

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(институт)

Промышленная электроника

(кафедра)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Промышленная электроника

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: «Система контроля освещения в помещении»

Студент/Аспирант

Обухов Д.А.

(личная подпись)

Руководитель

Чепелев В.И

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

Шевцов А.А

(личная подпись)

«_____» _____ 2017 г.

Тольятти 2017 г.

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

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
Промышленная электроника
Кафедра «Промышленная электроника»

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой _____

(подпись) Шевцов А.А.
« _____ » _____ 2017 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной бакалаврской работы

Студента: Обухова Дмитрия Александровича
по теме: «Система контроля освещения в помещении»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	16.01.2017	23.01.2017	4	
Состояние вопроса	30.01.2017	13.02.2017	4	
Разработка проекта системы автоматического включения освещения в помещении	20.02.2017	13.03.2017	4	
Расчётно-техническая часть по электроснабжению	14.03.2017	27.03.2017	4	
Экономическая часть	03.04.2017	17.04.2017	4	
Мероприятия по охране труда на проектируемом производственном участке	18.04.2017	08.05.2017	4	
Заключение	11.05.2017	15.05.2017	4	
Список литературы	16.05.2017	22.05.2017	4	

**Руководитель выпускной
квалификационной работы**

Задание принял к исполнению

(подпись) **В.И Чепелев**

(подпись) (И. О. Фамилия)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
Кафедра «Промышленная электроника»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой _____

Шевцов А.А.

(подпись)

«___» _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент: Обухов Дмитрий Александрович

1. Тема «Система контроля освещения в помещении»
2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы _____
3. Исходные данные к бакалаврской работе: Светодиодный светильник (рабочий, дежурный, аварийный), датчик присутствия, фотодатчик, контроллер, автоматический выключатель.
4. Содержание бакалаврской работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов): состояние вопроса, разработка проекта автоматического включения освещения в помещении, расчётно-техническая часть по электроснабжению, расчёт капитальных вложений, мероприятия по охране труда.
5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала: 1) расположение кабинетов второго этажа; 2) расположение люминесцентных светильников; 3) расположение новой системы автоматизации (светильники); 4) расположение датчиков присутствия и фотодатчиков; 5) подключение автоматического освещения; 6) электрическая схема подключения нового проекта.
6. Консультант по разделам Чепелев Владимир Иванович

7 Дата выдачи задания «6» Февраля 2017г.

Заказчик (указывается должность,
место работы, ученая степень, ученое
звание)

Руководитель бакалаврской работы

(подпись)

(И О Фамилия)

В.И Чепелев

(подпись)

Задание принял к исполнению

(подпись)

(И О Фамилия)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1. Состояние вопроса.....	10
1.1 Формулирование цели и задач проекта.....	10
1.1.1 Задачи освещения.....	11
1.1.2 История электрического освещения.....	12
1.1.3 Датчики присутствия и фоторезисторы.....	15
1.2 Исходные данные бакалаврской работы.....	17
2. Разработка проекта системы автоматического включения освещения в помещении.....	19
2.1 Анализ помещения промышленного участка.....	19
2.1.1 Проектирование новой системы освещения.....	19
2.1.2 Выбор автоматической системы включения и выключения освещения.....	23
2.1.3 Выбор светодиодных светильников.....	26
2.1.4 Выбор светильников для дежурного освещения.....	30
2.1.5 Выбор светильников для аварийного освещения.....	32
2.1.6 Выбор фотоэлектрического датчика и контроллера.....	34
3. Расчётно-техническая часть по электроснабжению.....	36
3.1 Расчёт нагрузки освещения.....	36
4. Экономическая часть.....	44
4.1 Расчёт капитальных вложений, затраченных на систему автоматического освещения в помещении.....	44
4.2 Смета на приобретение и монтаж электрооборудования.....	46
4.3 Расчёт стоимости годовых потерь электроэнергии.....	48
5 Охрана труда.....	50
5.1 Мероприятия по охране труда на проектируемом производственном участке.....	50
5.1.1 Экологическая безопасность.....	50

5.1.2 Опасные факторы, связанные с механизмами.....	51
5.1.3 Противопожарная безопасность.....	53
5.1.4 Производственное освещение.....	55
5.1.5 Микроклимат.....	56
5.1.6 Режим отдыха и труда.....	56
5.2 Мероприятия по электробезопасности.....	57
5.2.1 Малое напряжение.....	58
5.2.2 Изоляция.....	59
5.2.3 Защитное заземление.....	60
6. Заключение.....	61
Список литературы.....	63

Введение

Правильное использование освещения в помещении является одним из основных факторов, влияющих на человеческую деятельность, предотвращающий травматизм. Правильный расчет освещённости позволяет человеку без напряжения на орган зрения выполнять работу, связанную с трудовой деятельностью, а также ориентироваться в помещении.

Установка электроосветительная является важнейшим элементом в жилых домах, предприятиях разных отраслей, учебных учреждениях. По сути она представляет собой сложный комплект, состоящий из следующих: устройств для распределения, питающей сети, приборов, связанных с электроустановкой, осветительной крепёжной системы, источников излучения света и конструкций.

Электрическое питание для освещения в помещении в основном осуществляется благодаря переменному напряжению сети 220 В. А в помещениях с высокой опасностью для освещения светом неосвещённых мест по всем правилам, предусмотренным техникой безопасности, необходимо использовать такие лампы, у которых рабочее напряжение составляет 12, 24, 36 В.

Для понижения переменного напряжения с 220 В до 12, 24 или 36 В используются трансформаторы.

Рациональное использование электрической энергии и снижение затрат на освещение являются основными задачами народного хозяйства, так как примерно 15% всей выработанной энергии расходуется впустую. Для снижения неразумных затрат на электроэнергию в последние годы введено понятие «автоматическая система управления освещения».

В настоящее время на современных предприятиях стоит вопрос снижения затраты потребляемой электроэнергии, для этого используют автоматическую систему управления для освещения. Она является самой простой системой для управления включением и выключением автоматизированного освещения. Автоматизированная система реализована с применением таймера, который включает и выключает освещение в строго заданное время. Именно такая система вполне позволяет постоянно поддерживать комфортные условия для работы в любом помещении. При этом освещение, будет использоваться только в то время, когда оно действительно станет необходимо для человека.

Стоит выделить главные основные виды для освещения. Они бывают двух видов: естественное (солнце) и искусственное (светильники). Естественное освещение преобладает в дневное время дня. Главным источником является солнечный свет. Величина освещённости зависит от погоды (пасмурно или светло), времени года и от времени суток. Такой источник света благополучно воздействует на зрение и позволяет экономить на электроэнергии. Но, к сожалению, мы не можем постоянно использовать подобный вид освещения и поэтому в тёмное время суток используем искусственное освещение.

Искусственное освещение преобладает в тёмное время вечера или ночи, когда естественного света мало. У искусственного освещения выделяют следующие виды: дежурное, рабочее, аварийное, охранное, эвакуационное, бактерицидное.

1. Дежурное освещение. В основном применяется в нерабочее время, когда в помещении отсутствуют люди. Чаще всего используется на заводах для того, чтобы не пользоваться основным рабочим освещением, это значительно позволяет сэкономить затраты на электроэнергию.

2. Рабочее освещение. Основное освещение в рабочее время используется во время выполнения всех производственных процессов, видимого прохода для людей в помещениях и передвижению всех транспортных средств, которые находятся в зоне освещения.

3. Аварийное освещение. Включается в тех случаях, когда происходит отключение рабочего. Аварийная работа освещения производится благодаря встроенному аккумулятору, который заряжается во время работы от основного освещения. Чаще всего подключение выполняется вместе с рабочим освещением.

4. Освещение охранное. Расположение освещения происходит, как правило, вдоль границ территории. Включение такого вида освещения выполняется с помощью фотодатчиков и выключателей автоматических.

5. Эвакуационное – обеспечивает освещённость пути для людей во время пожара или другого опасного воздействия, повлекшие за собой отключение основного освещения. Так же, как и охранный свет, может работать от аккумулятора или быть запитано отдельно.

