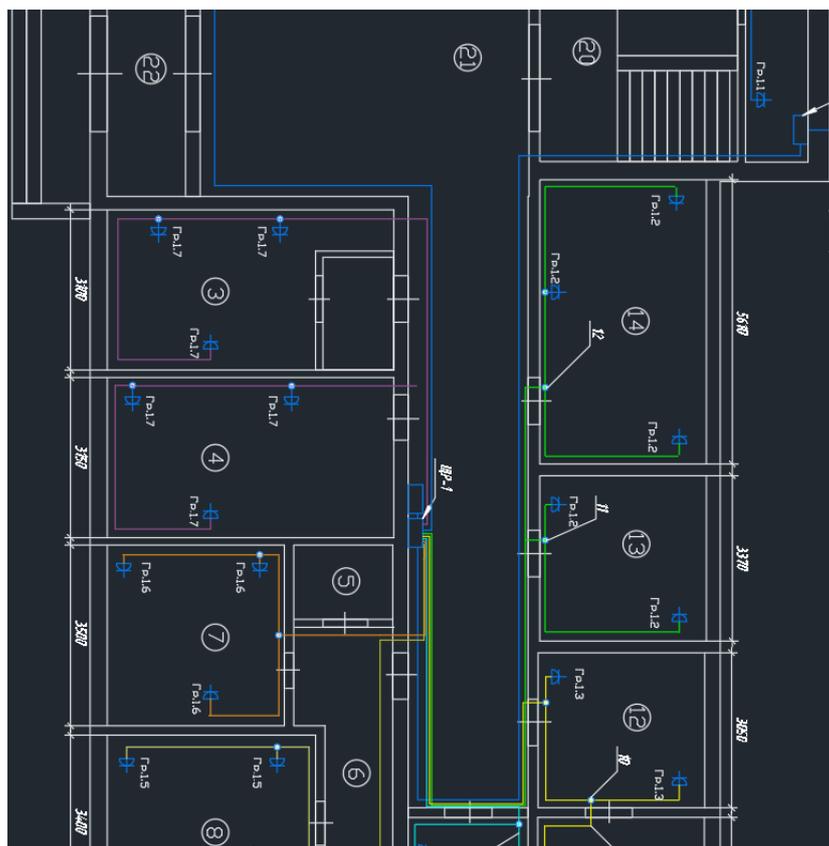


Рисунок 3.3 – План силовой сети здания нежилых помещений ГУ СО ЦСО

3.3 Выбор распределительных щитков

Распределительные щитки ЩР выбираем, исходя из количества присоединений, рабочего тока и напряжения сети (таблица 3.5) .

Таблица 3.5 – Выбор распределительных щитков

Наименование	Расчетный ток, А	Тип силового пункта	Допустимый ток, А	Количество присоединений
ЩР	18,1	ЩР-1-1А-25-9 УХЛ4	25	9

3.4 Выбор коммутационно-защитных аппаратов

Выбор дифференциальных автоматов для защиты отдельных

групповых линий производим по условиям [12].

$$U_a \geq U_{\text{ном.сети}}, \quad (3.16)$$

$$I_{\text{расц}} \geq 1,25 \cdot I_p, \quad (3.17)$$

$$I_{\text{ном.а}} \geq 1,25 \cdot I_p, \quad (3.18)$$

$$I_{\text{ном.то}} \geq 1,2 \cdot I_{\text{пуск}}, \quad (3.19)$$

$$I_{\text{ном.то}} = K_o \cdot I_{\text{расц}}, \quad (3.20)$$

Для вводных автоматов, вместо коэффициента 1,25 подставляется 1,1.

Выбор вводных автоматов на ЩР сведем в таблицу 3.6.

Выбор автоматов защиты отходящих линий от ЩР сведем в таблицу 3.7.

