

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

Проектирование системы освещения пожарной части.

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профилю подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 655

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра энергетики и транспорта

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭТ
_____ А.О. Прокубовская
«____» _____ 2018г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Проектирование системы освещения пожарной части.

Исполнитель:
студент группы ЗЭС-404С

А.В. Фефелов

Руководитель:
Старший преподаватель

А.Ю. Юксеев

Нормоконтролер:
старший преподаватель кафедры ЭТ

Т.В. Лискова

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 61 странице, содержит 7 рисунков, 13 таблиц, 33 источника литературы, а также приложения на 4 страницах.

Ключевые слова: СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ, ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ.

Фефелов А.В. Проектирование освещения пожарной: выпускная квалификационная работа / А. В. Фефелов; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, Каф. Энергетики и транспорта – Екатеринбург, 2018. – 61 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Проектирование освещения пожарной части

2. Цель работы: заключается в проектировании освещения пожарной части;

3. В работе содержатся указания по проектированию освещения в здании пожарной части. Приводятся рекомендации по определению классов светильников, выбору систем и видов освещения, нормированию освещенности и качества освещения. Даются сведения о типах применяемых источников света, номенклатуре и техническим характеристикам светильников, способах освещения, сведения о комплектных осветительных устройствах и их применении для освещения рабочих зон, указания по расчету освещения.

4. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были даны указания по надежности и схемам питания освещения всех зон здания, напряжению сети, защите, расчету и выполнению сетей, управлению освещением, занулению и заземлению осветительных установок.

Работа предназначена для проектировщиков осветительных установок промышленных и жилых зданий и может быть полезной для специалистов, работающих в области монтажа и эксплуатации электроустановок на производствах, а также студентам высших и средних учебных заведений энергетических специальностей.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	2
1. ТРЕБОВАНИЯ К ОСВЕЩЕНИЮ.....	5
2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И РАСЧЕТ ОСВЕЩЕННОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ.....	9
2.1. Общие сведения об объекте.....	9
2.2. Расчет искусственного освещения.....	10
2.2.1. Выбор типа источников света.....	10
2.2.2. Выбор осветительных приборов.....	13
2.2.3. Обоснование выбора осветительных приборов	16
2.3. Выбор норм освещённости здания.....	18
2.4 Расчет общего освещения.....	19
2.5. Аварийное освещение.....	22
2.6. Выбор розеточной сети.....	23
2.7. Расчет системы питания осветительных установок и розеток	24
2.7.1. Выбор автоматического выключателя.....	24
2.7.2. Выбор типа щитка и места его расположения.....	28
2.7.3. Выбор марки и прокладки кабелей	30
2.7.4. Расчет и выбор защитной аппаратуры.....	37
2.8. Уравнение потенциалов в ванной комнате	41
2.8.1. Характеристика присоединения (TN-C-S).....	43
2.9. Расчет контура заземления.....	44
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ.....	49
3.1. Ремонт системы освещения.....	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	54
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	58
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	59

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Рациональное освещение пожарной части представляет один из главных факторов, которые влияют на эффективность деятельности сотрудников в рабочем процессе, препятствует получению травматизма и развитию профессиональных заболеваний. Корректно спроектированное освещение создает наилучшие условия труда, которые способствуют повышению работоспособности и производительности труда. Освещение пожарной части должно быть таким, чтобы сотрудники могли без напряжения зрения организовать свою работу.

Осветительные электроустановки – это специальные электротехнические устройства, которые предназначены для освещения территорий, помещений, зданий и сооружений. Осветительные электроустановки представляют из себя необходимые элементы современных жилых домов, учреждений, общественных и производственных помещений. Они являются сложными комплексами, которые состоят из распределительных устройств, магистральных и групповых электросетей, разнообразных электроустановочных приборов, осветительной арматуры, источников света, а также крепежных, поддерживающих и защитных конструкций.

Отличительная особенность осветительных электроустановок представляет собой многообразие используемых схем и способов монтажа электропроводок, конструкций светильников и других источников света.

Исходя из назначения источника света различаются общие, местные, комбинированные, рабочие и аварийные осветительные приборы. Общее – это освещение всего или части помещения. Местное – это освещение рабочих мест, предметов или поверхностей. Комбинированное – сочетание общего и местного освещения. Рабочее – это освещение, служащее для обеспечения нормальной деятельности производственных и вспомогательных подразделений предприятия.

Аварийным освещением это категория освещения которое необходимо при нарушении рабочего освещения оно временно обеспечивает возможность продолжения работы или эвакуации людей. Аварийное освещение устанавливается в производственных помещениях, коридорах и лестничных клетках. Светильники аварийного освещения отличаются от прочих светильников конструкцией и окраской и присоединяются к электросети, не связанной с сетью рабочего освещения.

В помещениях пожарной части, как правило, используется система общего освещения, в большинстве случаев, где выполняется зрительная работа, применяется система комбинированного освещения. Указатели «Выход» и дежурное освещение присоединяются к сети аварийного освещения.

Электропитание осветительных установок аварийного, рабочего, местного и общего освещений в нормальных помещениях осуществляется с напряжением 220 и 127 В, а в помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных - с напряжением 36, 24, 12 В.

Главным требованием, при проектировании освещения пожарной части, является обеспечение нормируемых параметров освещенности, определяющиеся условиями работы, в том числе:

- светящиеся поверхности большой яркости.
- размеры окружающих предметов, возможность различать их, контрастом их с фоном и коэффициентом отражения фона;
- наличием опасных для прикосновения предметов;

Уровень освещенности рабочих мест или отдельных участков помещений увеличивают с помощью правильного расположения светильников общего освещения, устройства местного освещения, повышения мощности ламп или использования конструктивно более совершенных светильников.

Соблюдение нормируемых параметров освещенности помогает улучшению условий, увеличивает производительность труда, снижает

утомляемость сотрудников пожарной части, экономит электроэнергию.

Указанные обстоятельства определяет актуальность заявленной темы.

Объект исследования: осветительное оборудование пожарной части;

Предмет: конструирование, исследование, монтаж и эксплуатация осветительных установок и систем их управления, проектирование, монтаж, наладка осветительных приборов пожарной части;

Цель работы заключается в проектировании освещения пожарной части;

Задачи:

1. Определить требования СНиП к освещению;
2. Провести расчеты освещенности помещений и обосновать выбор осветительного оборудования;
3. Рассмотреть техническое обслуживание системы освещения.

1.ТРЕБОВАНИЯ К ОСВЕЩЕНИЮ

СниП – это строительные и проектировочные нормы для освещения. Это своеобразный перечень документации в строительной сфере, который принял исполнительный орган властей. Также освещение снип включает в себя определённые части:

Основное положение;

- Норма проектировки;
- Правила для осуществления и приёма работы;
- Сметная норма и правило мер.

СанПин – это санитарные нормы, которые захватывают широкую область. Когда разрабатывается СНиП требуется строгое соблюдение всех требований по СанПин и пуэ. Данные нормы распространены на все работающие заводы, предприятия и компании.

Все эти требования должны быть учтены во время разработки СНиП, нормативно-технических актов, а также в обязательном порядке согласуются с Государственным Санитарным Эпидемическим Надзором. При этом требования к искусственному освещению также учитываются.

Норма освещенности рабочих мест

Есть различные показатели, в которых указано оптимальное количество люксов на разные объекты. Главные группы – это офис, производственный объект, склад, а также жилое здание. Все требования составлены по СНиП и указываются в Лк на каждый участок.

Уровень освещённости для различных офисов.

1. Для офиса общего назначения, где используется компьютерное устройство – 200-300 Лк.

2. Для офисов с большой площадью и дизайнерской планировкой – 400 Лк.
3. Для офисов, в которых производятся работы с чертежами – 500 Лк.
4. Для конференц зала – 200 Лк.
5. Для лестницы и эскалатора – 50-100 Лк.
6. Для коридора и холла – 50-75 Лк.
7. Для архива – 75 Лк.
8. Для кладовой – 50 Лк.

Разряд зрительной работы	Характеристика	Подразряд	Освещенность (комбинированная система), Лк	Освещенность (общая система), Лк
I	Наивысшей точности	а	5000	1250
		б	4000	750
		в	2500	400
		г	1500	
II	Очень высокой точности	а	4000	750
		б	3000	500
		в	2000	300
		г	1000	
III	Высокой точности	а	2000	500
		б	1000	300
		в	750	300
		г	400	200
IV	Средней точности	а		300
		б	750	200
		в	500	200
		г	400	200
V	Малой точности	а		300
		б		200
		в	400	200
		г		200
VI	Грубая			200

Рисунок 1- Освещение пожарного депо

а — непрерывная работа;

б — периодическая работа;

в — периодическая работа при периодическом пребывании в помещении;

г — наблюдение за инженерными коммуникациями.

Действующие нормы на уличное освещение

Нормы измеряются в Лк и распределении на освещенность в Емин/Еср.

1. Стоянка и площадки – 6 Лк.
2. Территории с проезжей частью – 10 Лк.

Вход в помещения и нормы наружного освещения

1. Площадь основного входа – 6 Лк.
2. Площадь аварийного и запасного выхода – 4 Лк.

Административные помещения

1. Кабинетов и рабочих комнат, офисов – 400 Лк.
2. Зала проектов, чертёжной, конструкторской – 500 Лк.
3. Комнатах для экспедиций и посещений – 300 Лк.
4. Зал для чтения – 400 Лк.
5. Архивов и хранилищ для книг – 75 Лк.
6. Комнат для ксерокопирования – 300 Лк.
7. Переплётных помещений – 300 Лк.
8. Макетно-столярные и ремонтные мастерские – 300 Лк.
9. Компьютерный зал – 400 Лк.
10. Зал для конференций, заседаний – 200 Лк.

Столовая

1. Обеденный зал – 200 Лк.
2. Раздаточная – 200 Лк.
3. Моечная и хлеботорочная - 200 Лк.

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И РАСЧЕТ ОСВЕЩЕННОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ

2.1. Общие сведения об объекте

Объект представляет собой территорию пожарной части включая в себя здание и прилегающую территорию. Здание пожарной части имеет 2 этажа. Во всех помещениях высота потолков составляет 2,7 м. Общая площадь освещаемого объекта составляет 674,5 м².

По всему периметру здания расположены окна, в результате чего создается комфортный уровень естественной освещенности. Помещения, которые не являются местом постоянного пребывания людей (помещение уборочного инвентаря, входные тамбуры) не требуют естественной освещенности и окна в них отсутствуют.

Отделка основных помещений выполняется декоративной штукатуркой и светлой краской, пол покрывается светлым линолеумом, коэффициенты отражения: потолка – 50%, стен – 30%, пола – 10%.

Размеры помещений приведены в приложении.

2.2. Расчет искусственного освещения

Целью расчета является выбор количества осветительных приборов, определение мощности источников света, их расположение в помещениях пожарной части, а также расчет осветительной сети. Расчет искусственного освещения помещений ведется в следующей последовательности:

- Выбор типа источников света.
- Выбор осветительных приборов.
- Выбор системы освещения.
- Выбор норм освещенности.
- Расчет общего освещения методом коэффициента использования светового потока.