6. Бактерицидное освещение предназначается для обеззараживания воздуха. Применяется в медицинских учреждениях и на предприятиях пищевой промышленности.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Формулирование цели и задач проекта

Самая главная причина использования автоматического включения освещения в помещении является стремление повысить комфортабельность для человека. Такая система не предусматривает включение и отключение освещения с помощью переключателя. Освещение включается с помощью датчиков, которые преждевременно были настроены обслуживающим персоналом на нужный уровень движения человека. Использование системы автоматического освещения достигает большого успеха в производственных помещениях, в жилых домах. Присутствие такой системы значительно уменьшает потребление электроэнергии, что позволяет экономить денежные средства. Главные функции для системы автоматического освещения являются:

1. Учёт времени суток. Экономия электроэнергии в освещении с помощью автоматического отключения света в определённое время суток. Это очень выгодно, так как многие люди могут забывать отключить свет с помощью выключателя;

2. Учёт присутствия людей. При установке системы управления освещения датчиком присутствия позволит включать свет в присутствии и выключать в отсутствии человека. Такая функция позволяет рационально расходовать электроэнергию;

3. Учёт искусственного освещения в помещении. Фотодатчик в системе позволяет контролировать освещённость в помещении. В зависимости от его настройки освещение не включится в хорошо освещённом помещении естественным светом и включится при недостаточном наружном освещении.

В современном мире установка системы автоматического освещения в помещении имеет особое значение. Данная система является отличным способом для экономии денежных средств.

Решение задач по снижению затрат на электроэнергию в наши дни уделяется большое внимание во многих сферах жизни – на производстве, в

торговых и развлекательных секторах, домах и данное внедрение с течением времени только растёт. Именно автоматическое освещение на сегодняшний день является самым популярным и эффективным средством для экономии расходов на электроэнергию.

Решение задач по обеспечению автоматического освещения в современном помещении уделяется особое внимание. Происходит внедрение такого вида освещения в подъездах, в торговых и развлекательных секторах и на производствах. В данной дипломной работе по автоматизированной системе освещения применены светодиодные источники света. Именно такая система способна целесообразно использовать электроэнергию, экономя тем самым на затратах.

Установка автоматической системы управления в помещении позволит достичь следующих целей:

1. Увеличить средний срок службы искусственных источников света;
2. Увеличить безопасность.
3. Уменьшить расходы на электроэнергию;
4. Уменьшить ультрафиолетовое и инфракрасное излучение;

1.1.1 Задачи освещения

Нормальное освещение на участке промышленного обслуживания на рабочем месте, должно поддерживать необходимый зрительный характер для выполнения работы. При допустимом увеличении освещения видимость необходимых объектов повышается, тем самым повышается работоспособность рабочего персонала. Например, если в плохо освещённом помещении повысить освещённость с 30 лк до 80 лк, то производительность труда заметно увеличится. Дальнейшее повышение освещённости не приведёт к производительности труда, а наоборот, может сказаться на органах зрения.

Ещё основной задачей для освещения рабочего места является правильное размещение источников искусственного освещения. На рабочей поверхности в поле зрения работника не должны присутствовать резкие тени,

которые пагубно воздействуют на человека. Для избегания таких теней применяют светоотражатели или специальные стёкла, которые смягчают свет.

На рабочей поверхности может присутствовать повышенная яркость, которая ухудшает видимость необходимых объектов в работе. Для подавления необходимо уменьшить яркость источников света; если это невозможно (светодиодные светильники), то количество светильников необходимо сократить до допустимой освещенности, которая позволит убрать незначительное количество света на сколько это возможно.

Блеклость так же является очень вредной для человеческого зрения. Она может быть как от рабочей поверхности, так и от самого источника освещения.

Для устранения блеклости необходимо:

- 1) Все отражающие объекты заменить;
- 2) Увеличить высоту подвеса светильника;
- 3) Изменить угол падения света;
- 4) Изменить местоположение светильника;
- 5) Использовать светоотражатели или экраны.

Любой вид светильников должен соответствовать всем предъявляемым к нему требованиям. Правильная работа светильника не должна привести к возникновению пожаров или взрывов. Для обеспечения максимальной электробезопасности должно применяться защитное заземление или зануление.

1.1.2 История электрического освещения.

Самым грандиозным изобретением человечества является система электрического освещения. В наше время очень тяжело представить нашу жизнь без освещения. Виды освещения постоянно совершенствуются. В этой части дипломного проекта я опишу краткую историю появления освещения начиная с лампы накаливания, завершая современными светодиодными.

Первая электрическая лампа освещения была продемонстрирована в 1835 году, но, к сожалению, у неё был большой недостаток – спираль, которая является основным рабочим органом, быстро перегорала. Долгое время

исследователи в области освещения усовершенствовали и испытывали спирали разных составов, а также атмосферу лампы (использовать безвоздушную атмосферу или закачивать газ, чтобы спираль быстро не теряла своих свойств и не рвалась). И, спустя 45 лет, Томасом Эдисоном была представлена и запатентована полноценная лампа накаливания, она проработала почти 15 ч. Томас Эдисон выбрал наилучший вариант для спирали – обугленная хлопчатобумажная нить, благодаря которой лампа прогорела большее количество времени, чем её предшественники. В дальнейшем продолжались эксперименты со спиралью, Т. Эдисоном была выбрана нить из одного сорта бамбука, благодаря которой лампа накаливания смогла прогореть до 1100 ч без остановки. Сама эта нить стала официально зарегистрирована в международном комитете. Также он предложил выкачать из колбы с нитью весь воздух, для того чтобы она при нагреве так быстро не порвалась, а также он ввел такое понятие как, способ подключения лампы в электрическую сеть способом ввинчивания.

В 1950 г исследователи этой области выявили, что всего 10% лампы накаливания приходится на освещение, а 90% уходит на тепло, выделяемое при работе лампы. Тогда они переключились на решение такой проблемы.

Создателем лампы похожую на современную люминесцентную, сделал настоящий прорыв, стал Питер Купер Хьюитт. Он вывел сине-зелёный свет путём прохождения через трубку из стекла электрического тока с ртутными парами при рабочем балластном резисторе. Такие лампы стали намного эффективнее, чем лампы накаливания, но они не нашли применения из-за своего цвета свечения.

В конце 1920-х годов исследователи начали производить эксперименты с неоновыми трубками, покрытием которых являлся люминофор. Свойство люминофора – поглощение ультрафиолетового свечения и преобразование его в весьма белое свечение, видимое невооружённым глазом. И уже в 1930 году была продемонстрирована лампа дневного света; её особенностью являлась

большая работа, по сравнению с лампами накаливания, она превышала почти в 3 раза.

И снова, спустя почти 50 лет, производились различного рода усовершенствования люминесцентных ламп. В большей части модификация касается размеров самой лампы. И первые люминесцентные лампы появляются на рынке в 1980-х годах. Продолжаются улучшения, и, уже начиная с 1990 года, повышается эффективность на 75%, срок службы увеличивается в 10 раз по сравнению с лампами накаливания, что даёт стимул для населения их использовать.

В современное время лампы на светодиодах являются быстро развивающейся технологией нового поколения. Основное свойство подобных ламп заключается в использовании полупроводников для преобразования электрического тока в свет. По площади светодиоды небольшие и выделяют в определённом направлении свет, что исключает необходимость в установке рассеивателя или отражателя. Начало истории лампочка на светодиодах берёт в 1997 г. Немецкий учёный Фред Шуберт получил однокристалльный светодиодный источник света, который излучал белый спектр. Такая технология позволяет получить из 15 лм светового потока на 1 Ватт электрической мощности. В 2000 году появляются первые образцы для промышленных светодиодных светильников дневного света. Сегодня светодиодным лампам, благодаря их высокой эффективности, долговечности, надёжности, экологичности, в отличие от люминесцентных ламп, предсказывают главные решения будущего в области светотехники. Усовершенствования продолжаются, и имеются все признаки новых открытий, которые сделают светодиоды намного мощнее, надёжнее и дешевле.

1.1.3 Датчики присутствия и фоторезисторы.