Таблица 3.6 – Выбор вводных автоматов на ЩР

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	Номинальный ток расцепителя $I_{\text{расц}}$, А	Номинальный ток автомата $I_{\text{ном.а}}$, А	Пиковый ток $I_{\text{пик}}$, А	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{\text{пик}}$, А	K_o	$I_{\text{ном.т}}$, А	Тип автомата	Отключающая способность, $I_{\text{откл}}$, кА
ЩР	18,1	19,9	25	25	99,5	119,4	5	125	ВА47-63	10

Таблица 3.7 – Выбор автоматов защиты групповых линий ЩР

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	Номинальный ток расцепителя $I_{расц}$, А	Номинальный ток автомата $I_{ном.а}$, А	Пиковый ток $I_{пик}$, А	Расчетный ток отсечки, $1,2 \cdot I_{пик}$, А	K_o	$I_{ном.то}$, А	Тип автомата	Отключающая способность, $I_{откл}$, кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЩР										
Гр.1.1	3,81	4,191	8	20	29,3	35,2	7	56	АД32-2Р 20А- 30мА	7
Гр.1.2	2,87	3,157	8	20	22,1	26,5	7	56	АД32-2Р 20А- 30мА	7
Гр.1.3	2,38	2,618	8	20	18,3	21,9	7	56	АД32-2Р 20А- 30мА	7
Гр.1.4	2,91	3,201	8	20	22,4	26,9	7	56	АД32-2Р 20А- 30мА	7
Гр.1.5	3,34	3,674	8	20	25,7	30,8	7	56	АД32-2Р 20А- 30мА	7
Гр.1.6	1,43	1,573	2,5	20	11,01	13,2	7	17,5	АД32-2Р 20А- 30мА	7
Гр.1.7	2,86	3,146	8	20	22,02	26,4	7	56	АД32-2Р 20А- 30мА	7

3.5 Выбор сечений кабельных линий

Сечение кабеля ВВГнг(А)LS [14, 20] выбирается по нагреву:

$$I_{\text{расчп}} = \frac{I_p}{k_{\text{п}}}, \quad (3.21)$$

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{расчп}}, \quad (3.22)$$

Одновременно производится согласование с уставкой теплового расцепителя автомата серии ВА

$$I_{\text{пр}} \geq I_p, \quad (3.23)$$

$$I_{\text{пр}} \geq K_{\text{зщ}} \cdot I_{\text{авт}}, \quad (3.24)$$

Выбор сечений линий, питающих силовые щиты, сведем в таблицу 3.8.

Выбор сечений КЛ сведем в таблицу 3.9.

Таблица 3.8 – Выбор сечений линий, питающих ЩР

№	I_p, A	$I_{\text{авт.расц.ном}}, A$	Марка кабеля	$I_{\text{доп}}, A$	$\Gamma_{\text{уд.кл}}, \text{Ом/км}$	$X_{\text{уд.кл}}, \text{Ом/км}$
1	2	3	4	5	6	7
ЩР	18,1	32	ВВГнг(А)LS 5x4	36	6,2	0,095
ЩР	2,3	4	ВВГнг(А)LS 5x2,5	25	7,4	0,116

Таблица 3.9 – Выбор сечений КЛ, отходящих от ЩР

№	I_p, A	$I_{\text{авт.расц.ном}}, A$	Марка кабеля	$I_{\text{доп}}, A$	$\Gamma_{\text{уд.кл}}, \text{Ом/км}$	$X_{\text{уд.кл}}, \text{Ом/км}$	Допустимый ток кабеля, А
1	2	3	5	6	7	8	
ЩР							
Гр.1.1	3,81	8	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25	7,4	0,116	5,9
Гр.1.2	2,87	8	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25	7,4	0,116	5,9
Гр.1.3	2,38	8	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25	7,4	0,116	5,9
Гр.1.4	2,91	8	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25	7,4	0,116	5,9

Продолжение таблицы 3.9

№	I_p, A	$I_{авт.расц.ном}, A$	Марка кабеля	$I_{доп}, A$	$r_{уд.кл}, Ом/км$	$x_{уд.кл}, Ом/км$	Допустимый ток кабеля, А
1	2	3	5	6	7	8	
Гр.1.5	3,34	8	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25	7,4	0,116	5,9
Гр.1.6	1,43	2,5	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25	7,4	0,116	5,9
Гр.1.7	2,86	8	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25	7,4	0,116	5,9

Внутренние электрические сети выполняется 3-х, 5-ти проводными с применением кабелей с медными жилами.

Кабельные сети необходимо проложить:

- за подвесным потолком - по перфорированным лоткам из оцинкованной стали;
- в кабель-каналах;
- по строительным конструкциям - в ПВХ трубах;
- в помещениях - скрыто в подготовке стен в ПВХ трубах.