2.2.1. Выбор типа источников света

При выборе осветительных приборов руководствуются площадью помещения и его назначением. Также выбор типа источников освещения зависит от особенностей зрительной работы (уровня зрительного напряжения, необходимости различать цветовые оттенки, необходимости слежения за движущимися объектами и т.п.)(таблица 1 и таблица 2).

Таблица 1 – Экспликация помещений 1 этажа

№ помещения	Наименование	Площадь помещения м ²	Кат. Помещения	Норма освещенности
2	Мастерская	14,0	-	300
3	Комната отдыха	13,0	-	150
4	Кабинет старшего водителя	8,4	-	300
5	Спальное помещение	32,1	-	150
6	Комната приема пищи	12,2	-	200
7	Батина для сушки рукавов	-	-	50
8	Коридор	8,4	-	100
9	Кухня	10,0	-	200
10/11	Санузел	-	-	100
12	Пост ГДЗС	-	-	100
13	Лестничная клетка	-	-	100
14	Гараж пожарных машин	186,8	-	200
15	Комната дежурного ПЧ	12,0	-	300
16	Комната отдыха	16,5	-	150
17	Кабинет	13,7	-	300
18	Тамбур	-	-	75
19	Коридор	14,5	-	100
20	Спортзал	21,4	-	200
21	Склад рукавов	7,9	-	100
22	Тамбур	3,1	-	75
23	Комната дневального	3,1	-	300
24	Склад	10,0	-	100

Таблица 2 – Экспликация помещений 2 этажа здания

Номер помещения	Наименование	Площадь помещений м ²	Кат. помещений	Норма освещённости
2	Кабинет	14,6	-	300
3	Кабинет	23,6	-	300
4	Кабинет	10,5	-	300
5	Раздевалка	36,4	-	150
6	Кабинет	19,3	-	300
7	Санузел	-	-	100
8	Санузел	-	-	100
9	Коридор	-	-	100
10	Пастбищная клетка	-	-	100
11	Учебный класс	15,9	-	400
12	Холл	63,9	-	150
13	Коридор	11,0	-	100
14	Кабинет	20,0	-	300
15	Кабинет	31,2	-	300
16	Склад	26,0	-	100
17	Коридор	15,0	-	100

Итого общая площадь: 674.5 м².

В помещениях, где нужно создать благоприятные условия для зрительной работы, устанавливают люминесцентные лампы (**ГОСТ 6825-91**). В подсобных и производственных помещениях, где для выполнения в них работ, требуется низкие или средние уровни освещённости выбирают лампы накаливания (**ГОСТ 2239-79**), [15]. Которые, как правило, имеют не высокую стоимость, просты в обслуживании, имеют незначительные размеры и независимо от их работы и условий внешней среды являются источниками света массового применения.

2.2.2. Выбор осветительных приборов

Для обеспечения надежной и экономичной работы осветительных установок необходимо их выбирать по соответствующим параметрам. Выбор осуществляется по равномерности освещения, величине коэффициента пульсации, распределению светового потока, места их установки и цветовой окраски стен потолка и пола.

По степени защищенности светильника и условий окружающей среды, выбирают его тип. В соответствии с выше указанным выбирают по каталогу их тип. В соответствии с каталогом выбираем светильники встраиваемые люминесцентные светильники рассеянного света марки ARS/R 4x18 Вт, которые устанавливаем в подвесные потолки типа Армстронг.

При выборе светильников в подсобных помещениях в соответствии с каталогом и нормативными требованиями СНиП обеспечивают необходимые требования защищенные люминесцентные светильники марки ЛСП 01 2x36 Вт.

В помещениях общего пользования душевых и санузлах останавливаем свой выбор на лампах накаливания зеркальные R63 по 60 Вт, с соответствующей степени защиты.

Выбор приборов общего освещения выполняем при раздельном включении рядов, которые выполняются по длинным сторонам помещений и расположенным около окон.

Светильники первого этажа расположены на плане рисунка 2

Светильники второго этажа расположены на плане рисунка 3

Таблица 3 – Сводные данные выбора осветительных арматур

Название	Цена, руб	Монтаж	Затраты
ARS/R 4x18 Вт	1 800	Для крепления используются клипсы - 4 шт.	Без особых затрат
ЛСП 01 2x36 Вт	5 50	Крепление к поверхности обеспечивается с помощью скоб	Позволяют экономить на электроэнергии
R63 60 Вт	1 00	Устанавливается в встроенные светильники в навесных потолках	Позволяет на 30-50% снизить затраты на электроэнергию

Таблица 4 – Характеристики осветительных приборов помещений

Наименование	Мощность Лампы, Вт	Степень защиты IP	Материал корпуса	Цвет корпуса	Ударопрочность	Тип цоколя
ARS/R	18	IP20	Сталь	Белый	IK02	G13
ЛСП 01	36	IP65	Пластик	Серый	-	G13
R63	60	-	Стекло	-	-	E27

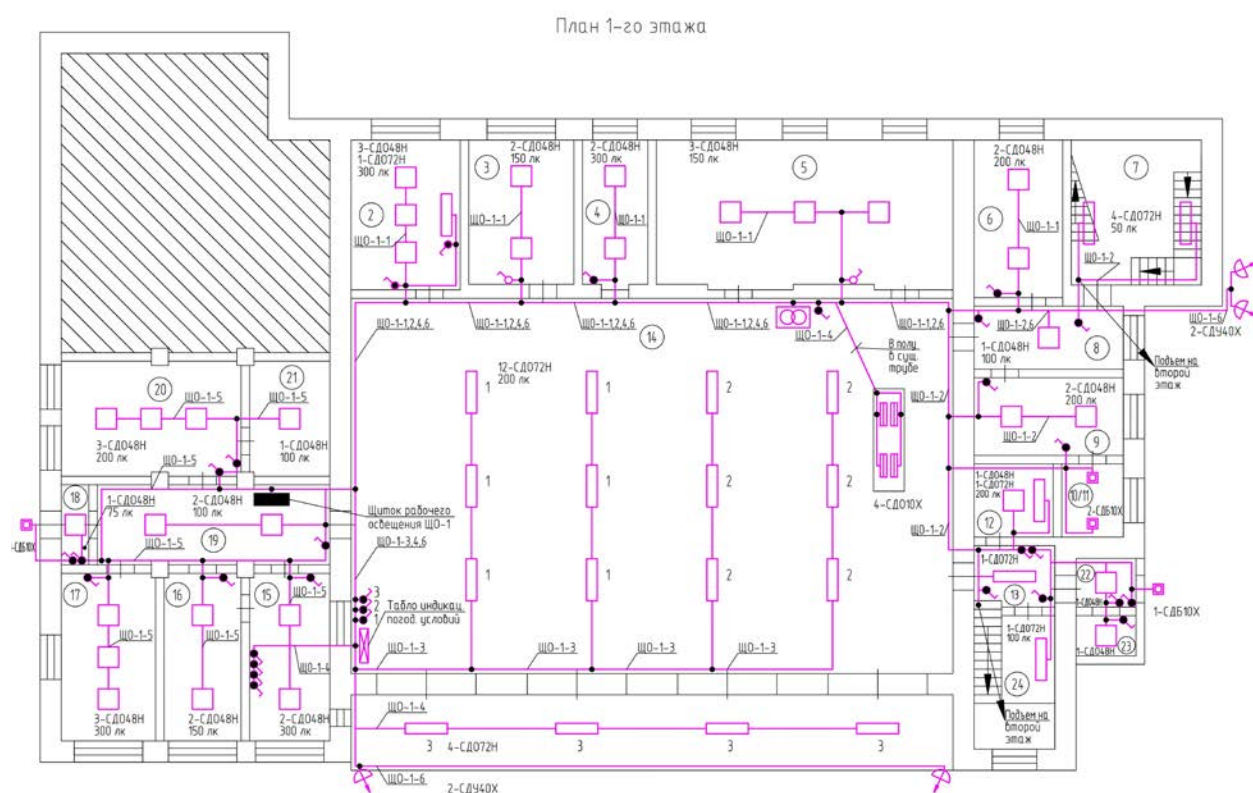


Рисунок 2 Расположение осветительных приборов 1 этажа

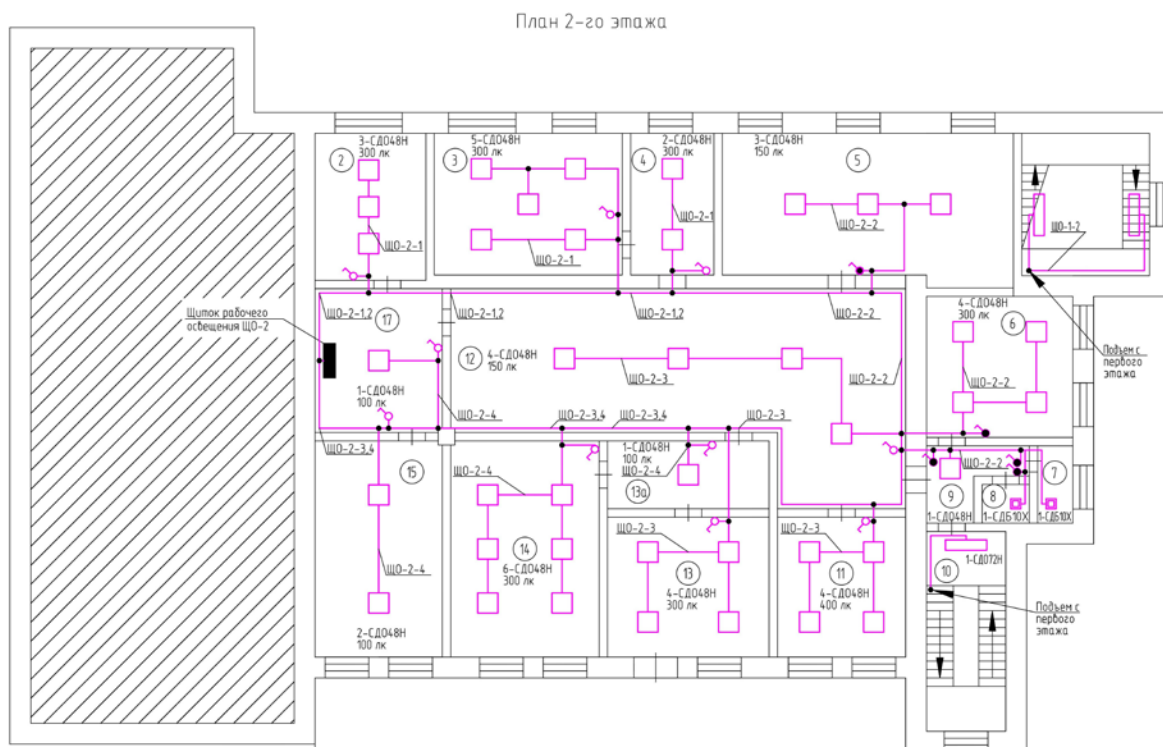


Рисунок 3 Расположение осветительных приборов 2 этажа

2.2.3. Обоснование выбора осветительных приборов

На практике при выборе и устройстве осветительных установок существует две системы освещения.