В тёмное время суток мы нередко сталкиваемся с такой проблемой, что не можем найти выключатель на стене, тем самым наталкиваемся на посторонние предметы, которые могут травмировать нас. Для предотвращения

подобных случаев в наше время разрабатывают целые ряды устройств, у которых главная задача облегчить жизнь человеку.

Основная задача для датчика присутствия является реагирование на перемещение и тепло. Реакция на срабатывание освещения, связанна с движением человека в радиусе действия, то есть с появлением и исчезновением инфракрасного освещения на фотоэлементе, но в редко датчик может сработать от тепла, к примеру, отопительная система в помещении. При разработке новой схемы освещения в помещении необходимо учесть фактор для датчиков на срабатывание при присутствии тепла и разместить их максимально далеко от системы отопления в помещении. Так же на датчик не должен падать прямой свет от светильников, нужно исключить в зоне обнаружения датчика не желательные предметы, перегородки, в том числе стеклянных сооружений, так как инфракрасное излучение не проникает через стекло.

Характеристика для датчиков присутствия является радиус обнаружения человека в разных положениях в помещении, а также радиусом обнаружения человека в движении. При установке датчиков присутствия нужно расположить его так, чтобы он захватывал этот радиус и все углы в помещении.

Датчики устроены следующим образом: мультилинза выглядит как большое количество уменьшенных линз. Уменьшенные линзы фокусируют инфракрасное излучение на плоскость фотоэлемента. Одна из них направляет инфракрасный свет на сам фотоэлемент и происходит тем самым регистрация сигнала. В момент передвижения человека, исчезает сигнал и у линзы уходит фокус с фотоэлемента. Вторая линза производит фокусирование инфракрасного излучения на фотоэлемент и сигнал появляется снова. Постоянное попеременное появление и пропадание сигнала и является признаком для присутствия человека. Охват своего сегмента выполняет каждая линза. Сигнал исчезает, когда человек выходит из зоны того или иного сегмента. При передвижении человека в зоне действия датчика сигнал не прекращается и в зависимости от надобности освещение будет работать.

Настройка датчиков присутствия происходит с помощью потенциометров следующих видов:

1. SENS. Предназначается для настройки чувствительности. Им производят отстройку яркости инфракрасного излучения, на которую датчик будет реагировать. Можно заменить такой вид потенциометра на микропроцессор, тем самым чувствительность датчика загроубляется и прибор начинает ловить мелкие детали, например, поворот головы, движение рук. Большой плюс у такой модели с микропроцессором, не нужно периодически отстраивать чувствительность, это происходит автоматически.

2. TIME. Предназначается для установки времени на настраиваемую задержку отключения освещения. Настройка производится примерно, так как не просто определить скорость движения рук или качания головой. Когда освещение гаснет при недостаточном освещении естественного света и в помещении находятся люди, то следует увеличить время на отключения примерно 25%. Если освещение всё равно гаснет, то следует ещё увеличить время работы освещения, до нужного результата. Нередко нужно такую настройку комбинировать с чувствительностью.

3. LUX. Используется для отстройки максимального значения освещённости естественного освещения. Если освещённости достаточно, то датчик не сработает и освещение не включится в присутствии человека. Отстройка датчика производится следующим образом. Нужно определить естественную освещённость при которой включается освещение. После чего медленно поворачивать потенциометр, пока свет не включится.

Фоторезистор — называется полупроводниковый элемент, который в зависимости от освещения меняет своё сопротивление. Главной его частью является полупроводник, имеющий выводы и расположен так чтобы на него мог попадать свет. Не зависимо от направления тока фоторезистор обладает проводимостью, это связано из-за того, что он не обладает р-п переходом.

Принцип работы заложен в следующем: при отсутствии светового потока р-п переход заперт. При попадании света на светочувствительную поверхность сопротивление уменьшается и тем самым в зону проходимости датчика будут выходить электроны. Фотодатчик не даёт сигнал на включение освещения, если на его чувствительную часть попадает свет, срабатывание происходит в зависимости настройки чувствительности датчика. Применяют фоторезисторы во всех отраслях, где присутствует автоматизация, больше всего в области уличного освещения.

1.2 Исходные данные бакалаврской работы.

Исходные данные для выбранного проекта второго этажа УПО – 1:

- 1) светильник люминесцентный ЛПП 2х36, потолочный;
- 2) гофра (кабель, подключенный к светильнику при выходе из стены находится в гофре;
- 3) кабель алюминиевый АВВГ 2х1,5;
- 4) выключатель клавишный, двухпостовой;
- 5) автоматический выключатель фирмы IEK C16;
- 6) распределительная коробка, встроенная в стену.

Исходные данные для нового автоматизированного освещения второго этажа УПО – 1:

- 1) светодиодный светильник Grand master, мощность 36 Вт;
- 2) светильник для дежурного освещения VILED;
- 3) светильник для аварийного освещения SKAT, мощность 5 Вт;
- 4) датчик присутствия Orbis Ecomat OB 133312;

- 5) фотоэлектрический датчик фирмы Scheider electric, модель XUK1ARCNL2;
- 6) бокс для автоматов МКР12-N-12-40-10;
- 7) автоматический выключатель ABB SH-201L C6;
- 8) автоматический выключатель ABB SH-201L C2;
- 9) кабель канал (настенный, жёсткий) 40х40;
- 10) провод 3х1 ПВС;
- 11) провод 1х0,75 ПуГВ;
- 12) распределительная коробка, выносная;
- 13) контроллер многоканальный RGB.

2. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИИ

2.1 Анализ помещения промышленного участка (УПО-1).

Система освещения второго этажа участка состоит из люминесцентных светильников дневного света, дежурного освещения и двухпостовых клавишных выключателей. Недостатком системы является ручное включение и выключение освещения, шум, производимый при работе лампами освещения, неэкономичное использование электроэнергии. Следовательно, потребуется замена старых люминесцентных ламп на новый источник освещения – светодиодный, а также клавишных выключателей на автоматическую систему включения и отключения освещения. Эта модификация позволяет нам снизить затраты на электричество. На втором этаже УПО-1 в коридоре отсутствует дежурное освещение, затрудняя прохождение рабочего персонала в тёмное время суток в связи с круглосуточным режимом работы.

2.1.1 Проектирование новой системы освещения.

Для проектирования новой системы освещения будут введены датчики присутствия, которые позволят осуществлять автоматическое включение освещения при появлении человека в контролируемой датчиком зоне. Необходимо подобрать такие датчики, которые будут автоматически анализировать текущую освещённость в зоне и включать свет при низком уровне освещённости.

Замена люминесцентных ламп на светодиодные. К новым лампам будут выдвигаться особые требования. Основное из них – экономичность при неизменном уровне освещённости. Необходима возможность интеграции ламп в новую систему, то есть чтобы лампы могли работать с автоматическими датчиками освещения и поддерживать дежурное освещение. Будет произведена замена кабель-канала и проводки на освещение, установлен новый бокс с автоматическими выключателями, в необходимых местах

установлены датчики присутствия, установлен блок контроллера для общего управления датчиками и два фотодатчика для контролирования освещения в помещениях.

Второй этаж промышленного участка №1 представлен на рисунке 1. Участок разделяется на следующие части: коридор 1, коридор 2, кабинет начальника, кабинет заместителя начальника, кабинет мастеров, диспетчерская, бытовое помещение, туалет, комната проверки блоков, красный уголок. Также на рисунке 2 будет располагаться старый план расположения освещения.