3.6 Расчет потерь активной и реактивной мощности и напряжения

Произведем расчет потерь активной и реактивной мощности и напряжения в линиях, по формулам:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (r_{уд} \cdot \cos \varphi + x_{уд} \cdot \sin \varphi), \quad (3.25)$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100\%}{U_{ном}}, \quad (3.26)$$

$$\Delta P = 3 \cdot I_p^2 \cdot r_{уд} \cdot l, \quad (3.27)$$

$$\Delta Q = 3 \cdot I_p^2 \cdot x_{уд} \cdot l, \quad (3.28)$$

Для однофазной нагрузки числовые коэффициенты в представленных формулах принимаются равными единице.

Расчет потерь активной и реактивной мощности и напряжения в линиях представим в табличном виде (таблица 3.9 – для отходящих от распределительных щитков линий, таблица 3.10 – для линий, питающих ЩР).

Таблица 3.9 – Расчет потерь активной и реактивной мощности и напряжения в линиях (для отходящих от распределительных щитков линий)

№ линии	Длина (м)	И _{расч} (А)	г _{уд} , Ом/км	х _{уд} , Ом/км	Сosφ	Sin φ	ΔU, %	ΔP, кВт	ΔQ, квар
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Гр.1.1	54,1	3,81	7,4	0,116	0,9	0,44	1,089	0,017	0,0003
Гр.1.2	32	2,87	7,4	0,116	0,9	0,44	0,485	0,0059	0,00009
Гр.1.3	23,4	2,38	7,4	0,116	0,9	0,44	0,294	0,0029	0,00005
Гр.1.4	15,9	2,91	7,4	0,116	0,9	0,44	0,244	0,0030	0,00005
Гр.1.5	30,6	3,34	7,4	0,116	0,9	0,44	0,540	0,0076	0,0001
Гр.1.6	12,8	1,43	7,4	0,116	0,9	0,44	0,097	0,0006	0,00001
Гр.1.7	27,2	2,86	7,4	0,116	0,9	0,44	0,411	0,0049	0,00008

Таблица 3.10 – Расчет потерь активной и реактивной мощности и напряжения в линиях (для линий, питающих ЩР)

№ ЩР	Длина (м)	И _{расч} (А)	г _{уд} , Ом/км	х _{уд} , Ом/км	Сosφ	Sin φ	ΔU, %	ΔP, кВт	ΔQ, квар
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЩР	25	28,27	6,2	0,095	0,90	0,44	0,170	0,027	0,00042

3.7 Электротехнический расчет электрического освещения

Электротехнический расчет системы освещения ГУСО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов необходим для выбора осветительного щитка, питающих кабелей (вводного и групповых).

Потери напряжения на каждом участке:

$$\Delta U = \frac{M}{K_c \cdot S}, \quad (3.29)$$

где M – момент нагрузки;

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

S – сечение проводника.

Произведем расчет освещения в линии от ВРУ до щита освещения.

Момент нагрузки равен:

$$M = L \cdot P_{p0} \quad (3.30)$$

где L – расстояния от ЩО до ВРУ;

$P_{p.0}$ - расчетная нагрузка освещения.

$$M = 25 * 1,43 = 35,75 \text{кВт}\cdot\text{м}.$$

Потери напряжения в кабеле питающем ЩО:

$$\Delta U = \frac{35,75}{72 * 1,5} = 0,33\%.$$

Расчетный ток ЩО составит:

$$I_{p\text{ЩО}} = \frac{P_{\text{освЩО}}}{\sqrt{3} * U_{\text{НОМ}} * 0,6} = \frac{1.43 * 10^3}{\sqrt{3} * 380 * 0,6} = 3.6$$

Принимаем кабель типа ВВГнг(А)LS 3х1,5 с сечением основной жилы $s = 1,5 \text{ мм}^2$ и допустимым током 18 А для питания ЩО.

Максимальный момент нагрузки для одной фазы находится по формуле:

$$M_P = P_{\text{св}} \cdot N_{\text{св},p} \cdot \left(l_1 + \frac{l_2}{2} \right), \quad (3.31)$$

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

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

L_1 - длина участка линии от осветительного щитка до первого светильника;

L_2 - длина участка линии от осветительного щитка до последнего светильника.