1. Общего освещения помещений
2. Комбинированная система освещений помещений.

Особую роль при выборе освещений является качество их изготовления и более низкое энергопотребление.

Обычно общее освещение может выполняться двумя способами :

1. равномерное размещение под потолком .
2. боковое не равномерное или в шахматном порядке.

Освещение рабочих мест обычно требуют жесткого норматива СНиП и поэтому необходимо предусматривать размещение светильников так что бы световой поток в зоне рабочих мест был максимальным.

При наличии рабочих поверхностей, которые имеют различные уровни освещенности, то для достижения требуемой освещенности, светильники

необходимо размещать локализовано в зависимости от расположения рабочей поверхностей или рабочего оборудования. [8]

Это позволяет снизить установленную мощность осветительной установки по сравнению с равномерным освещением. Однако этот тип освещения имеет существенный недостаток – создаётся повышенная неравномерность распределения яркостей в поле зрения.

При использовании системы комбинированного освещения уменьшается расход электроэнергии и установленная мощность. Однако при этом не смотря на преимущество увеличивается затраты на его устройство чем при выполнении общего освещения.

Санитарно-гигиенические требования (СанПин) при разработке рабочих мест с постоянным пребыванием людей обязывают иметь как искусственное, так и естественное освещение. Исходя из выше изложенного, для помещений зданий пожарной части выбираем рабочее равномерное общее освещение с равномерным расположением светильников, а также аварийное освещение.

2.3. Выбор норм освещённости здания

СНиП СП 52.133320.2011. при разработке проекта освещения требует для искусственного освещения производственных помещений и рабочих мест следует предусмотреть общее освещения с уровнем освещённости ($E_{\text{норм}}$, Лк) не ниже значений отраженных в нормативах. Наличие величины естественного освещения необходимо учитывать.

Чтобы определить величину освещённости требуется тщательное изучение технологических процессов, происходящих в освещаемом помещении. При установлении норм освещённости руководствуются следующей шкалой: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 5; 10; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 300; 400; 500; 600; 750; 1000 Лк.[25]

Помещения в которых зрительная задача заключается обзоре окружающего пространства и различении объекта по условиям архитектурного оформления необходимо создавать впечатления насыщенности светом.

При использовании осветительной установки, освещённость на рабочих поверхностях уменьшается вследствие того, что с течением времени световой поток ламп ухудшается. Это связано с тем что, лампы осветительной аппаратуры и отражающие поверхности стен и потолков загрязняются.

Для поддержания значение освещенности на рабочих поверхностях на уровне нормы в течение всего времени эксплуатации, ее расчетное значение принимают больше нормируемой. Это учитывается коэффициентом запаса $K_{\text{зап}}$, который всегда больше единицы и характеризует кратность между расчетным и нормированным значениями освещенности.

2.4 Расчет общего освещения

В пожарной части во всех помещениях горизонтальные поверхности должны быть равномерно освещены. Расчет освещения производится при помощи метода коэффициента использования светового потока.

По этому методу расчётную освещённость на горизонтальной поверхности определяют с учётом светового потока, падающего от светильников непосредственно на поверхность и отражённого от стен, потолка и самой поверхности.

Так как этот метод учитывает и долю освещённости, создаваемую отражённым световым потоком, его применяют для расчёта освещения помещений, где отражённый световой поток играет существенную роль, т.е. для помещения со светлыми стенами и потолками при светильниках рассеянного и преимущественно отражённого света.

На коэффициент использования влияют следующие факторы:

1. Окраска стен и потолка.
2. Тип и КПД светильника.
3. Геометрические размеры помещения.
4. Высота подвеса светильника над освещаемой поверхностью.

Влияние геометрических размеров помещения на величину коэффициента использования характеризуются показателем (индексом) помещения i , определяемым для прямоугольных помещений по формуле 1:

$$i = \frac{S}{h(A+B)} \quad (1)$$

где: A и B – длина и ширина помещения, м;

S – площадь помещения, м²;

h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

С учетом коэффициентов $K_{\text{зан}}$ и Z получаем основное расчетное уравнение метода коэффициента использования, формула 2:

$$\Phi = \frac{Eskz}{N_n} \quad (2)$$

где: Φ – световой поток источника света, лм; Он зависит от мощности лампы.

E – нормированное значение освещенности, Лк;

N – число ламп в освещаемом помещении, шт;

Z – коэффициент, учитывающий равномерность освещения,

$Z = E / E_{\min} = 1,1 \dots 1,5$;

η – коэффициент использования светового потока, в долях единицы.

Коэффициент запаса K принимаем равным 1,3. Коэффициент Z , учитывающий равномерность освещения, выбираем 1,2 для светильников с лампами накаливания и 1,4 для люминесцентных светильников согласно рекомендациям. [11]

При освещении помещения люминесцентными лампами по известному потоку лампы Φ определяем количество ламп по формуле 3:

$$N = \frac{Eskz}{\phi n} \quad (3)$$

Например, для помещения №5 (спальное помещение):

$S = 50 \text{ м}^2$, $A = 10,3 \text{ м}$, $B = 4,86 \text{ м}$, $h = 2,7 \text{ м}$

Светильники ARS/R 4x18, в одном светильнике 4 люминесцентных лампы мощностью по 18 Вт.

Световой поток лампы 1150 Лм

$K=1,3$;

$Z=1,4$

Коэффициент отражения потолка - 50%, стен – 30%, пола – 10%.

Рассчитаем индекс помещения, формула 4:

$$i = \frac{s}{h(A+B)} = \frac{50,1}{2,7(10,3+4,86)} = 1,22 \quad (4)$$

Зная индекс помещения, а также коэффициенты отражения потолка, стен и пола находим коэффициент использования:

$\eta=0,48$

Определяем требуемое количество светильников по формуле 5:

$$N = \frac{Eskz}{\phi n \eta} = \frac{300 \cdot 50,1 \cdot 1,3 \cdot 1,4}{11,50 \cdot 0,48 \cdot 4} = 12,4 * 13 \quad (5)$$

Требуемое количество светильников 13 шт. Для остальных помещений расчет количества светильников сведем в Приложение 1.

Светильники объединяются в группы. Каждая групповая линия должна содержать на фазе не более 20 ламп накаливания. Для групповых линий, питающих светильники с люминесцентными лампами, допускается присоединять до 50 ламп на фазу. [30]

2.5. Аварийное освещение

Аварийное освещение необходимо для безопасной эвакуации людей из всех помещений при аварийном утере рабочего освещения. Эвакуационное освещение должно обеспечивать освещённость основных проходов и ступеней лестниц не менее 0,5 Лк.

Для эвакуационного и аварийного освещения используют лампы накаливания и люминесцентные лампы. В нормальном режиме они участвуют в создании нормируемой освещённости помещения и рабочей поверхности.

Светильники аварийного и эвакуационного освещения как правило присоединяются отдельными линиями к независимому источнику питания или переключается на него автоматически, при внезапном отключении рабочего освещения. Кроме того, они отличаются от светильников рабочего освещения размером, типом или специальными знаками.

В данном проекте аварийное освещение предусмотрено в коридоре. Поскольку длина коридора 12 м, устанавливаем четыре светильника ЛСП 01 2х36 Вт для обеспечения аварийного освещения. Данные светильники имеют степень защиты IP54. [1]

2.6 Расчет системы питания осветительных установок и розеток

2.6.1. Выбор автоматического выключателя

При проектировании электросети пожарной части, для подключения мощных приборов, Особую роль играет выбор автоматического выключателя для надёжной электрической безопасности.

Очень часто халатность и незнание элементарных правил выбора номинала предохранительного устройства приводит к фатальным последствиям. [18]

Автоматический выключатель при коротком замыкании срабатывает практически моментально благодаря электромагнитному расцепителю. При определённом превышении номинального значения тока нагревающаяся биметаллическая пластина отключит напряжение спустя некоторое время, которое можно узнать из графика время токовой характеристики.

Данное предохранительное устройство защищает проводку от КЗ и сверх токов, превышающих расчётное значение для данного сечения

провода, которые могут разогреть токопроводящие жилы до температуры плавления и возгорания изоляции.

Чтобы этого не произошло, нужно не только правильно подобрать защитный выключатель, соответствующий мощности подключаемых устройств, но и проверить, выдержит ли имеющаяся сеть такие нагрузки.

Очень часто бывает, что в старом здании устанавливается новый электросчётчик, автоматы, УЗО, но проводка остаётся старой. Покупается много бытовой техники и устанавливаются осветительные приборы, суммируется мощность и под это подбирается автомат, который исправно держит нагрузку всех включённых электроприборов.

Вроде всё правильно, но вдруг изоляция проводов начинает выделять характерный запах и дым, появляется пламя, а защита не срабатывает. Это может случиться, если параметры электропроводки не рассчитаны на такой ток.

Поперечное сечение жилы старого кабеля — **1,5мм²**, с максимально допустимым пределом по току в **19А**. Принимается к сведению, что одновременно к нему подключили несколько электроприборов, составляющих суммарную нагрузку **5кВт**, что в токовом эквиваленте составляет приблизительно **22,7А**, ему соответствует автомат **25А**.

Провод будет разогреваться, но данный автомат будет оставаться включённым все время, пока не произойдёт расплавление изоляции, что повлечёт короткое замыкание, а пожар уже может разгораться полным ходом. Поэтому, прежде чем сделать выбор автомата соответственно защищаемой нагрузке, нужно удостовериться, что проводка данную нагрузку выдержит.

Согласно ПУЭ 3.1.4 автомат должен защищать от перегрузок самый слабый участок электрической цепи, или выбираться с номинальным током, соответствующим токам подключаемых электроустановок, что опять же подразумевает их подключение проводниками с требуемым поперечным сечением.

При игнорировании этого правила не стоит нарекать на неправильно рассчитанный автомат и проклинать его производителя, если слабое звено электропроводки вызовет пожар.

Допустимо, что проводка новая, надёжная, правильно рассчитанная, и соответствует всем требованиям. В этом случае выбор автоматического выключателя сводится к определению подходящего номинала из типичного ряда значений, исходя из расчетного тока нагрузки, который вычисляется по формуле [17]:

$$I=P/U,$$

где **P** – суммарная мощность электроприборов.

Подразумевается активная нагрузка (освещение, электронагревательные элементы, бытовая техника). Такой расчет полностью подходит для электросети проектируемой пожарной части.

Расчет мощности произведён: **P=7,2 кВт. $I=P/U=7200/220=32,72$ А.**

Выбирается подходящий автомат на **32А** из ряда значений: **1, 2, 3, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 63, 80, 100.**

Данный номинал немного меньше расчётного, но ведь практически не бывает одновременного включения всех электроприборов.