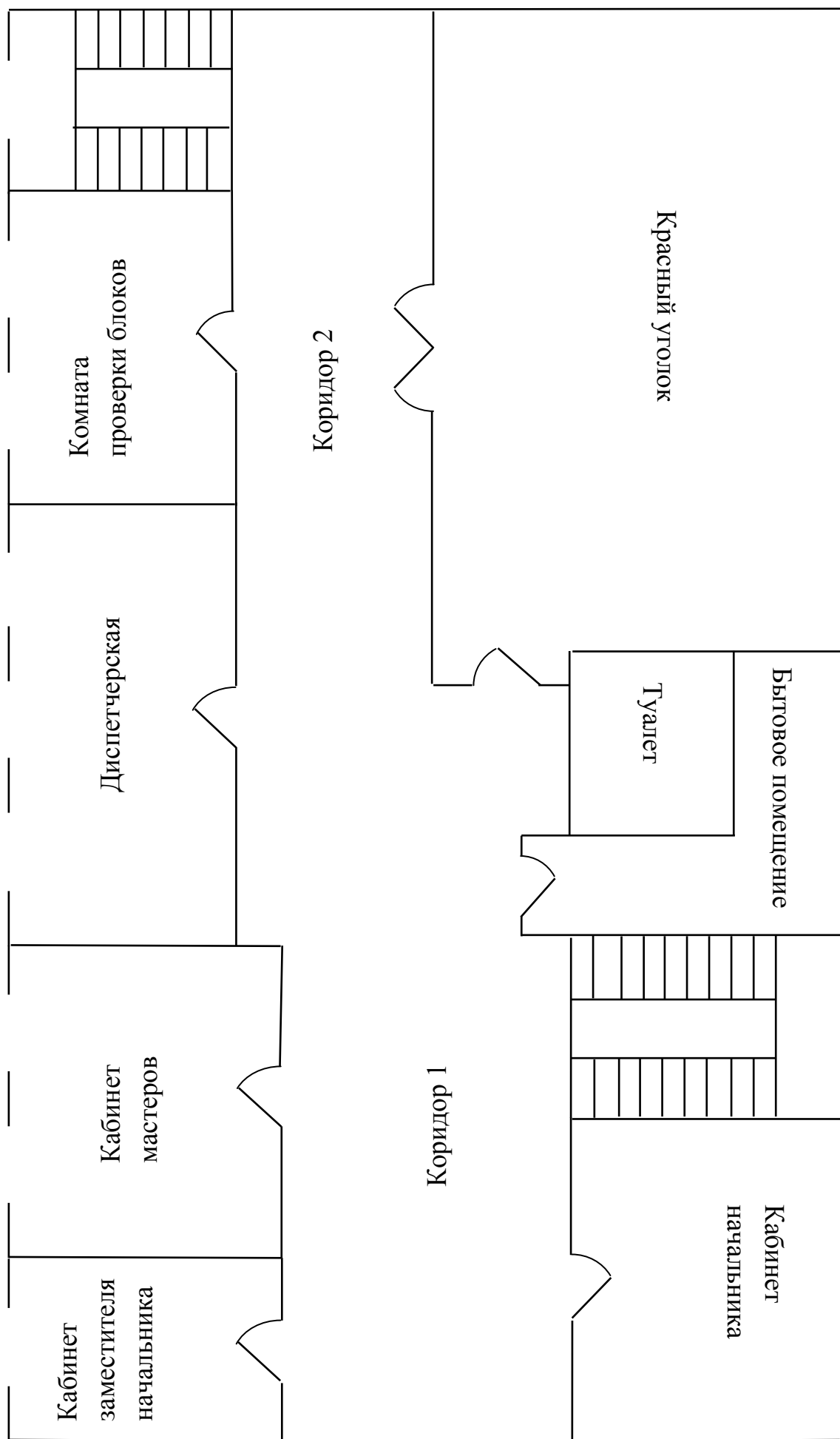


Рисунок 1 – План расположения кабинетов второго этажа УПО - 1

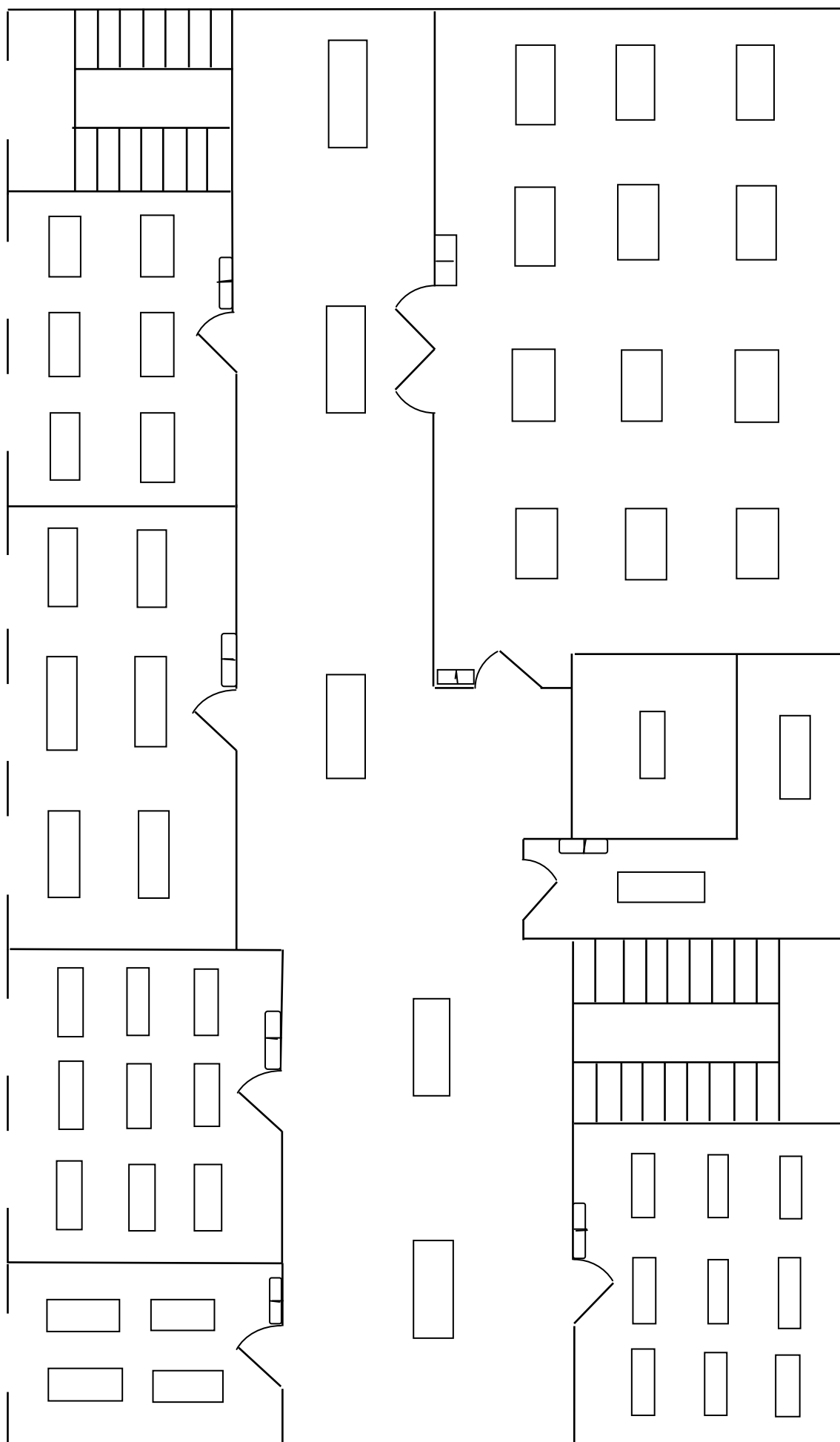


Рисунок 2 – План расположения люминесцентных светильников (до автоматизации освещения)

2.1.2 Выбор автоматической системы для включения и выключения освещения.

Главной задачей для датчика присутствия является реагирование на появление, передвижение объекта. Датчик должен определять объект, его удаление и приближение, вовремя срабатывать при нахождении человека в поле действия, и аналогично отключаться при отсутствии объекта из радиуса реагирования.

Для внедрения нового автоматического освещения были выбраны датчики присутствия фирмы Orbis Ecomat модели OB133312.

Технические паспортные данные для датчика присутствия OB133312:

- 1) Напряжение питания от сети переменного напряжения 220 В;
- 2) Дальность реагирования на приближение составляет 6 м;
- 3) Задержка времени на отключение датчика от 3 сек до 30 мин;
- 4) Угол максимального обзора составляет 360^0 ;
- 5) Высота рекомендуемой установки 1,7 м;
- 6) Размеры: 78x42x118;
- 7) Потребляемая мощность датчика 5 Вт.

Такие датчики подходят для нового проекта автоматического освещения. Монтаж осуществляется при входе в коридоре или в кабинете. Сам сигнал, поступающий с датчика, при присутствии объекта, проникает сквозь не металлические поверхности.