Момент ряда, если расстояние между светильниками одинаково

$$M_P = P_{\text{св}} \cdot \left(l_0 n + \frac{n}{2} l_p \right), \quad (3.32)$$

где l_0 – расстояние до первого светильника ряда;

l_p – расстояние между светильниками в ряду.

В таблице 3.11 представлен расчет моментов и распределение групп освещения по фазам. Добиваемся выполнения условия примерного равенства моментов по фазам. На рисунках 3.2-3.3 (см. выше) представлены схемы с разводкой осветительной сети.

Таблица 3.11 – Расчет моментов нагрузки для групповых линий ЩО

Линия	L0, м	L1, м	N, шт	P _{св} , кВт	M, кВт *м	K _с	S, мм ²	дU, %	P _{гр} , кВт	I _{гр} , А	MA, кВт. м	MB, кВтм	MC, кВт.м
гр. Осв.1.1	22, 1	25,9	6	0,012	2,52	12	1,5	0,14 0	0,072	0,021	2,52		
гр. Осв.1.2	6,3	8,9	8	0,072	6,19	12	1,5	0,34 4	0,576	0,168		6,19	
гр. Осв.1.3	3,8	7,5	4	0,048	1,45	12	1,5	0,08 1	0,192	0,056		1,45	
гр. Осв.1.4	7,2	12,5	8	0,012	1,29	12	1,5	0,07 2	0,096	0,028	1,29		
гр. Осв.1.5	7,9	14,5	7	0,032	3,39	12	1,5	0,18 9	0,224	0,065			3,39
гр. Осв.1.6	9,6	19,8	8	0,04	6,24	12	1,5	0,34 7	0,32	0,093	6,27		
гр. Осв.1,7	13	20,3	8	0,04	7,41	12	1,5	0,41 2	0,32	0,093			7,41
гр. Осв.1.7	34, 6	37,8	3	0,012	1,93	12	1,5	0,10 7	0,036	0,010		1,93	
гр. Осв.1.8	37, 2	38	2	0,018	2,02	12	1,5	0,11 2	0,036	0,010	2,02		
гр. Осв.1.9	9	36,2	8	0,012	2,60	12	1,5	0,14 5	0,096	0,028		2,6	
гр. Осв.1.10	19, 8	19,9	4	0,012	1,43	12	1,5	0,07 9	0,048	0,014			1,43
									Итого		12,1	12,17	12,23

Каждая отходящая линия от ЩО по приведенным выше соображениям питается кабелем ВВГнг(A)LS 5x1,5. Выбор сечений кабельных линий, питающих ЩО, сведем в таблицу 3.12.

Таблица 3.12 – Выбор сечений кабельных линий, питающих ЩО

№	P _{осв} , кВт	I _p , А	Марка кабеля	I _{доп} , А	Г _{уд.кл} , Ом/км	Х _{уд.кл} , Ом/км
ЩО	1,43	3,6	ВВГнг(A)LS 5x1,5	18	8,24	0,12

Щиток освещения выбираем, исходя из количества присоединений и рабочего тока [26].

Таблица 3.13 – Выбор щитка освещения

Наименование	Расчетный ток, А	Тип ЩО	Допустимый ток, А	Количество присоединений ЩО
ЩО	3,6	ОЩВ-12	25	12

Для групповых линий освещения выберем автоматы защиты и кабели по той же аналогии, что делали для силовой нагрузки выше (таблицы 3.7-3.9).