Также стоит учитывать, что на практике срабатывание автомата начинается со значения в **1,13** раза больше от номинального, из-за его времятоковой характеристики, то есть **$32*1,13=36,16$ А.**

Для упрощения выбора защитного автомата существует таблица 5, где номиналы автоматов соответствуют мощности однофазной и трёхфазной нагрузки:

Таблица 5 – Выбор автомата по току

Тип подключения		Однофазно	3-х фазное (треугольник)	3-х фазное (звезда)
В	U, Ав томат	220	380	220
	1А	0,2 кВт	1,1 кВт	0,7 кВт
	2А	0,4 кВт	2,3 кВт	1,3 кВт

3А	0,7 кВт	3,4 кВт	2,0 кВт
6А	1,3 кВт	6,8 кВт	4,0 кВт
10А	2,2 кВт	11,4 кВт	6,6 кВт
16А	3,5 кВт	18,2 кВт	10,6 кВт
20А	4,4 кВт	22,8 кВт	13,2 кВт
25А	5,5 кВт	28,5 кВт	16,5 кВт
32А	7,0 кВт	36,5 кВт	21,1 кВт
40 А	8,8 кВт	45,6 кВт	26,4 кВт
50А	11 кВт	57,0 кВт	33 кВт
63А	13,9 кВт	71,8 кВт	41,6 кВт

Найденный по формуле в вышеприведённом примере номинал наиболее близок по значению мощности, которое указано в выделенной красном ячейке. Подбор защитных автоматов для электрических установок (электродвигателей, трансформаторов) с реактивной нагрузкой, как правило, не производится по мощности. [21]

Номинал и тип время токовой характеристики автоматического выключателя подбирается соответственно рабочему и пусковому току, указанному в паспорте данного устройства.

2.6.2 Выбор типа щитка и места его расположения

Для питания осветительных установок и розеток используется напряжение 380 / 220 В. На вводе в здание расположен распределительный пункт РП-15. Он предназначен для приема электроэнергии от ТП и распределения электроэнергии по зданию пожарной части.

От него будет питаться групповой распределительный щит ЩР-1, предназначенный в свою очередь для питания осветительной и розеточной сетей.

Исходя из расположения помещений, все потребители разбиты на 8 групп: 4 осветительные группы и 4 розеточные группы.

Необходимо, чтобы щит имел количество автоматов на отходящих линиях большее, чем 8. [26]

Выбираем щит на 12 отходящих линий марки АВВ12472. Его характеристики приведены в таблице 6.

Основная схема щита здания приведена в приложении 3.

Таблица 6 – Основные характеристики щита

М арка щитка	Ч исло однофазн. групп	Ап парат на входе	Аппарат на отход. линиях	Габариты, мм		
				В ысота	Ш ирина	Глуб ина
А ВВ 12472, 12 модулей	9	В А 57-31 32 А	S321R C10, DS941 C16/0.03	305	200	95

Групповые щиты должны располагаться в местах, к которым обеспечен быстрый и легкий доступ. Щит распределительный ЩР-1 расположен в коридоре (смотреть план 1 и 2 этажей здания).

Нагрузка распределяется на 8 отходящих линий таким образом, что распределение нагрузки между фазами было равномерным.

Это делается для того, чтобы избежать несимметрии трехфазной сети и тока в нейтральном проводе. Допуск по несимметрии составляет 5%. [5]

Для нахождения расчетного значения тока в каждом присоединении воспользуемся методом коэффициента спроса, формула 6 и 7:

$$P_{рас} = K_c P_{уст} \quad (6)$$

$$I_{рас} = \frac{P_{рас}}{U_{cos}} \quad (7)$$

Для осветительной сети $K_c = 0,8 \dots 1,0$, для розеточной сети $K_c = 0,65 \dots 0,8$.

Нагрузки фаз: $P_{L1} = 2,21$ кВт;

$P_{L2} = 2,19$ кВт;

$P_{L3} = 2,2$ кВт.

Наиболее нагруженная фаза L1: $P_{рас.L1} = 2,21$ кВт. Формула 8.

$$\frac{P_{рас.L1} - P_{рас.L3}}{P_{рас.L1}} 100\% = \frac{2,21 - 2,19}{2,19} 100\% = 1\% \quad (8)$$

что вполне допустимо.

2.6.3. Выбор марки и прокладки кабелей

Групповые сети электроосвещения и розеточные сети выполняются 3-х проводными: фазный проводник (**L**), нулевой рабочий (**N**) и нулевой защитный (**PE**) проводники.

При этом нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не должны подключаться на щите под общий контактный зажим.

В здании для групповых линий применим кабель **ВВГнг – LS** (низкой дымности) – медный, с поливинилхлоридной изоляцией (**ПВХ**). Прокладка, скрытая в штробах в стене.

Сечение кабеля выбираем по расчетному току. Для осветительной сети принимаем сечение 1,5 мм², для розеточной сети – 2,5 мм².

Сечение проводов и кабелей определяют, исходя из допустимого нагрева с учетом нормального и аварийного режимов, а также неравномерного распределения токов между отдельными линиями, поскольку, нагрев изменяет физические свойства проводника, повышает его сопротивление, увеличивает бесполезный расход электрической энергии на нагрев токопроводящих частей и сокращает срок службы изоляции. Чрезмерный нагрев опасен для изоляции и контактных соединений и может привести к пожару и взрыву. [9]

Выбор сечения кабеля и провода по нагреву

Выбор сечения из условий допустимого нагрева сводится к пользованию соответствующими таблицами длительно допустимых токовых нагрузок I_d при которых токопроводящие жилы нагреваются до предельно допустимой температуры, установленной практикой так, чтобы предупредить преждевременный износ изоляции, гарантировать надежный контакт в местах соединения проводников и устранить различные аварийные ситуации, что наблюдается при $I_d \geq I_p$, I_p - расчетный ток нагрузки.

Периодические нагрузки повторно-кратковременного режима при выборе сечения кабеля пересчитывают на приведенный длительный ток, формула 9:

$$I_p = I_{ПВ} \frac{\sqrt{ПВ}}{0,875} \quad (9)$$

где $I_{ПВ}$ - ток повторно-кратковременного режима приемника с продолжительностью включения ПВ. [16]

При выборе сечения проводов и кабелей следует иметь в виду, что при одинаковой температуре нагрева допустимая плотность тока токопроводящих жил большего сечения должна быть меньше, так как увеличение сечения их происходит в большей степени, чем растет охлаждающая поверхность (**рис. 4**). По этой причине часто с целью экономии цветных металлов вместо одного кабеля большего сечения выбирают два или несколько кабелей меньшего сечения.

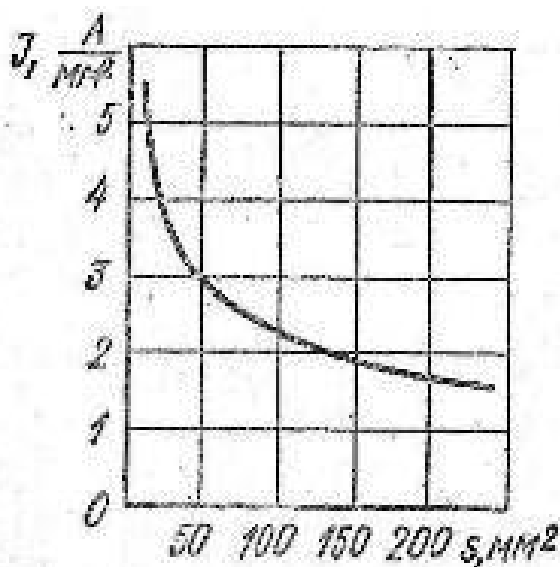


Рисунок 4 График зависимости допустимой

Рисунок 4 - график зависимости допустимой плотности тока от сечения медных жил открыто проложенного трехжильного кабеля на напряжение 6 кВ с бумажной пропитанной изоляцией, нагретых током до температуры +65°С при температуре воздуха +25 °С.

При окончательном выборе сечения проводов и кабелей из условия допустимого нагрева по соответствующим таблицам необходимо учитывать не только расчетный ток линии, но и способ прокладки ее, материал проводников и температуру окружающей среды.

Кабельные линии на напряжение выше 1000 В, выбранные по условиям допустимого нагрева длительным током, проверяют еще на нагрев токами короткого замыкания. В случае превышения температуры медных и алюминиевых жил кабелей с бумажной пропитанной изоляцией напряжением до 10 кВ свыше 200 °С, а кабелей на напряжения 35 - 220 кВ свыше 125 °С сечение их соответственно увеличивают. [4]

Сечение жил проводов и кабелей сетей внутреннего электроснабжения напряжением до 1000 В согласуют с коммутационными возможностями аппаратов защиты линий - плавких предохранителей и автоматических выключателей - так, чтобы оправдывалось неравенство $I_d / I_z \leq k_z$, где k_z - кратность допустимого длительного тока проводника по отношению к номинальному току или току срабатывания аппарата защиты I_z (из ПУЭ).

Несоблюдение приведенного неравенства вынуждает выбранное сечение жил соответственно увеличить.

Выбор сечения кабелей и проводов по потере напряжения

Сечение кабелей и проводов, выбранное из условий нагрева и согласованное с коммутационными возможностями аппаратов защиты,

нужно проверять на относительную линейную потерю напряжения, формула 10.

$$\Delta U = \frac{U - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} 100 \quad (10)$$

где U — напряжение источника электрической энергии, $U_{\text{ном}}$ - напряжение в месте присоединения приемника.

Допустимое отклонение напряжения на зажимах двигателей от номинального не должно превышать $\pm 5\%$, а в отдельных случаях оно может достигать $+10\%$.

В осветительных сетях снижение напряжения у наиболее удаленных ламп внутреннего рабочего освещения и прожекторных установок наружного освещения не должно превышать $2,5\%$ номинального напряжения ламп, у ламп наружного и аварийного освещения — 5% , а в сетях напряжением $12\text{,}42\text{ В}$ — 10% . Большее снижение напряжения приводит к существенному уменьшению освещенности рабочих мест, вызывает снижение производительности труда и может привести к условиям, при которых зажигание газоразрядных ламп не гарантировано.

Наибольшее напряжение на лампах, как правило, не должно превышать 105% его номинального значения.

Повышение напряжения сетей внутреннего электроснабжения, выше предусмотренного нормами не допустимо, так как оно приводит к существенному увеличению расхода электрической энергии, сокращению срока службы силового и осветительного электрооборудования, а иногда к снижению качества выпускаемой продукции.