Основные недостатки для датчиков присутствия:

- 1) Наличие зоны не определения объекта. Такие зоны, в основном, преобладают около стен или в местах, где присутствует металлическая поверхность, не отражающая сигнала;

2) Тёплый воздух может вызвать нежелательное включение освещения через датчик. Для исключения этого располагать датчики нужно таким образом, чтобы исключить попадание воздуха кондиционера или радиаторов отопления;

3) Низкое определение точности датчика при установке вне здания. Связано это с тем что инфракрасное излучение будет реагировать на естественные факторы воздействия окружающей среды, например, прямые лучи солнечного света, дождь, снег и т.п.

Расположение датчиков присутствия, должно быть рациональным. Нужно учитывать все недостатки, перечисленные выше и исключить их. Располагать датчик следует около входа в помещение.

План расположения датчиков присутствия и фотодатчиков на втором этаже промышленного участка приведён на рисунке 3.

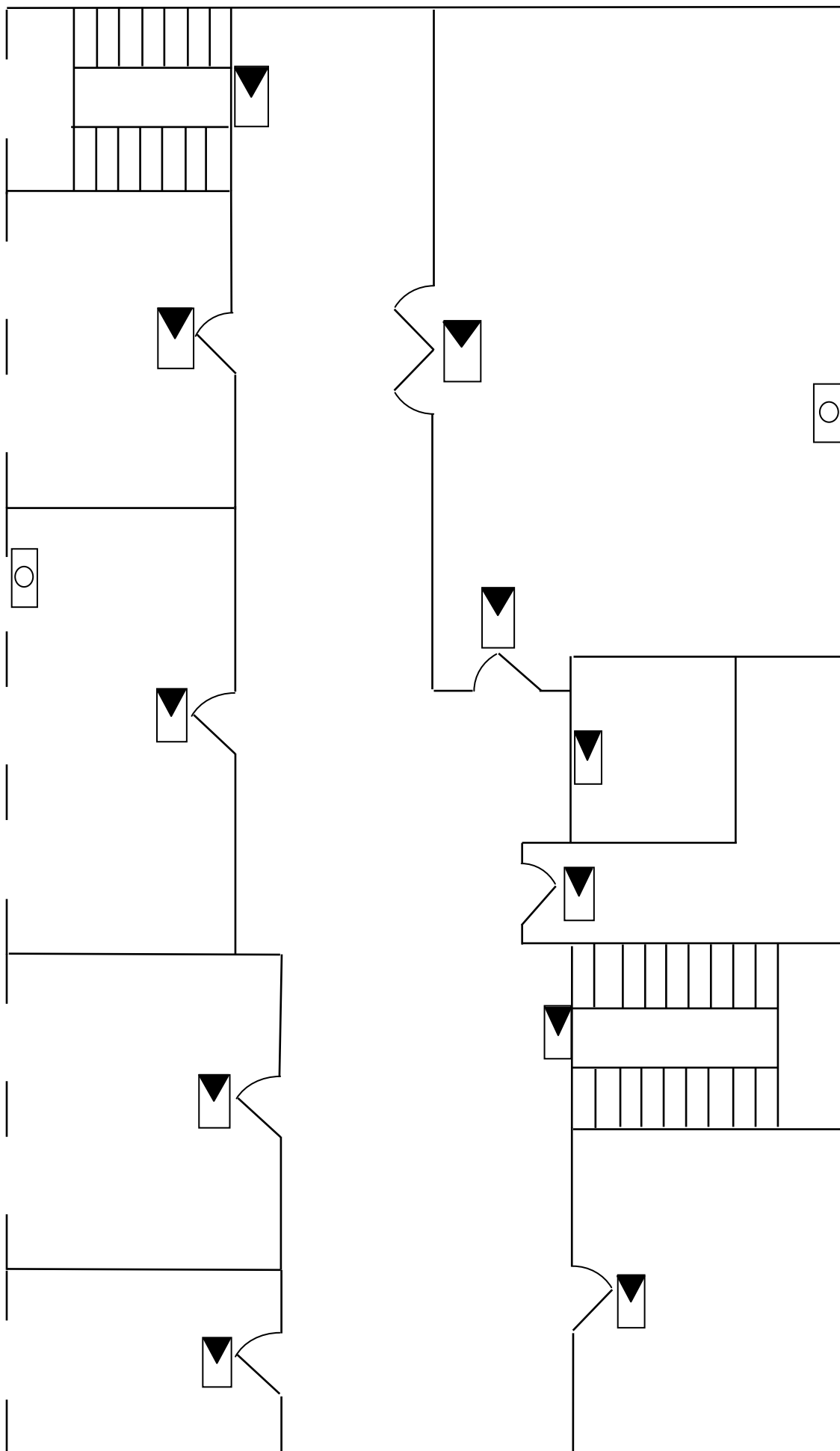


Рисунок 3 – План расположения датчиков присутствия и фотодатчиков

2.1.3 Выбор светодиодных светильников.

Для нового освещения выбраны производственные светильники нового поколения Grand master.

Характеристики производственного светодиодного светильника фирмы Grand master:

- 1) напряжение питания составляет 220 В;
- 2) потребляемая мощность 36 Вт;
- 3) поток света около 4000 лм;
- 4) срок работы составляет около 100000 ч;
- 5) угол излучения 120 градусов;
- 6) степень защиты – влагозащищенный IP 65;
- 7) габаритные размеры – 1330x200x100 мм (длинный светильник)

Преимущества светодиодного светильника фирмы Grand master:

1) большой срок службы по сравнению с люминесцентными лампами. Он составляет примерно 100000 часов (это около 12 лет);

2) мгновенное включение, обеспечивает стабильную работоспособность, отсутствие шума при работе;

3) светильники не требуют специальной утилизации при выходе из строя;

4) отсутствие эффекта низкочастотных пульсаций;

5) высокая экономичность электропотребления.

План расположения светодиодных светильников на втором этаже промышленного участка показан на рисунке 4.