Таблица 3.14 – Выбор аппаратов защиты групповых линий ЩО и ввода ЩО

Наименование	Расчетный ток присоединения, А	Расчетный ток для выбора автомата, А	Номинальный ток расцепителя $I_{расц}$, А	Номинальный ток автомата $I_{ном.а}$, А	Пиковый ток $I_{пик}$, А	Расчетный ток отсечки $1,2 \cdot I_{пик}$, А	К	$I_{ном.т о}$, А	Тип автомата	Отключающая способность, $I_{откл}$, кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
гр. Осв.1.1	0,021	0,0231	2	20	0,15	0,1764	7	14	ВА47-63-1P-20А-С	6
гр. Осв.1.2	0,168	0,1848	2	20	1,18	1,4112	7	14	ВА47-63-1P-20А-С	6
гр. Осв.1.3	0,056	0,0616	2	20	0,39	0,4704	7	14	ВА47-63-1P-20А-С	6
гр. Осв.1.4	0,028	0,0308	2	20	0,20	0,2352	7	14	ВА47-63-1P-20А-С	6
гр. Осв.1.5	0,065	0,0715	2	20	0,46	0,546	7	14	ВА47-63-1P-20А-С	6
гр. Осв.1.6	0,093	0,1023	2	20	0,65	0,7812	7	14	ВА47-63-1P-20А-С	6
гр. Осв.1,7	0,093	0,1023	2	20	0,65	0,7812	7	14	ВА47-63-1P-20А-С	6
гр. Осв.1.7	0,01	0,011	2	20	0,07	0,084	7	14	ВА47-63-1P-20А-С	6
гр. Осв.1.8	0,01	0,011	2	20	0,07	0,084	7	14	ВА47-63-1P-20А-С	6
гр. Осв.1.9	0,028	0,0308	2	20	0,20	0,2352	7	14	ВА47-63-1P-20А-С	6

Таблица 3.15 – Выбор сечений кабелей для групповых линий ЩР

№	I_p, A	$I_{авт.расц.ном}, A$	Марка кабеля	$I_{доп}, A$	$R_{уд.кл}, Ом/км$	$X_{уд.кл}, Ом/км$
1	2	3	4	5	6	7
Гр.1.1	3,81	2	ВВГнг(А)LS 3x1,5	18	8,24	0,12
Гр.1.2	2,87	2	ВВГнг(А)LS 3x1,5	18	8,24	0,12
Гр.1.3	2,38	2	ВВГнг(А)LS 3x1,5	18	8,24	0,12
Гр.1.4	2,91	2	ВВГнг(А)LS 3x1,5	18	8,24	0,12
Гр.1.5	3,34	2	ВВГнг(А)LS 3x1,5	18	8,24	0,12
Гр.1.6	1,43	2	ВВГнг(А)LS 3x1,5	18	8,24	0,12
Гр.1.7	2,86	2	ВВГнг(А)LS 3x1,5	18	8,24	0,12

3.8 Расчет токов короткого замыкания и проверка основного оборудования сети

3.8.1 Расчет токов трехфазного КЗ

Составим схему замещения (рисунок 3.2).

Расчет тока трехфазного КЗ для точки К1:

Для кабеля КЛ1 марки СИП-4 4x16 длиной $L_{кл} = 85$ м:

$$R_{л1} = R_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм} \quad (3.33)$$

$$R_{л1} = 1,91 \cdot 85 = 162,3 \text{ мОм.}$$

$$X_{л1} = X_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм} \quad (3.34)$$

$$X_{л1} = 0,08 \cdot 85 = 6,8 \text{ мОм.}$$

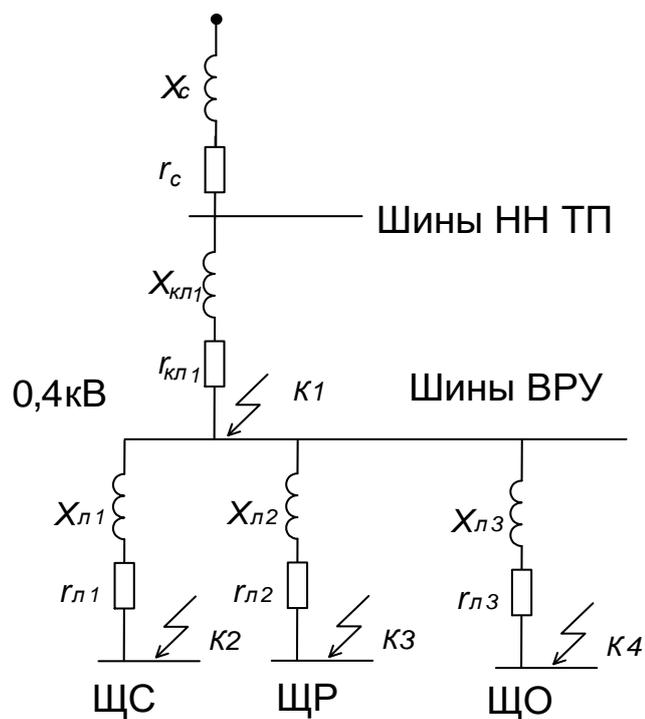


Рисунок 3.4 – Схема замещения тока трехфазного КЗ

В качестве сопротивления системы будут являться сопротивления трансформатора типа ТМЗ-630/10 (источник питания, городская КТП) [12].