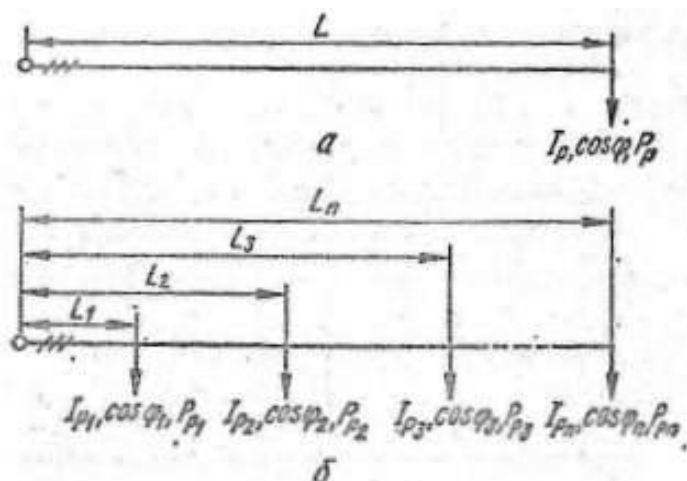


Рисунок 5 Расчет потери напряжения в трехфазной трехпроводной линии

Проверку сечения проводников трехфазной трехпроводной линии с одной нагрузкой в конце ее (рис. 5), характеризуемой расчетным током **I_p** и коэффициентом мощности **cos φ_и** на относительную линейную потерю напряжения, выполняют так, формула 11:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 100}{U_{\text{ном}}} \cdot (R_0 \cdot \cos \varphi + X_0 \cdot \sin \varphi) \cdot I_p \cdot L = \frac{10^5}{U_{\text{ном}}^2} \cdot (R_0 + X_0 \cdot \tan \varphi) \cdot P_p \cdot L \quad (11)$$

где **U_{ном}** — номинальное линейное напряжение сети, **В**, **R₀** и **X₀** — соответственно активное и индуктивное сопротивление одного километра линии, выбираемое из справочных таблиц, **Ом / км**, **P_p** — расчетная активная мощность нагрузки, **кВт**, **L** — длина линии, км.

Для неразветвленной магистральной трехфазной трехпроводной линии постоянного сечения, несущей распределенные вдоль нее нагрузки с расчетными токами **I_{p1}**, **I_{p2}**, ..., **I_p** и соответствующими коэффициентами мощности **cos φ_{и1}**, **cos φ_{и2}**, ..., **cos φ_и**, удаленными от источника питания на расстояния **L₁**, **L₂**, ..., **L_n** (рис. 5), относительная линейная потеря напряжения до наиболее удаленного приемника, формула 12:

где P_{pi} активная мощность — расчетная i -й нагрузки, удаленной от источника питания на расстояние L .

Если расчетная относительная потеря напряжения dU получится выше допустимой нормами, приходится выбранное сечение увеличить с тем, чтобы обеспечить нормируемое значение этой величины.

При небольших сечениях проводов и кабелей индуктивным сопротивлением X_0 можно пренебречь, что существенно упрощает соответствующие вычисления в трехфазных трехпроводных распределительных сетях наружного освещения отличающихся значительной протяженностью, следует обращать внимание на правильное включение равноудаленных светильников, ибо в противном случае потери напряжения распределяются по фазам неравномерно и могут достигнуть нескольких десятков процентов по отношению к номинальному напряжению.

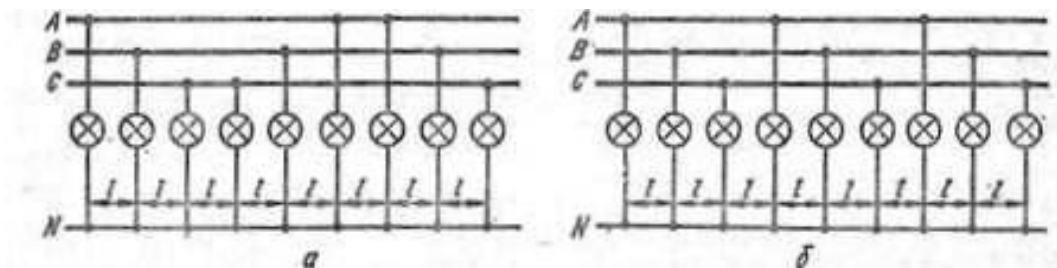


Рисунок 6 Схемы включения равноудаленных светильников наружного освещения:

а - правильная, б – неправильная

Выбор сечения кабеля по экономической плотности тока

Выбор сечения проводов и кабелей без учета экономических факторов может привести к значительным потерям электрической энергии в линиях и существенному возрастанию эксплуатационных расходов.

По этой причине сечение проводников электрических сетей внутреннего электроснабжения значительной протяженности, а также сетей, работающих с большим числом часов использования максимума нагрузки - **$T_{max} > 4000$ ч** - должно быть не менее отвечающего рекомендованной экономической плотности тока, устанавливающей оптимальное соотношение между капитальными затратами и эксплуатационными расходами, которое определяют так, формула 13:

$$s_{\varepsilon} = \frac{I_p}{J_{\varepsilon}} \quad (13)$$

где **I_p** — расчетный ток линии без учета повышения нагрузки при авариях и ремонтах, **J_{ε}** — экономическая плотность тока из расчета окупаемости капитальных затрат в течение 8 - 10 лет.

Расчетное экономическое сечение округляют до ближайшего стандартного и, если оно окажется свыше **150 мм²**, одну кабельную линию заменяют двумя или несколькими кабелями с суммарным сечением, соответствующим экономическому.

Применять кабели с малоизменяющейся нагрузкой сечением менее **50 мм²** не рекомендуется.

Сечение кабелей и проводов напряжением до **1000 В** при числе часов использования максимума нагрузки **$T_{max} < 4000...5000$ ч** и все ответвления к приемникам того же напряжения, электрических сетей осветительных установок, временных сооружений и сооружений с малым сроком службы до 3 - 5 лет по экономической плотности тока не выбирают.[22]

В трехфазных четырехпроводных сетях сечение нейтрального провода не рассчитывают, а принимают не менее 50% от сечения, выбранного для главных проводов, а в сетях, питающих газоразрядные лампы, вызывающие появление высших гармоник тока, такое же, как и главных проводов.

2.6.4. Расчет и выбор защитной аппаратуры

Поскольку для освещения основных помещений здания пожарной части используются люминесцентные лампы, необходимо провести расчет защитной и пускорегулирующей аппаратуры.

В установках с люминесцентными лампами нет необходимости учитывать пусковые токи при выборе аппаратов защиты, поскольку при длительности этих токов до 10 секунд наблюдается большая разновременность включения отдельных ламп в интервале времени, превосходящем время пуска отдельных ламп. Отсутствуют также сведения о зарегистрированных ложных отключениях при пуске электрических сетей с люминесцентными лампами.

Для управления освещением в помещениях пожарной части используем одноклавишные и двухклавишные выключатели. Выключатели установлены на высоте 1,5 м от уровня пола.[32]

В помещениях с влажной средой установлены выключатели, защищенные от неблагоприятных условий среды (степень защиты **IP 44** – брызго - защищенные), в остальных помещениях обычные (степень защиты **IP 20**). Все выключатели производства **ABB**, для скрытой проводки на ток до 10А.

При эксплуатации электрических сетей длительные перегрузки проводов и кабелей, а также короткие замыкания вызывают повышение температуры токопроводящих жил свыше допустимых ПУЭ значений. Это приводит к преждевременному изнашиванию их изоляции, вследствие чего может произойти пожар, а также возможно поражение людей электрическим током.

Для предохранения от чрезмерного нагрева и короткого замыкания проводов и кабелей каждый участок электрической сети должен быть снабжен защитным аппаратом, обеспечивающим отключение аварийного участка.

В качестве аппаратов защиты применяем автоматические выключатели, так как плавкие предохранители, несмотря на их простоту и малую

стоимость, имеют ряд существенных недостатков. Они не могут защитить линию от перегрузки, так как допускают длительную перегрузку до момента плавления, при коротком замыкании в трехфазной линии возможно перегорание одного из трех предохранителей и линия остается в работе на двух фазах.

Автоматические выключатели, не обладая недостатками плавких вставок, обеспечивают быструю и надёжную защиту проводов и кабелей сети от токов перегрузки и короткого замыкания. Они могут быть также использованы для управления при нечастых включениях и отключениях.

Таким образом, автоматические выключатели выполняют одновременно функции защиты и управления.

Автоматические выключатели выбираются по расчетному току, исходя из условия $I_p < I_{ном} < I_{откл}$.

I_p – расчетный ток защищаемой линии;

$I_{ном}$ – номинальный ток автоматического выключателя;

$I_{откл}$ – ток отключения.

Устава тока отключения должна быть на 20-30% выше расчетного тока на данном участке.

Расчетные токи в отходящих линиях приведены в Приложение 2. Поэтому выбираем однополюсные автоматические выключатели производства АВВ серии S321R с номинальными токами 10 А (осветительная сеть) и 16 А (розеточная сеть).

В группах со штепсельными розетками для защиты человека от прикосновения применяем УЗО – устройство защитного отключения.

Выбираем УЗО с защитой от сверхтоков однополюсное нейтрал,

$I_{ном} = 16A$, $I_d = 300mA$ фирмы АВВ серии DS941.

Ток отключения автоматического выключателя на вводе группового щита выбираем по утроенному расчетному току наиболее загруженной фазы L1, формула 14 и 15:

(14)

$$I_p = \frac{3 \cdot 2,21 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,95} \mathbf{31,5A} \quad (15)$$

Таким образом, на вводе в ЩР-1 необходимо установить автоматический выключатель с номинальным током 32 А, например, ВА 57-31, 32 А.

По итогам расчетов была составлена спецификация электротехнических изделий, приведенная в таблице 9.

Таблица 9 – Спецификация электрических изделий

Позици	Наименование и техническая характеристика оборудования, материалов	Тип, марка, обозначение	Заво Д изгот овитель	Д. зм	олич еств о	ри ме ча ни е
	2	3	4			
	Бокс встраиваемый, 12 модулей, IP41, в комплекте, в котором смонтированы:	№ 12472	ABB	т		P-1
	Рубильник трехполюсный, In=45А	E273 P C45	ABB	т		
	Выключатель автоматический однополюсный 10А	S321 R C10	ABB	т		

	Выключатель автоматический дифференциальный с УЗО с защитой от сверхтоков, однополюсный+нейтраль, In=16A, I _{ут} =300мА	DS9 41 C16/0.03	ABB	т		
	Выключатель 1кл.для скрытой проводки на ток до 10А	"Refl ex Si" 2000/1 US	ABB	т		
	Выключатель 2кл.для скрытой проводки на ток до 10А	"Refl ex Si" 2000/5 US	ABB	т		
	Переключатель 1кл.для скрытой проводки на ток до 10А	"Refl ex Si" 2000/6 US	ABB	т		
	Бытов. розетка двойная скрытой проводки с заземляющим контактом на ток до16А	"PL US" U5117	ABB	т	5	
	Светильник встраиваемый с люминесцентной лампой мощностью 4х18Вт	ARS/ R		т	6	
	Светильник подвесной с люминесцентной лампой мощностью 2х36Вт	ЛСП 01		т		
	Светильник встраиваемый с лампой накаливания мощностью 60Вт типа "точка"	R-63		т	1	
	Кабель медный с ПВХ изоляцией и оболочкой, нераспространяющей горение U=660В	ВВГ нг-LS 3х1.5	МОС КАБЕЛЬ МЕТ		90	
	Кабель медный с ПВХ изоляцией и оболочкой, нераспространяющей горение U=660В	ВВГ нг-LS 3х2.5	Элек трокабель "ПК"		00	

Продолжение таблицы 9.