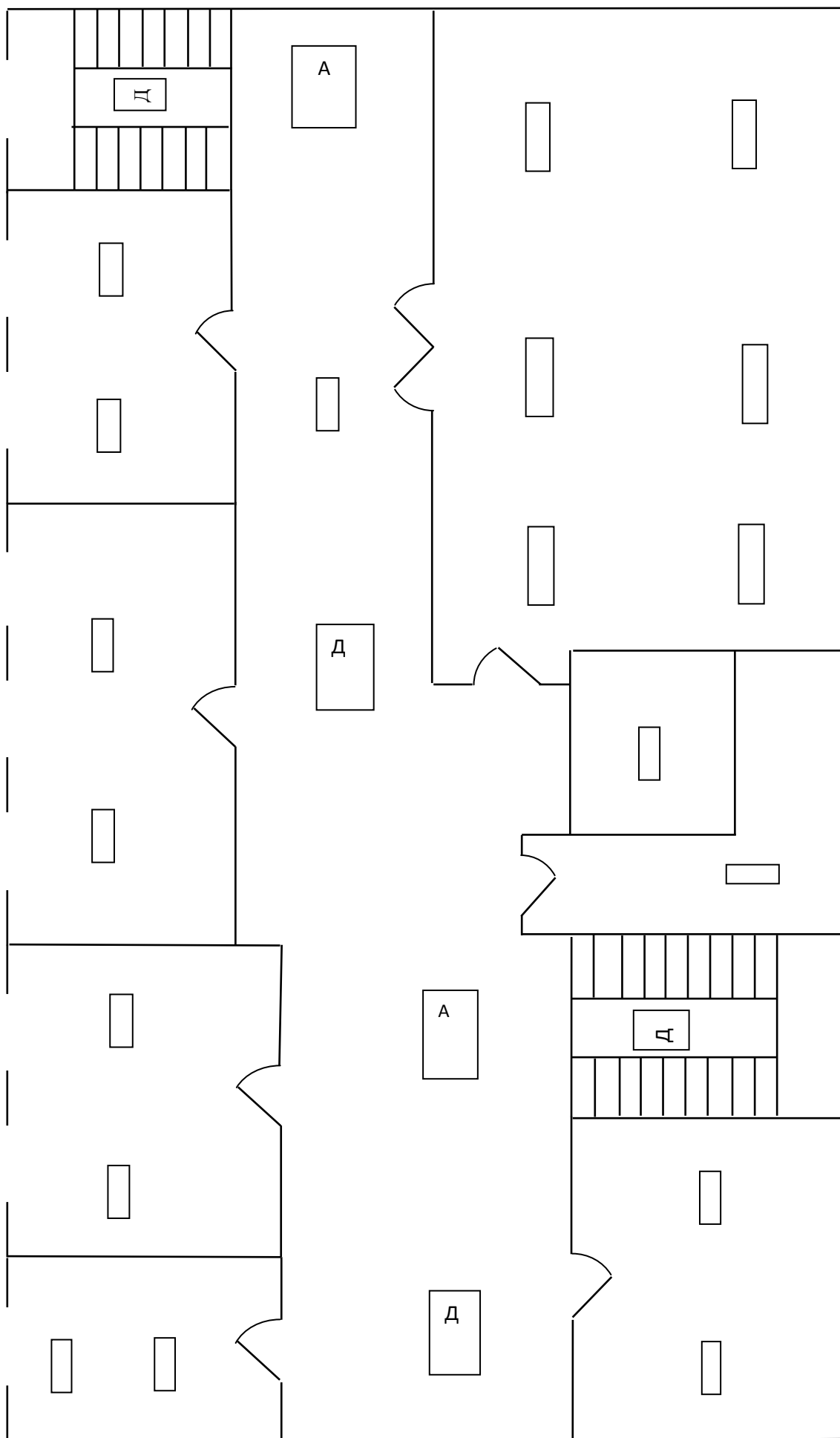


Рисунок 4 – План расположения светодиодных светильников (рабочие, дежурные, аварийные)

Такая установка светильников позволит обеспечить необходимый уровень освещённости для данного помещения с использованием наименьшего количества ламп. Такое расположение (рис.4), а также улучшенные характеристики светильников, даст нам возможность установить светодиодные светильники в два раза меньше по сравнению с люминесцентными и позволит обеспечить необходимый уровень освещенности для данного типа помещения. Для того, чтобы показать необходимость для замены светильников старого образца на новые, произведём сравнительный анализ между ними.

Таблица 1 – Сравнительный анализ источников света.

Источник света	Лампа накаливания	Лампа люминесцентная	Светодиодный светильник
Потребляемая мощность, Вт	60	40	36
Срок работы, часов	1000	10000	100000
Чувствительность к перепадам напряжения	Низкая, резко сокращает срок службы, приводит к перегрузкам электросетей	Низкая, резко снижается срок службы и качество света	Очень высокая, достигается использованием блока питания с диапазоном входного напряжения от 85 до 264 В.
Надёжность, ремонтпригодность	Нет, лампа хрупкая, нить накала чувствительна к вибрации	Нет, лампа хрупкая	Хорошая, при необходимости можно произвести замену любых элементов светильника.
Экологичность	Да	Требуется утилизация	Да

Можно выделить следующие пункты, показывающие эффективность в выборе светодиодных светильников:

- 1) Эффективность по освещённости светильника светодиодного относительно светильника с лампой мощностью 60 Вт – в 2 раза выше;
- 2) Электрическая мощность потребления светильника светодиодного относительно светильника с лампой мощностью 60 Вт – в 7 раз меньше;
- 3) 7 светильников светодиодных потребляют такую же мощность, как один светильник с лампой накаливания мощностью 60 Вт;
- 4) Экономия электроэнергии при замене светильника с лампой накаливания на светильник с светодиодами составит – минимум 6 раз.

Таблица 2 – Сравнительный анализ использования светильников различного типа.

Источник света	Лампа накаливания	Лампа Люминесцентная	Светильник светодиодный
Потребляемая электрическая мощность	60	20	8 – 0,8
Расход электроэнергии в год, кВт/ч (при работе светильника по 14 ч в)	306,6	102,2	14,6 – 1,46

Продолжение таблицы 2.

Затраты на электроэнергию (при стоимости 3,5 руб за кВт/ч), рублей	1073,1	357,7	51,1 – 5,11
Стоимость светильника, руб	300	700	1650
Затраты на замену ламп в год (среднее), руб.	105,12	210	0
Затраты на обслуживание светильников, замену ламп, руб	1576,8	315	0
Затраты на утилизацию ламп, руб	0	21	0
Ежегодные затраты для работы светильника, руб	2755,02	882,7	51 – 5,11

2.1.4 Выбор светильников для дежурного освещения.

Для дежурного освещения были выбраны светильники нового поколения бренда VILED.

Основные паспортные характеристики производственного светильника, выбранного для дежурного освещения второго этажа УПО-1:

- 1) Потребляемая мощность светильника составляет 42 Вт;
- 2) Питающее напряжение составляет 220 В;
- 3) Степень защиты является IP65;

- 4) Срок службы работы светильника составляет примерно 100000 часов;
- 5) Размеры составляют 1000x200x100 мм
- 6) Поток света составляет около 650 лм

Основные преимущества для светодиодных светильников, использованных для дежурного освещения бренда VILED, в отличие от люминесцентных, являются следующие показатели:

- 1) При работе светодиодных светильников, выделение ультрафиолетового излучения меньше чем у люминесцентных;
- 2) Малое тепловыделение, тем самым позволяющее сэкономить электропотребление, т.к. при выделении большого количества тепла употребление электроэнергии возрастает и затраты получаются неразумными;
- 3) При эксплуатации не выделяют ядовитых паров, такие как ртутные, тем самым являются безопасными;
- 4) Светодиодная лента (или лампа) в отличие от люминесцентных ламп является очень удобной при эксплуатации и утилизации. Так же большим преимуществом является различие габаритов самих ламп;
- 5) В люминесцентных светильниках для увеличения светоотдачи используют различного рода рассеиватели, поверхность которых позволяет отражать световые лучи. Мощности в светодиоде вполне достаточно для выделения большей светоотдачи и не требуют никаких дополнительных установок, позволяющих увеличивать рассеивание электрического света;
- 6) Основной показатель, можно так сказать, светодиодного светильника является его большой срок службы работы, чем у большого количества люминесцентных ламп.

Основными недостатками, преобладающие в данное время у светодиодных светильников являются следующие:

1) Повышенная цена на приобретение нового поколения светильников, в отличие от люминесцентных;

2) Питание светодиодных ламп не предназначено для питания от электросети переменным напряжением 220 В. Из-за этого приходится использовать преобразователь напряжения. Благодаря меньшему напряжению питания, в отличие от люминесцентных, соединение светодиодов выполняется только последовательно;

3) При подключении одного светодиода от бытовой сети необходимо пользоваться преобразователем постоянного тока и для охлаждения преобразователя использовать специальный радиатор. Это значительно увеличивает габариты электросветильника и так же при открытом радиаторе требуется дополнительная защита от повреждения радиатора.

По новому проекту расположение дежурного освещения будет располагаться в коридоре и над лестничным проемом. Это сделано для того, чтобы при возникновении производственной опасности тёмные (коридор) и опасные (лестничные ступеньки) места были освещены при их прохождении. Электрическое питание будет производиться отдельно от основного, так как они будут гореть круглосуточно, тем самым заряжать аккумулятор, который при отключении питания будет обеспечивать необходимое освещение в коридоре. К двум светодиодным светильникам будут подключены по одному аварийному, для поддержания питания.

Места расположения светильников для дежурного освещения показано на рисунке 4.

2.1.5 Выбор светильников для аварийного освещения.

Аварийное освещение на промышленном участке должно быть минимальным, потому что предназначается только для указания путей выхода при возникновении опасного положения в помещении. В аварийном освещении

преобладает аккумулятор для накопления электричества. Заряда должно хватить на долгое время после отключения основного.

Для установки нового вида аварийного освещения в помещении второго этажа промышленного участка были выбраны светильники следующего бренда SKAT, модели LED – 220 E27 IP54.