Определяем сопротивления трансформатора по формулам [12]:

$$r_{mp} = \frac{\Delta P_{к.з.}}{S_{ном.тр.}} \cdot \frac{U_{ном.}^2}{S_{ном.тр.}} \cdot 10^6; \quad (3.35)$$

$$x_{mp} = \sqrt{\left(\frac{U_{к.з.}}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{к.з.}}{S_{ном.тр.}}\right)^2} \cdot \frac{U_{ном.}^2}{S_{ном.тр.}} \cdot 10^6. \quad (3.36)$$

$$r_{mp} = \frac{7,6}{630} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^6 = 3,06 \text{ мОм};$$

$$x_{mp} = \sqrt{\left(\frac{5,5}{100}\right)^2 - \left(\frac{7,6}{630}\right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^6 = 13,63 \text{ мОм}.$$

$$R_c = r_{тр} = 3,06 \text{ мОм};$$

$$X_c = x_{тр} = 13,63 \text{ мОм}.$$

Рассчитаем результирующее сопротивление и ток КЗ в точке К1:

$$X_{\Sigma} = X_c + X_{Л1}, \quad (3.37)$$

$$X_{\Sigma} = 13,63 + 6,8 = 20,43 \text{ мОм}.$$

$$R_{\Sigma} = R_c + R_{Л1}, \quad (3.38)$$

$$R_{\Sigma} = 3,06 + 162,3 = 165,36 \text{ мОм}.$$

Ток трехфазного КЗ в точке К1:

$$I_{К-1} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{\Sigma}^2 + R_{\Sigma}^2}}, \quad (3.39)$$

$$I_{К-1} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{20,43^2 + 165,36^2}} = 1,38 \text{ кА}.$$

В расчете учитываем также добавочное сопротивление [12].

Аналогичные расчеты производим для других точек КЗ (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Трехфазные токи КЗ

точка КЗ	R _{сум} , мОм	X _{сум} , мОм	R _{уд.кл} , мОм/м	X _{уд.кл} , мОм/м	Л _{кл} , м	R _{лі} , мОм	X _{лі} , мОм	R _{доб} , мОм	R _{сумм} , мОм	X _{сум} , мОм	I _{к.з} ,кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К2	165,36	20,43	6,2	0,095	3	18,6	0,285	20	203,96	20,715	1,126
К3	165,36	20,43	7,4	0,116	5	37	0,58	20	222,36	21,01	1,034
К4	165,36	20,43	8,24	0,12	6	49,44	0,72	20	234,8	21,15	0,980

3.8.2 Расчет токов однофазного КЗ

Начальное действующее значение периодической составляющей тока однофазного КЗ:

$$I_{\text{н0}}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ср.Н}}}{\sqrt{(2 \cdot R_{1\Sigma} + R_{0\Sigma})^2 + (2 \cdot X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma})^2}}, \text{ кА}, \quad (3.40)$$

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

Сопротивления нулевой последовательности питающих линий можно найти по следующим выражениям:

$$R_{0Л} = R_{\text{фазн}} + 3R_{\text{нул}} \quad (3.41)$$

$$X_{0Л} = X_{\text{фазн}} + 3X_{\text{нул}} \quad (3.42)$$

Сопротивления нулевой последовательности трансформатора на 630 кВА [22]:

$$R_{0Т} = 30,3 \text{ мОм};$$

$$X_{0Т} = 96,2 \text{ мОм}.$$

Ток КЗ в точке К1:

$$X_{\Sigma 0С} = X_{0Т} + 3X_{Л1},$$

$$X_{\Sigma 0С} = 96,2 + 3 \cdot 6,8 = 116,6 \text{ мОм}.$$

$$R_{\Sigma 0С} = R_{0Т} + 3R_{Л1},$$

$$R_{\Sigma 0С} = 30,3 + 3 \cdot 162,3 = 517,2 \text{ мОм}.$$

$$I_{к1}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} * 400}{\sqrt{(2 * 165,36 + 517,2)^2 + (2 * 20,43 + 116,6)^2}} = 0,8 \text{ кА}$$

Сопротивление дуги r_d принимается 30 мОм. По аналогии с таблицей 3.16 составим таблицу 3.17 для расчета токов однофазного КЗ.