ОЗ ИЦ ИЯ	Наименование и техническая характеристика оборудования, материалов	Тип, марка, обозначение	Заво д изго товитель	Д. ЗМ	олич еств о	ри ме ча ни е
	Труба гофрированная самозатухающая ПВХ, ГОСТ 50827-95, 20мм	T20х 3.0	ИВО СО ДКС		000	
	Провод с медной	ПВЗ	МО			

	многопроволочной токопроводящей жилой, в ПВХ изоляции	1x1.5	СКАБЕЛЬ МЕТ		000	
	Труба гофрированная самозатухающая ПВХ, с зондом ГОСТ 50827-95, 16мм	T16x 3	IBO CO DKC		000	
	Труба гофрированная самозатухающая ПВХ, ГОСТ 50827-95, 20мм	T20x 3.0	IBO CO DKC		000	
	Провод с медной многопроволочной токопроводящей жилой, в ПВХ изоляции	ПВЗ 1x1.5	МО СКАБЕЛЬ МЕТ		000	

2.7. Уравнение потенциалов в ванной комнате

Разность потенциалов, вот что опасно для жизни человека. Самым опасным местом в нашей обители остается ванная комната. Чтобы сделать её безопасным местом пребывания, прокладывается контур дополнительного выравнивания потенциалов.

Почему дополнительное? Дело в том, что строение здания должно иметь основной контур заземления по всем современным нормам и правилам строительства.

Это означает, что все металлические части и конструкции всего здания заземлены. Но в ванной комнате делают еще один, дополнительный контур выравнивания потенциалов.

Стояки горячей и холодной воды, стояки отопления, все эти части в прошлом были сделаны строго из металла. Но как известно, на смену металлу пришел пластик — полипропиленовые трубы.

Если раньше, когда абсолютно все трубы были из металла и опасный потенциал, случайно оказавшись на металлической части, мог без препятствий стечь в землю, то пластик такой возможности не дает.

Например, при проектировании пожарной части стояки на верхнем этаже выбрали металлические, а вот на нижнем выбрали пластик. Теперь опасному потенциалу уходить некуда.

Взявшись за трубу, на которой скопился опасный потенциал одной

рукой, а другой за стояк, который заземлен, то это как раз тот случай, который может оказаться роковым.

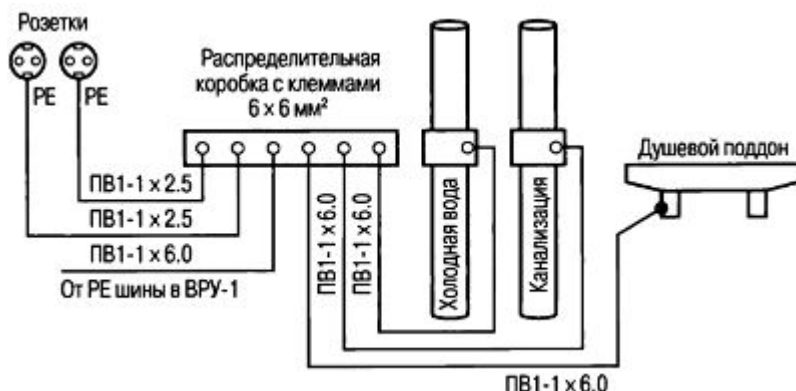


Рисунок 7 Схема дополнительного уравнивания потенциалов

Ванная комната опасна и по другим причинам. Помимо металлических частей в ванной комнате присутствует сырость и одновременно множество различных электроприборов. Такое опасное сочетание как раз требует мер повышенной осторожности. В связи с этим и требуются преобразования в виде уравнивания потенциалов.

Все металлические части, предметы стационарного характера, соединяют проводником **РЕ** (защитное заземление) и отводят в одну общую коробку **КУП** (коробка уравнивания потенциалов) в системе **ДСУП** (дополнительная система уравнивания потенциалов).

Затем, из коробки **КУП** общий проводник выводится на общую клемму **РЕ** (защитное заземление), которая находится в распределительном щите. Так уравнивается все потенциально опасные части, чтобы ванная комната оказалась безопасной и тихой гаванью.

Следует помнить о том, что уравнивание делается не во всех зданиях.

Если по зданию в проектированном здании схема заземления **TN-C**, т.е. отсутствует заземляющий проводник **РЕ** (заземление), в ванной комнате уравнивание категорически запрещено, даже если сделана трехпроводная разводка.

Уравнивание потенциалов возможно при

схемах заземления **TN-C-S** или **TN-S**, т.е. по стояку силовой линии проложен заземляющий проводник РЕ (заземление).

2.7.1. Характеристика присоединения (TN-C-S)

Система TN-C-S

С целью удешевления оптимальной по безопасности, но финансово емкой системы **TN-S** с разделенными нулевыми проводниками N и РЕ, было создано решение, позволяющее использовать ее преимущества с меньшим бюджетом, незначительно превышающим расходы на энергоснабжение по системе **TN-C**.

Суть данного способа подключения состоит в том, что с подстанции осуществляется подача электричества с использованием комбинированного нуля «PEN», подключенного к глухо заземлённой нейтрале.

Который при входе в здание разветвляется на «РЕ» - ноль защитный, и еще один проводник, исполняющий на стороне потребителя функцию рабочего ноля «N». [20]

Данная система имеет существенный недостаток — в случае повреждения или отгорания провода PEN на участке подстанция — здание, на проводнике РЕ, а, следовательно, и всех связанных с ним корпусных деталях электроприборов, появится опасное напряжение.

Поэтому при использовании системы **TN-C-S**, которая достаточно распространена, нормативные документы требуют обеспечения специальных мер защиты проводника PEN от повреждения.

2.8. Расчет контура заземления

Основной целью расчета заземления является определить число заземляющих стержней и длину полосы, которая их соединяет.

Сопротивление растекания тока одного вертикального заземлителя (стержня), формула 16:

$$R_0 = \frac{\rho_{\text{экв}}}{2\pi \cdot L} \left(\ln \left(\frac{2L}{d} \right) + 0.5 \ln \left(\frac{4T + L}{4T - L} \right) \right) \quad (16)$$

где – $\rho_{\text{экв}}$ - эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом·м; L – длина стержня, м; d – его диаметр, м; T – расстояние от поверхности земли до середины стержня, м.

В случае установки заземляющего устройства в неоднородный грунт (двухслойный), эквивалентное удельное сопротивление грунта находится по формуле 17:

$$\rho_{\text{экв}} = \frac{\Psi \cdot \rho_1 \cdot \rho_2 \cdot L}{\left(\rho_1 (L - H + t_r) + \rho_2 (H - t_r) \right)} \quad (17)$$

где – Ψ - сезонный климатический коэффициент (таблица 10); ρ_1, ρ_2 – удельное сопротивления верхнего и нижнего слоя грунта соответственно, Ом·м (таблица 10); H – толщина верхнего слоя грунта, м; t - заглубление вертикального заземлителя (глубина траншеи) $t = 0.7$ м.

Так как удельное сопротивление грунта зависит от его влажности, для стабильности сопротивления заземлителя и уменьшения на него влияния климатических условий, заземлитель размещают на глубине не менее 0.7 м.

Таблица 10 – Удельное сопротивление грунта

Грунт	Удельное сопротивление грунта, Ом·м
Торф	20
Почва (чернозем и др.)	50
Глина	60
Супесь	150
Песок при грунтовых водах до 5 м	500
Песок при грунтовых водах глубже 5 м	1000

Заглубление горизонтального заземлителя можно найти по формуле 18:

$$T = \left(\frac{L}{2} \right) + t \quad (18)$$

Монтаж и установку заземления необходимо производить таким образом, чтобы заземляющий стержень пронизывал верхний слой грунта полностью и частично нижний.

Таблица 11 – Значение сезонного климатического коэффициента сопротивления грунта

Тип заземляющих электродов		Климатическая зона			
		I	II	III	IV
Стержневой (вертикальный)	2	1.8 ÷ 1.8	1.5 ÷ 1.6	1.4 ÷ 1.4	1.2
Полосовой (горизонтальный)	7	4.5 ÷ 4.5	3.5 ÷ 2.5	2 ÷	1.5
Климатические признаки зон					
Средняя многолетняя низшая температура (январь)		от 20+15 по С	от - 14+10 по С	от - 10 до 0 по С	от - 5 до +5 по С
Средняя многолетняя высшая температура (июль)		от +16 до +18 по С	от +18 до +22 по С	от +22 до +24 по С	от +24 до +26 по С

Количество стержней заземления без учета сопротивления горизонтального заземления находится по формуле 19:

$$n_0 = \frac{R_0 \cdot \psi}{R_n} \quad (19)$$

R_n - нормируемое сопротивление растеканию тока заземляющего устройства, определяется исходя из правил ПТЭЭП (Таблица 12).

Таблица 12 – Наибольшее допустимое значение сопротивления заземляющих устройств

Характеристика электроустановки	Удельное сопротивление грунта ρ , Ом·м	Сопротивление Заземляющего устройства, Ом
Искусственный заземлитель к которому присоединяется нейтрали генераторов и трансформаторов, а также повторные заземлители нулевого провода (в том числе во вводах помещения) в сетях с заземленной нейтралью на напряжение, В:		
660/380	до 100	15
	свыше 100	$0.5 \cdot \rho$
380/220	до 100	30
	свыше 100	$0.3 \cdot \rho$
220/127	до 100	60
	свыше 100	$0.6 \cdot \rho$

Как видно из таблицы 12, нормируемое сопротивление для нашего случая должно быть не больше **30 Ом**. Поэтому **R_н** принимается равным **R_н = 30 Ом**.

Сопротивление растекания тока для горизонтального заземлителя, по формуле 20:

$$R_{\Gamma} = 0,366 \left(\frac{p_{\text{экв}} * \Psi}{L_{\Gamma} * n_{\Gamma}} \right) * \lg \left(\frac{2 * L_{\Gamma}^2}{b * t} \right) \quad (20)$$

L_Г, **b** – длина и ширина заземлителя; **Ψ** – коэффициент сезонности горизонтального заземлителя; **η_Г** – коэффициент спроса горизонтальных заземлителей.

Длину самого горизонтального заземлителя найдем исходя из количества заземлителей, по формуле 21:

$$L_{\Gamma} = a * (n_0 - 1) \quad (21)$$

a – расстояние между заземляющими стержнями.

Определим сопротивление вертикального заземлителя с учетом сопротивления растеканию тока горизонтальных заземлителей, по формуле 22:

$$R_B = \frac{R_{\Gamma} * R_H}{(R_{\Gamma} - R_H)} \quad (22)$$

Полное количество вертикальных заземлителей определяется по формуле 23:

$$n = \frac{R_0}{R_B * n_B} \quad (23)$$

η_в – коэффициент спроса вертикальных заземлителей (таблица 13).