Данные характеристики для аварийного освещения:

- 1) Потребляемая мощность составляет 5 Вт;
- 2) Поток света составляет 350 лм;
- 3) Время работы в аварийном режиме 3 часа;
- 4) Емкость встроенного аккумулятора составляет 900 мАч, напряжением 3,7 В;
- 5) Размеры габаритов 243x236x105;
- 6) Питание осуществляется переменным напряжением 220 В;
- 7) Степень защиты IP54.

Такой тип светильника очень хорошо подходит для установки аварийного освещения. Он используется в таких местах, где постоянно происходят отключения электричества или скачки напряжения. Светильники SKAT очень хорошо устойчивы к ним, у них отсутствует мерцание светодиода при перепаде напряжения. Большое качество является наличие аккумулятора, который при зарядке позволит обеспечить бесперебойной работой светильник после отключения основного света в помещении, где присутствует недостаточное освещение. Располагаться аварийные светильники должны у выходов и выделяться особым цветом, например, красный. Данный тип светильников предполагают наличие светодиодов белого цвета, но окраска плафона является красной. Аварийное освещение в проекте необходимо для указания расположения места выхода со второго этажа УПО – 1 при

возникновении опасности. Подключение будет осуществляться вместе с дежурным освещением, так как для заряда аккумулятора необходимо постоянное электрическое питание.

Расположение аварийных светильников указано на рисунке 4.

2.1.6 Выбор фотоэлектрического датчика.

Фотодатчик в новой системе автоматического освещения нужен для контроля освещённости помещения. Его предварительно отстраивают на нужную освещённость в помещении. При недостаточном освещении фотодатчик срабатывает, подаётся сигнал на включение датчика присутствия. В присутствии человека включается освещение. Если в помещении достаточно света для нормальной работы человека, освещение не включится. Это сделано для того, чтобы не тратить электроэнергию в неразумных целях.

В новом проекте были выбраны фотодатчики фирмы Scheider electric модели XUK1ARCNL2.

Технические характеристики для данных датчиков:

- 1) Питание производится как от постоянного, так и от переменного напряжения 24-240 В;
- 2) Скорость для срабатывания 60 мс;
- 3) Размеры 50x50x18 мм;
- 4) Расстояние на срабатывание максимально составляет 10 м;
- 5) Рабочий ток 3 А;
- 6) Степень защиты IP65;
- 7) Фотоэлектрический тип датчика с инфракрасным отражением;
- 8) Частота срабатывания составляет 10 Гц;

Недостатки для фотодатчиков следующие:

- 1) Высокая цена на приобретение;
- 2) Большая сложность для датчика — это определение чёрных объектов на белой поверхности;
- 3) Отсутствие для подавление заднего и переднего фона.

3 РАСЧЕТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ

3.1 Расчет нагрузки датчиков движения

Из технических паспортных данных для датчика присутствия ОВ 133312 (пункт 2.1.2), мы можем рассчитать необходимый номинальный ток.

3.1.1 Расчет номинального тока для датчиков присутствия.

$$I_{\text{ном}} = P_{\text{общ}}/U, \quad (3.1)$$

Где: $P_{\text{общ}}$ – общее количество датчиков;

U – напряжение сети.

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{н}} \cdot n, \quad (3.2)$$

Где: $P_{\text{н}}$ мощность датчика присутствия;

n – общее количество датчиков

$$P_{\text{общ}} = 5 \cdot 11 = 55 \text{ Вт}$$

$$I_{\text{ном}} = 55/220 = 0,25 \text{ А}$$

Датчики присутствия будут подключаться совместно с основным освещением. Выбор автоматического автомата будет рассчитан вместе с расчётом номинального тока осветительной нагрузки. Кабель для подключения находится в комплекте с датчиком и заранее подсоединен. Кабель ПуГВ, 3-х жильный, S сечения $0,75 \text{ мм}^2$.

3.2 Расчет нагрузки освещения

В данном разделе проекта будет использована система освещения со светодиодными промышленными светильниками. Для мест, где предусматривается равномерное освещение, выполняется расчёт с помощью коэффициента использования потока освещения. По этому правилу рассчитывается учёт потока освещенности на поверхность пола и предметов.

Для выбранного участка выбрана нормированная освещенность $E = 300$ лк.

Размеры для выполнения расчёта второго этажа промышленного участка: высота 4 м, ширина 11 м, длина 25 м, площадь 275 м^2 .

Светотехнический расчет осветительной нагрузки

3.2.1 Высота подвеса светодиодного светильника над рабочей высотой установки:

$$h = H - (h_{\text{п}} + h_{\text{в}}), \quad (3.3)$$

где: $h_{\text{п}}$ – является высота поверхности над уровнем пола, равна $h_{\text{п}} = 0,8$ м;

$h_{\text{в}}$ – высота подвеса светодиодного светильника, равное $h_{\text{в}} = (0,2 \dots 0,25) \cdot H_0$;

$h_{\text{с}}$ – высота потолка над рабочей поверхности, м;

H – основная высота в помещении, м.

$$H_{\text{с}} = 0,2 \cdot 3,2 = 0,64 \text{ м}$$

$$h = 4 - (0,8 + 0,64) = 2,56 \text{ м}$$

3.2.2 Показатель для помещения промышленного участка:

$$i = A \cdot B / h \cdot (A + B), \quad (3.4)$$

где: A – основная длина помещения, м;

B – основная ширина помещения, м.

$$i = 25 \cdot 11 / 2,56 \cdot (25 + 11) = 3 \text{ м}$$

3.2.3 Коэффициент светового потока составляет $\eta = 0,9$.

3.2.4 Расстояние между рядами светильника:

$$L = \lambda \cdot h, \quad (3.5)$$

где: λ – критерии экономичности освещения, для светодиодных ламп $\lambda = 0,8$.

$$L = 0,8 \cdot 5,56 = 4,45 \text{ м}$$

3.2.5 Расстояние от стены до первого ряда светильника:

$$\ell = (0,25 \dots 0,5) \cdot L \quad (3.6)$$

$$\ell = 0,5 \cdot 4,45 = 2,2 \text{ м}$$

Количество рядов светильников по длине и ширине светильников принимаем равным по новому проекту. По длине количество светильников равняется 14 шт, а по ширине 10 шт. Вместе с основным освещением в расчёт принято дежурное освещение. Дополнительно будут установлены светильники аварийного освещения около лестничных ходов, которые будут выполнять

указательную роль. Так же необходимо учесть, что помещение поделено на кабинеты, в которых находится разное количество установленных светильников.

3.2.6 Световой поток одного светильника:

$$\Phi = E \cdot K_3 \cdot A \cdot B \cdot z / N_B \cdot N_A \cdot \eta, \quad (3.7)$$

где: E – линии освещения;

K_3 – коэффициент запаса, равен 1,5 для светодиодных ламп;

z – коэффициент минимальной освещенности, равен 1,1.

$$\Phi = 300 \cdot 1,5 \cdot 25 \cdot 11 \cdot 1,1 / 10 \cdot 15 \cdot 0,9 = 1008 \text{ лм}$$

Нормируемый световой поток равен $\Phi_n = 1008 \text{ лм}$.

Расчет нагрузки для освещения.

При выборе проводов необходимо обеспечивать у источников света необходимое освещение, т.к. при этом обеспечивается наиболее экономичная их работа. Нагрузки тока нагрузки на определённые провода не должна быть выше определённых показаний, это нужно для: продления срока службы, сохранения изоляции и также для пожарной безопасности в пожарной системе; выбранные при расчётах сечения проводов по механической прочности должны обеспечить целесообразную надёжность при монтаже и эксплуатации.

На основании расчётов в электротехнике определяется установленная мощность освещения и представляет общую сумму всех мощностей светильников.

Максимальная мощность ламп может превышать расчетную, так как по разным причинам некоторые лампы могут не работать.