Таблица 3.17 – Однофазные токи КЗ

точка КЗ	R _{сум} , мОм	X _{сум} , мОм	R _{уд.кл} , мОм/м	X _{уд.кл} , мОм/м	L _{кл} , м	R _{лі} , мОм	X _{лі} , мОм	R _{дуг} , мОм	R _{сумм} , мОм	X _{сум} , мОм	I _{к.з} ,кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К2	517,2	116,6	18,6	0,285	3	55,8	0,855	20	593	117,455	0,382
К3	517,2	116,6	22,2	0,348	5	111	1,74	20	648,2	118,34	0,350
К4	517,2	116,6	24,72	0,36	6	148,32	2,16	20	685,52	118,76	0,332

3.8.3 Проверка оборудования

Проверим выключатели, защищающие кабельные линии напряжением 0,4 кВ. Проверку будем проводить по току КЗ (таблица 3.20):

$$I_{к.з.} \leq I_{пр.откл} , \quad (3.43)$$

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

Выбранные автоматические выключатели соответствуют условию проверки на отключающую способность.

Произведем проверку чувствительности автоматических выключателей на линиях к однофазным КЗ по условию чувствительности, что показано в таблице 3.28 [22]:

$$\frac{I_{кз}^{(1)}}{I_{рц.ном}} \geq 3. \quad (3.44)$$

Таблица 3.28 – Проверка автоматических выключателей на отключающую способность

Щит	Точка к.з.	Ik.з., кА	Тип выключателя	Iоткл, кА	$I_{к.з.} \leq I_{пр.откл}$
ВРУ	К1	1,38	ВА88-43	15	вып-ся
ЩС	К2	1,126	ВА47-63-3P-25A-C	6	вып-ся
ЩР	К3	1,034	ВА47-63-3P-25A-C	6	вып-ся
ЩО	К4	0,980	ВА47-63-3P-25A-C	6	вып-ся

Таблица 3.29 – Проверка чувствительности автоматов к однофазным КЗ

Место установки автомата	Номер точки КЗ	Тип выключателя	$I_{ном.А}, А$	$I_{кз}^{(1)}, кА$	$I_{кз}^{(1)} / I_{рц.ном}$
ВРУ	К1	ВА88-43	40	0,8	26,33
ЩС	К2	ВА47-63-3P-25A-C	20	0,382	38,95
ЩР	К3	ВА47-63-3P-25A-C	20	0,350	33,15
ЩО	К4	ВА47-63-3P-25A-C	20	0,332	30,05

Все выключатели проходят проверку на чувствительность и на отключающую способность.

3.9 Расчет стоимости схемы электроснабжения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов

Затраты на схему электроснабжения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов состоит из:

- распределительного пункта;
- коммутационно-защитные аппараты;
- кабельные линии.

Расчет стоимости ЩР, ЩС и ЩО в таблице 3.30

Таблица 3.30 – Расчет стоимости

Силовая		Освещение	
Наименование	Цена	Наименование	Цена
ИЕК (МК11-N-24-54-Z) ТИТАН 3 ЩРН-24з-0 У2 навесной	72100	ОЩВ-12	8528
ИЕК (МК11-N-24-54-Z) ТИТАН 3 ЩРН-24з-0 У2 навесной	82400		

Таблица 3.31 – Расчет стоимости автоматов

Автоматические выключатели				Автоматические выключатели			
ВА47-63	2	3413	6826	ВА47-63	21	3413	71673
ВА 51-31	20	1600	32000				
Итого по автоматическим выключателям			38826	Итого по автоматическим выключателям			71673

Стоимость кабельных линий

$$K_{кл} = \sum K_{кли} \cdot L_i \quad (3.45)$$

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

Таблица 3.32 – расчет стоимости кабелей

Кабельные линии				Кабельные линии			
Наименование	L	$K_{кли}$	$K_{кл}$	Наименование	L	$K_{кли}$	$K_{кл}$
ВВГнг(А) LS 5x2,5	645	159	102555	ВВГнг(А) LS 3x1,5	95,9	62	5945,8
ВВГнг(А) LS 5x4	3	235	705				
Итого по кабельным линиям			103260	Итого по кабельным линиям			51976,4
Итого силовая			152686	Итого осветительная			132177,4
Итого						284863,4	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом бакалаврской работы является система электроснабжения нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста и инвалидов.