Таблица 13 – Коэффициент использования заземления

Число электр одов	Для горизонтальных заземлителей			Число электродо	Для вертикальных заземлителей		
	Отношение расстояния между электродами к их длине a/l.				Отношение расстояния между электродами к их длине a/l.		
	1	2	3		1	2	3
4	0.45	0.55	0.65	4	0.69	0.78	0.85
5	0.4	0.48	0.64	6	0.62	0.73	0.8
8	0.36	0.43	0.6	10	0.55	0.69	0.76
10	0.34	0.4	0.56	20	0.47	0.64	0.71
20	0.27	0.32	0.45	40	0.41	0.58	0.67
30	0.24	0.3	0.41	60	0.39	0.55	0.65
50	0.21	0.28	0.37	100	0.36	0.52	0.62
70	0.2	0.26	0.35	-	-	-	•
100	0.19	0.24	0.33	•	•	•	•
Число электр одов	В ряд			Число электродо	В ряд		
	Отношение расстояния между электродами к их длине a/l.				Отношение расстояния между электродами к их длине a/l.		
	1	2	3		1	2	3
4	0.77	0.89	0.92	2	0.86	0.91	0.94
5	0.74	0.86	0.9	3	0.78	0.87	0.91
8	0.67	0.79	0.85	5	0.7	0.81	0.87
10	0.62	0.75	0.82	10	0.59	0.75	0.81
20	0.42	0.56	0.68	15	0.54	0.71	0.78
30	0.31	0.46	0.58	20	0.49	0.68	0.77
50	0.21	0.36	0.49	-	-	-	-
65	0.2	0.34	0.47	-	-	-	-

Коэффициент использования показывает, как влияют друг на друга токи растекания с одиночных заземлителей при различном расположении последних.

При соединении параллельно, токи растекания одиночных заземлителей оказывают взаимное влияние друг на друга, поэтому чем ближе расположены друг к другу заземляющие стержни тем общее сопротивление заземляющего контура больше. [14] Полученное при расчете число заземлителей округляется до ближайшего большего.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

Обслуживание осветительных электроустановок заключается в постоянном надзоре, периодической проверке и своевременном ремонте элементов осветительных устройств. Сроки проведения проверок, осмотров и ремонтов устанавливают в соответствии с Правилами технической эксплуатации в зависимости от условий эксплуатации осветительных электроустановок. Исправность системы аварийного освещения проверяют не реже 1 раза в 3 месяца; состояние электропроводок, плавких вставок предохранителей и оборудования рабочего и аварийного освещения — 1 раза в год.

Испытание и измерение сопротивления изоляции проводов и кабелей проводят не реже 1 раза в 3 года; измерение нагрузок и напряжения в отдельных точках электросети — 1 раза в год; испытание изоляции трансформаторов с вторичным напряжением 12 — 42 В — 1 раза в год, а переносных трансформаторов — 1 раза в месяц.

Во время осмотра осветительных сетей проверяют состояние открыто проложенных кабелей и проводов, концевых заделок кабелей, целостность заземляющих проводников, качество соединений и ответвлений проводов, отсутствие нагрева в соединениях.

При осмотре групповых и магистральных щитков проверяется соответствие плавких вставок предохранителей рабочим токам цепей, исправность выключателей, автоматов, штепсельных розеток и их контактных частей.

При осмотре светильников обращают внимание на состояние арматуры и ее деталей, прочность крепления стеклянного колпака, исправность и нагрев патрона, соответствие мощности ламп типу светильника, прочность крепления светильника, целостность заземляющего проводника, исправность

стартерных и дроссельных устройств у газоразрядных ламп, состояние тросовых подвесок и прочность их крепления.

Все неисправности, выявленные при осмотре, должны устраняться немедленно. При большом объеме необходимых работ дефекты записывают в журнал осмотров и устраняют при текущем ремонте.

Частота чистки светильников зависит от многих факторов и, в первую очередь, от среды освещаемого помещения. Так, в гараже пожарных автомобилей или пожарном ДЭПО, где имеется пыль, дым и копоть в количестве более 10 мг/м^3 — чистку светильников проводят 2 раза в месяц; при загрязнении от 5 до 10 мг/м^3 — 1 раз в месяц; при содержании их не более 5 мг/м^3 , а также в помещениях с нормальной воздушной средой — 1 раз в 3 месяца. [19]

На срок службы ламп накаливания в значительной мере влияет уровень напряжения. При повышении напряжения на 10% срок службы ламп составляет всего 14% срока службы при номинальном напряжении.

Таким образом, одним из основных требований, предъявляемых к эксплуатации осветительных установок с лампами накаливания, является необходимость поддержания напряжения в допустимых пределах. Длительное повышение напряжения на лампах не должно быть более 2,5 %, а кратковременное — 5 % номинального напряжения сети.

Контроль уровня напряжения в сети проводят ежегодно во время замеров освещенности в контрольных точках осветительной установки специальными приборами.

Лампа накаливания после перегорания заменяется новой. Для газоразрядных источников света, которые по истечении срока службы продолжают работать еще длительное время со значительно сниженным световым потоком, применяется групповой метод замены ламп: они заменяются через установленный промежуток времени (обычно после 70 — 80% номинального срока службы).

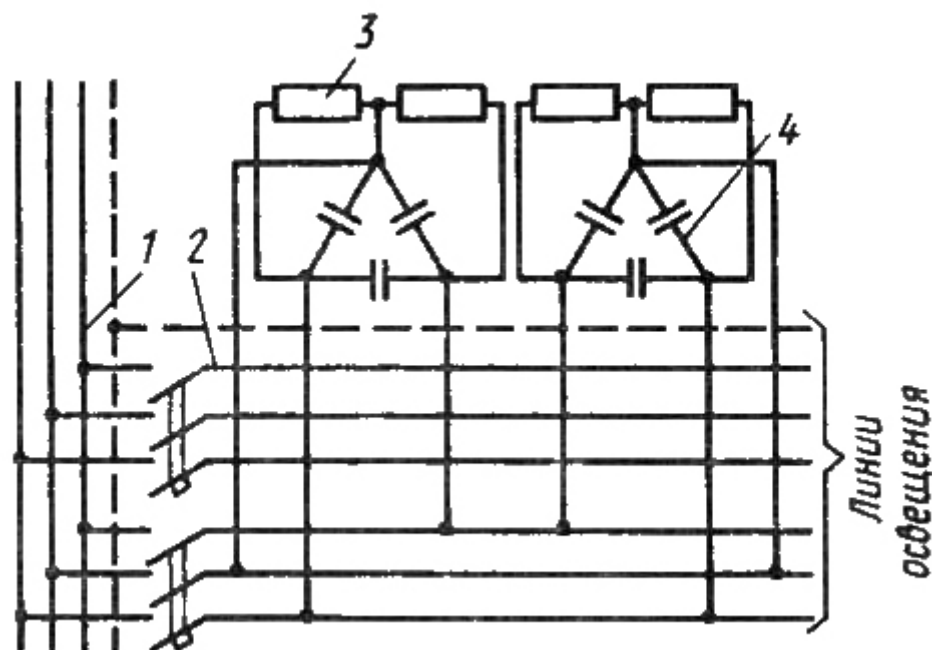


Рисунок 7 Схема включения конденсаторов в групповые линии с ДРЛ

- 1 — шины РП;
- 2 — контактный зажим;
- 3 — разрядный резистор;
- 4 — конденсатор.

С целью увеличения коэффициента мощности в осветительных электроустановках для люминесцентных ламп выпускаются пускорегулирующие автоматы (ПРА) типов УБК и АБК с встроенными конденсаторами, повышающими коэффициент мощности до 0,95 и более.

Для осветительных электроустановок с газоразрядными лампами для увеличения коэффициента мощности в групповые линии присоединяются конденсаторы (Рисунок 3). Конденсаторные установки (УК) выпускаются на 380 и 415 В и мощностью, соответственно, 25 и 20 квар (в схеме соединений УК предусматриваются так называемые разрядные резисторы, которые обеспечивают снижение напряжения на конденсаторах до 50 В. за время не более 1 мин после их отключения). [13]

3.1. Ремонт системы освещения

Во время ремонта проверяют наличие, целостность и надежность закрепления рассеивателей, экранирующих решеток, отражателей, патронов, ламподержателей, дросселей, стартеров, аппаратов защиты, надежность контактных соединений, состояние изоляции зарядных проводов, прочность крепления светильника к потолку, стенам, колоннам и другим конструкциям помещения.

В светильнике с люминесцентными лампами используют медные провода с пластмассовой или резиновой изоляцией на напряжение 500 В. Для светильников с лампами накаливания и ДРЛ применяют медные гибкие провода с теплостойкой изоляцией на напряжение 660 В марок ПРКЛ и ПАЛ-130 или ПРКС и ПАЛ-180 с допускаемой температурой проводов, соответственно, + 130 и +180°С и сечением не менее 0,5 мм².

При ремонте магистральных и групповых щитков проверяют контактные поверхности предохранителей и автоматов с точки зрения наличия окислов, грязи и пыли. Контактные соединения подтягивают, а обгоревшие или оплавленные — зачищают от копоти и напыла металла, протирают и затягивают болтами или винтами. Неисправные аппараты заменяют на аналогичные новые или отремонтированные. Проверяют соответствие номинальных токов плавких вставок предохранителей действительным токам нагрузки. Щиты и шкафы должны иметь исправные замки и надежное уплотнение дверок. [33]

При ремонте электрических проводок освещения обращается внимание на состояние изолирующих опор (изоляторов, клиц), изоляционных трубок и воронок в местах проходов проводов и кабелей через стены или перекрытия и защиты проводок от механических повреждений на высоте 1,5 м от поверхности пола. Неисправные изоляторы и другие изолирующие детали заменяются новыми. Места проводок с нарушенной изоляцией немедленно

изолируют или заменяют участки проводок новыми. Поврежденные штепсельные розетки, выключатели заменяют новыми.

Во время ремонта осветительных проводок проверяют состояние контура заземления и заземляющих проводов, а также состояние крепления всех аппаратов и проводок к конструкциям. Ослабевшие или неисправные места креплений или соединений заземляющих проводников восстанавливают немедленно. Порванные, погнутые скобы крепления кабельных и трубных проводок заменяют новыми. [28]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были произведены светотехнический и электрический расчеты системы освещения 1 и 2 этажей здания пожарной части. В результате проведенных расчетов были подобраны экономичные светильники, которые удовлетворяют нормы освещенности административного здания.

Для освещения помещений пожарной части выбраны встраиваемые светильники с люминесцентными лампами ARS/R 4x18 Вт, подвесные светильники с люминесцентными лампами ЛСП 01 2x36 Вт и встраиваемые светильники с лампами накаливания R63 мощностью 60 Вт. Светильники скомпонованы в 4 группы.

Была спроектирована розеточная сеть, состоящая из четырех групп. Выбраны типы розеток – бытовые розетки двойные с заземляющим контактом на токи до 16 А.