В теоретической части работы рассмотрены особенности электроснабжения и освещения представлена методика расчета электрической нагрузки в государственных учреждениях Самарской области "ЦЕНТР СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРАЖДАН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА И ИНВАЛИДОВ ГОРОДА КИНЕЛЬ", дана характеристика Кинельского центра социального обслуживания и ее приемников электроэнергии.

В аналитической части произведены все необходимые расчеты для электроосвещения и расчет нагрузок силовых пунктов.

В практической части на основании разработанного варианта схемы электроснабжения и расчетных нагрузок выбраны защитные автоматы, кабели и щитки. Посчитаны потери мощности и напряжения.

Сделаны необходимые проверки коммутационных выключателей, на основе расчета токов КЗ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений ; дата введ. 01.07.2014. – М. : ООО "ВНИСИ", 2014. – 57 с.
2. Дипломное проектирование по специальности 140211.65 «Электроснабжение»: учеб. пособие / Л. Л. Латушкина, А. Д. Макаревич, А. С. Торопов, А. Н. Туликов ; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : Ред.-изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2012. – 232 с.
3. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: Учебное пособие / Э.А. Киреева. - М.: КноРус, 2013. - 368 с.
4. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавец, Н.А. Черемисинова. - СПб.: Лань, 2011. - 192 с.
5. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 253 с.
6. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.А. Конюхова. - М.: ИЦ Академия, 2013. – 320 с.
7. Кудрин, Б.И. Электроснабжение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Б.И. Кудрин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 352 с.
8. Мукаев, А. И. Управление энергосбережением и повышение энергетической эффективности в организациях и учреждениях бюджетной сферы : Практическое пособие / А.И. Мукаев – Фаменское: ИПК ТЭК, 2011. – 212 с.
9. НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. М.: АООТ

ОТК ЗВНИ ПКИ Тяжпромэлектропроект, 1994 (1-я редакция). – 78 с.

10. Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок». - М.: Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт Тяжпромэлектропроект, 1993 (2-я редакция). – 86 с.

11. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.: Издательство ДЕАН, 2013. – 701 с.

12. РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования; дата введ. 23.03.1998. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 131 с.

13. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок; дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2007. – 27 с.

14. СП 256.1325800.2016 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий; дата введ. 01.01.2004. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2011. – 65 с.

15. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*; дата введ. 08.05.2017. – М.: НИИСФ РААСН, 2016. – 116 с.

16. СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства. Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85.

17. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. т 2. Электрооборудование / Под общ. ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 602 с.

18. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М.: Колос, 2007. – 464 с.

19. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2013. – 328 с.

20. Филатов, И.В. Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие / И. В. Филатов, Е. В. Гурнина. Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 321 с.

21. Хромченко, Г. Е. Проектирование кабельных сетей и проводок / Г. Е. Хромченко, П.И. Анастасиев, Е.З. Бранзбург, А.В. Коляда. - М.: Энергия, 2010. – 397 с.

22. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 12-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2012. – 966 с.

23. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 11-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2014. – 704 с.

24. Электротехнический справочник: в 3-х т. Т. 2. Электротехнические устройства/Под. общ. ред. Проф. МЭИ В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского, Л. А. Жукова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 2011. – 658 с.: ил.

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

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

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С. Горопов

подпись инициалы, фамилия

« 04 » 07 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Электроснабжение нежилых помещений ГУ СО ЦСО граждан пожилого возраста
и инвалидов г. Кинель Самарской области

тема

Руководитель И.И. Горопов доцент, к.э.н.
подпись, дата должность, ученая степень

Г.Н. Чистяков
инициалы, фамилия

Выпускник А.А. Кичеев
подпись, дата

А.О. Кичеев
инициалы, фамилия

Нормоконтролер И.А. Кычакова
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2023