Также было выбрано сечение провода, способ проводки, марка и вид провода, пускозащитная аппаратура для обеспечения противопожарной безопасности и нормальной работы электросети.

Спроектирован распределительный щит ЩР-1, установленный в коридоре пожарной части.

Рассмотрено техническое обслуживание и ремонт системы освещения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Айзенберг Ю.Б. - Справочная книга по светотехнике 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Знак, 2007.
2. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. «Энергоатомиздат»
3. Айзенберг Ю.Б. -Справочная книга по светотехнике. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Знак, 2007.
4. Анчарова Т.В. Осветительные сети систем электроснабжения. Издательство МЭИ, 2006.
5. В.Ф. Ефимкина, Н.Н. Софронов - "Светильники с газоразрядными лампами высокого давления"; 1984г
6. Варфоломеев Л.П - «Элементарная светотехника». М. 2008.
7. Варфоломеев Л.П. - «Элементарная светотехника». Москва, 2013.
8. Европейские нормы освещённости EN 12464-1.
9. Европейские нормы освещенности для рабочих мест вне помещений EN 12464-2.
10. Каталоги “МПО Электромонтаж”
11. Кладницкий Д.А., С.И. Чубатый - "Справочник по осветительной аппаратуре"; 1986г
12. Кнорринг Г. М., И. М. Фадин, В. Н. Сидоров - Справочная книга для проектирования электрического освещения / — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Энергоатомиздат. 1992.
13. Кнорринг Г.М. -"Осветительные установки"; 1981г
14. Кнорринг Г.М. -"Справочная книга" для проектирования электрического освещения; 1976г
15. Краснопольский А.Е. и др. -"Пускорегулирующие аппараты для разрядных ламп"; 1986г
16. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для вузов. –М.: Энергоатомиздат, 1995.

17. Международный светотехнический словарь. – 3-е изд. М.: Русский язык, 1979.
18. Международный светотехнический словарь. – 3-е изд. М.: Русский язык, 1979.
19. Московские городские строительные нормы МГСН 2.06-99.
20. Неклепаев Б.Н, Крючков И.П. - Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
21. Оболенцев Ю.Б., Эл. Гиндин -"Электрическое освещение общепромышленных помещений"; 1990г
22. Пляскин П.В., В.В. Федоров, Ю.А. Буханов -"Основы конструирования электрических источников света"; 1983г
23. Правила устройства электроустановок. - М.: Энергоатомиздат, 2007.
24. Принципы зрительной эргономики. Освещение рабочих систем внутри помещений. ГОСТ ИСО8995-2002.
25. Рохлин Г. Н. - Разрядные источники света. 2-е изд. перераб. и доп. М. Энергоатомиздат 1991.
26. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.21/2.1.1.1278-03
27. Сидоров В.Н. Кнорринг Г. Фадин И.М. - Справочная книга для проектирования электрического освещения 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Энергоатомиздат. 1992.
28. СНиП 23-05-95
29. Тищенко Г.А. -"Осветительные установки"; 1984г
30. Трембач В.В. -"Световые приборы"; 1990г
31. ТСН 23-302-99 (МГСН 2.06-99)
32. Федорова А.А - Справочник по электроснабжению и электрооборудованию в 2-х томах, Т.1 Электроснабжение - М.: Энергоатомиздат, 1986.

33. Цигельман И.Е. Электроснабжение гражданских зданий и коммунальных предприятий. «Высшая школа». 1987 г.

Помещение	Площадь, м ²	А, м	В, м	Освеще нность, лк	Тип светильника	Кол. ламп в светиль нике, п	Ф _л , лм	К _{зап}	Z	i	η	Кол. светильн иков, N
1. Подсобное помещение	22,80	6,40	3,56	200	ARS/R 4x18 Вт	4	1150	1,3	1,4	1,20	0,46	3
2. Отдел контроля качества	36,90	10,3 6	3,56	300	ARS/R 4x18 Вт	4	1150	1,3	1,4	0,98	0,42	11
3. Отдел главного технолога	7,40	3,42	2,16	300	ARS/R 4x18 Вт	4	1150	1,3	1,4	0,49	0,4	2
4. Служба главного инженера	50,10	10,3 0	4,86	300	ARS/R 4x18 Вт	4	1150	1,3	1,4	1,22	0,48	13
5. Главный инженер	7,70	3,42	2,25	300	ARS/R 4x18 Вт	4	1150	1,3	1,4	0,50	0,31	2
6. Служба эксплуатации	13,90	4,10	3,39	300	ARS/R 4x18 Вт	4	1150	1,3	1,4	0,69	0,35	4
7. Бухгалтерия	5,10	3,42	1,49	300	ARS/R 4x18 Вт	4	1150	1,3	1,4	0,38	0,3	2
8. Тамбур	4,15	2,07	2,00	75	ARS/R 4x18 Вт	4	1150	1,3	1,4	0,38	0,3	1
9. Коридор	30,30	10,3 0	2,94	75	ARS/R 4x18 Вт	4	1150	1,3	1,4	0,85	0,4	6
10. Санузел №1	8,15	3,70	2,20	75	R63, 60 Вт	1	960	1,3	1,2	0,51	0,32	5
11. Санузел №2	8,15	3,70	2,20	75	R63, 60 Вт	1	960	1,3	1,2	0,51	0,32	5
12. Входной тамбур №1	2,40	2,17	1,11	75	ARS/R 4x18 Вт	4	1150	1,3	1,4	0,27	0,14	1

13. Помещение уборочного инвентаря	2,65	2,33	1,14	75	ЛСП 01 2x36 Вт	2	1350	1,3	1,4	0,28	0,15	1
14. Помещение уборочного инвентаря	2,70	2,32	1,16	75	R63, 60 Вт	1	960	1,3	1,4	0,29	0,18	1
15. Входной тамбур №2	2,50	1,97	1,27	75	ARS/R 4x18 Вт	4	1150	1,3	1,4	0,29	0,15	1

Расчет количества светильников методом коэффициента использования светового потока

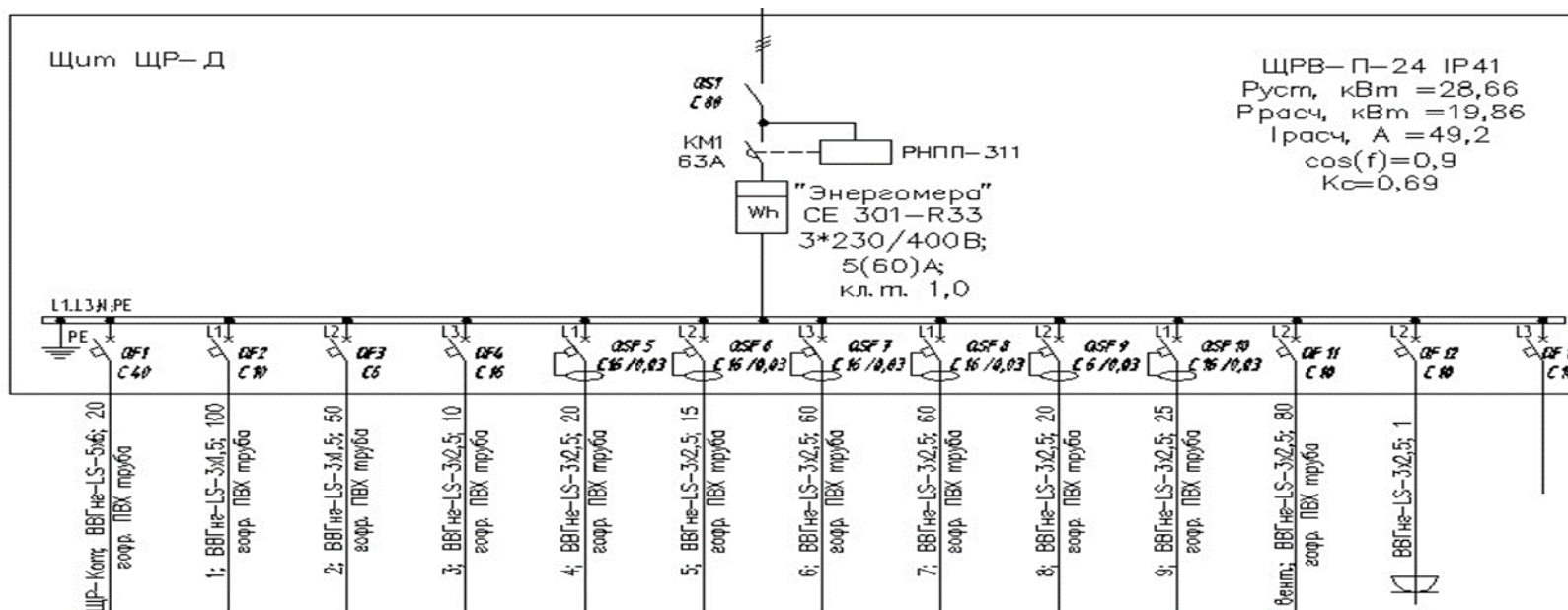
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

№ пом.	№ гр.	Потребитель	Лпровода,м	№ ф.	P _{уст} ,кВт	Кол. фаз	K _c	P _{рас} ,кВт	cosφ	I _{расч} ,А
6,7,8,9,15	1	Осветительная сеть	70	L1	1,0	1	1	1,0	0,92	5,0
4,5	2	Осветительная сеть	70	L2	1,1	1	1	1,1	0,92	5,3
1,2,3,12,13	3	Осветительная сеть	100	L3	1,3	1	1	1,3	0,92	6,4
10,11,14	4	Осветительная сеть	40	L2	0,7	1	1	0,56	0,92	3,3
5,6,7	5	Розеточная сеть	60	L2	0,7	1	0,75	0,53	0,95	3,3
4	6	Розеточная сеть	85	L3	1,2	1	0,75	0,9	0,95	5,7
2,3	7	Розеточная сеть	100	L1	1,3	1	0,75	0,98	0,95	6,2
9	8	Розеточная сеть	20	L1	0,3	1	0,75	0,23	0,95	1,4

Распределение нагрузки по фазам

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ГЛАВНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЩИТА ЗДАНИЯ



Обозначение	ЩР-Котл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Вент.	Розетка	Резерв
P _у , кВт	11,18	2,38	1,20	2,2	2,0	2,2	2,0	1,9	1,0	1,6	1,0		
P _р , кВт	8,94	2,38	1,20	1,1	1,0	1,1	1,2	1,14	0,5	0,8	0,5		
I _р , А	18,76	3,62	1,83	3,52	3,58	4,18	3,58	3,40	1,79	3,04	1,9		
cos (φ)	0,91	1,0	1,0	0,95	0,85	0,8	0,85	0,85	0,85	0,8	0,8		
Наименование	Щит котельной	Освещение 1 этажа	Освещение 2 этажа	Духовой шкаф	Розетки кухни	Посудомоечная машина	Розеточная сеть 1 этажа	Розеточная сеть 2 этажа	Розеточная сеть вход/выход	Розеточная сеть ванная 2 этаж	Система вентиляции		

ПРИЛОЖЕНИЕ 3