3.2.7 Активная мощность рабочей осветительной установки:

$$P_{\text{осв}} = P_n \cdot N \cdot K_u \cdot K, \quad (3.8)$$

где: P_n – номинальная мощность одной лампы, Вт;

N – количество светильников, шт;

K_u – коэффициент использования светового потока, $K_u = 0,9$;

K – коэффициент для светодиодных светильников, $K = 1$.

$$P_{\text{осв}} = 36 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,65 \text{ кВт}$$

3.2.8 Реактивная мощность осветительной установки:

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \cdot \text{tg}\varphi, \quad (3.9)$$

где: $\text{tg}\varphi = 0,95$ для освещения.

$$Q_{\text{осв}} = 0,65 \cdot 0,95 = 0,62 \text{ кВАр}$$

3.2.9 Полная мощность осветительной нагрузки:

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{P_{\text{осв}}^2 + Q_{\text{осв}}^2} \quad (3.10)$$

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{0,65^2 + 0,62^2} = 0,89 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

3.2.10 Номинальный ток осветительной нагрузки:

$$I_{\text{ном}} = S_{\text{осв}} / \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \quad (3.11)$$

$$I_{\text{ном}} = 0,89 / \sqrt{3} \cdot 0,22 = 2,3 \text{ А}$$

Совместное подключение с датчиками присутствия (пункт 3.1.1):

$$I_{\text{ном общ}} = 2,3 + 0,25 = 2,6 \text{ А}$$

3.2.11 Выбор сечения и марки провода по допустимому нагреву

$$S = 1 \text{ мм}^2$$

Принимаем к установке провод с медными жилами сечением 1 мм^2 , количество жил – 3, допустимым током 6 А марки ПВС.

3.2.12 Выбор вводного автомата для осветительной сети:

Ток теплового расцепителя:

$$I_{\text{теп}} = I_{\text{ном}} \cdot 1,15 \quad (3.12)$$

где: $I_{\text{ном}}$ – номинальный ток для основного освещения

$$I_{\text{теп}} = 2,6 \cdot 1,15 = 3 \text{ А}$$

К установке принимаем автоматический выключатель SH201L с номинальным током 6 А и током теплового расцепителя 6 А.

Рассчитаем необходимый ток, который требуется для дежурного освещения:

3.2.13 Активная мощность для дежурного освещения:

$$P_{\text{осв}} = 42 \cdot 4 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,15 \text{ кВт}$$

3.2.14 Реактивная мощность для дежурного освещения:

$$Q_{\text{осв}} = 0,15 \cdot 0,95 = 0,14 \text{ кВАр}$$

3.2.15 Полная мощность осветительной нагрузки:

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{0,15^2 + 0,14^2} = 0,2 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

3.2.16 Номинальный ток осветительной нагрузки дежурного освещения:

$$I_{\text{ном}} = 0,2 / \sqrt{3} \cdot 0,22 = 0,5 \text{ А}$$

Рассчитаем необходимый ток, который потребуется для аварийного освещения:

3.2.17 Активная мощность для дежурного освещения:

$$P_{\text{осв}} = 10 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,02 \text{ кВт}$$

3.2.18 Реактивная мощность для дежурного освещения:

$$Q_{\text{осв}} = 0,02 \cdot 0,95 = 0,02 \text{ кВАр}$$

3.2.19 Полная мощность осветительной нагрузки:

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{0,02^2 + 0,02^2} = 0,03 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

3.2.20 Номинальный ток осветительной нагрузки дежурного освещения:

$$I_{\text{ном}} = 0,03 / \sqrt{3} \cdot 0,22 = 0,08 \text{ А}$$

3.2.21 Выбор сечения и марки провода по допустимому нагреву для, дежурного и аварийного освещения:

$$S = 1 \text{ мм}^2$$

Принимаем к установке провод с медными жилами сечением 1 мм², количество жил – 3, допустимым током 2 А марки ПВС.

3.2.22 Выбор вводного автомата для осветительной сети:

Ток теплового расцепителя:

$$I_{\text{теп}} = I_{\text{ном общ}} \cdot 1,15 \quad (3.13)$$

где: $I_{\text{ном общ}}$ – общая сумма токов, получившихся при расчётах дежурного и аварийного освещения:

$$I_{\text{ном общ}} = 0,5 + 0,08 = 0,58 \text{ А}$$

$$I_{\text{теп}} = 0,58 \cdot 1,15 = 0,67 \text{ А}$$

К установке принимаем автоматический выключатель SH201L с номинальным током 2 А и током теплового расцепителя 2 А.

План подключения автоматического освещения для новой разработанной схемы располагается на рисунке 5. Так же на рисунке 6 показана электрическая схема для подключения светильников.

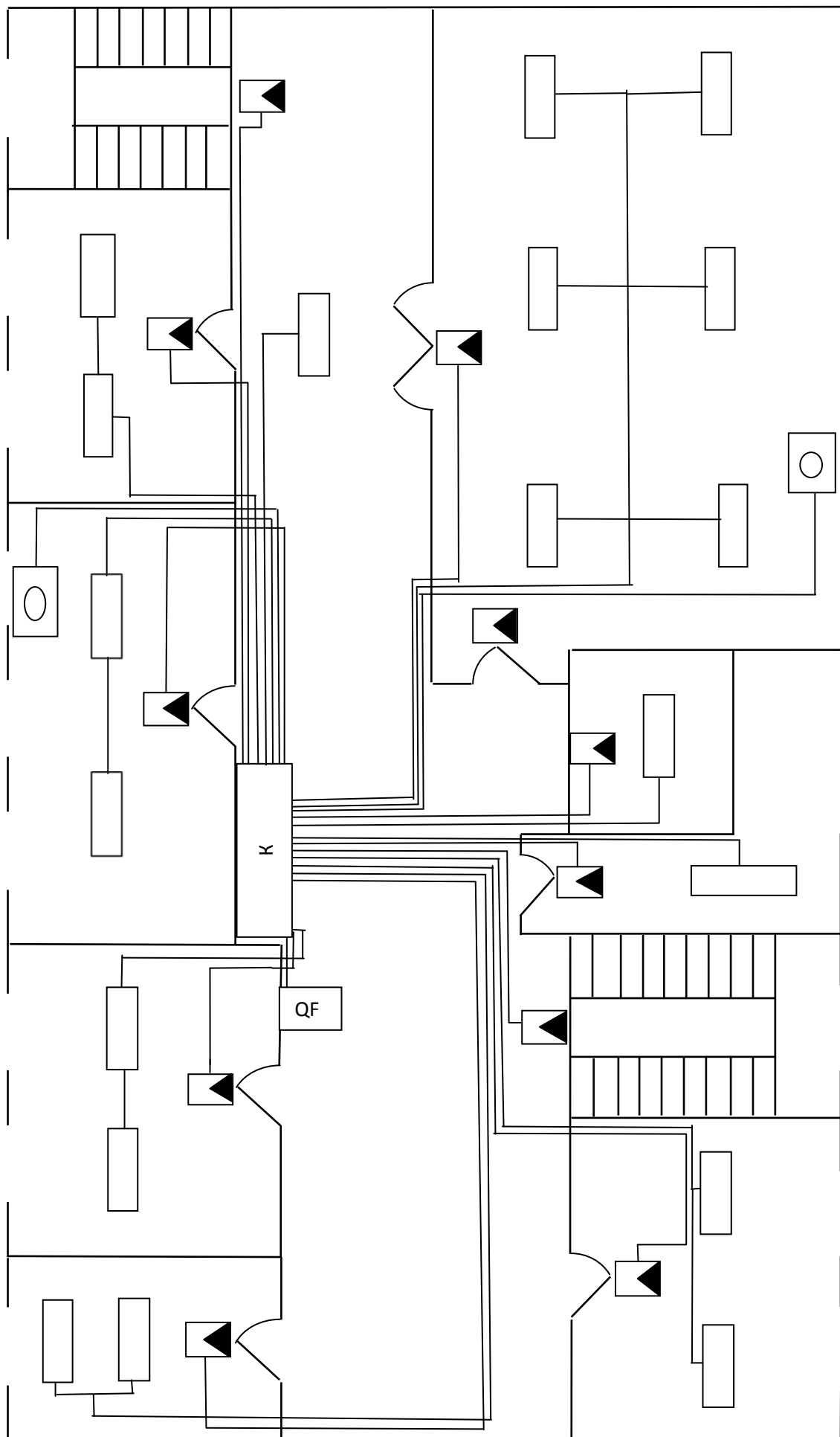


Рисунок 5 – План подключения автоматического освещения

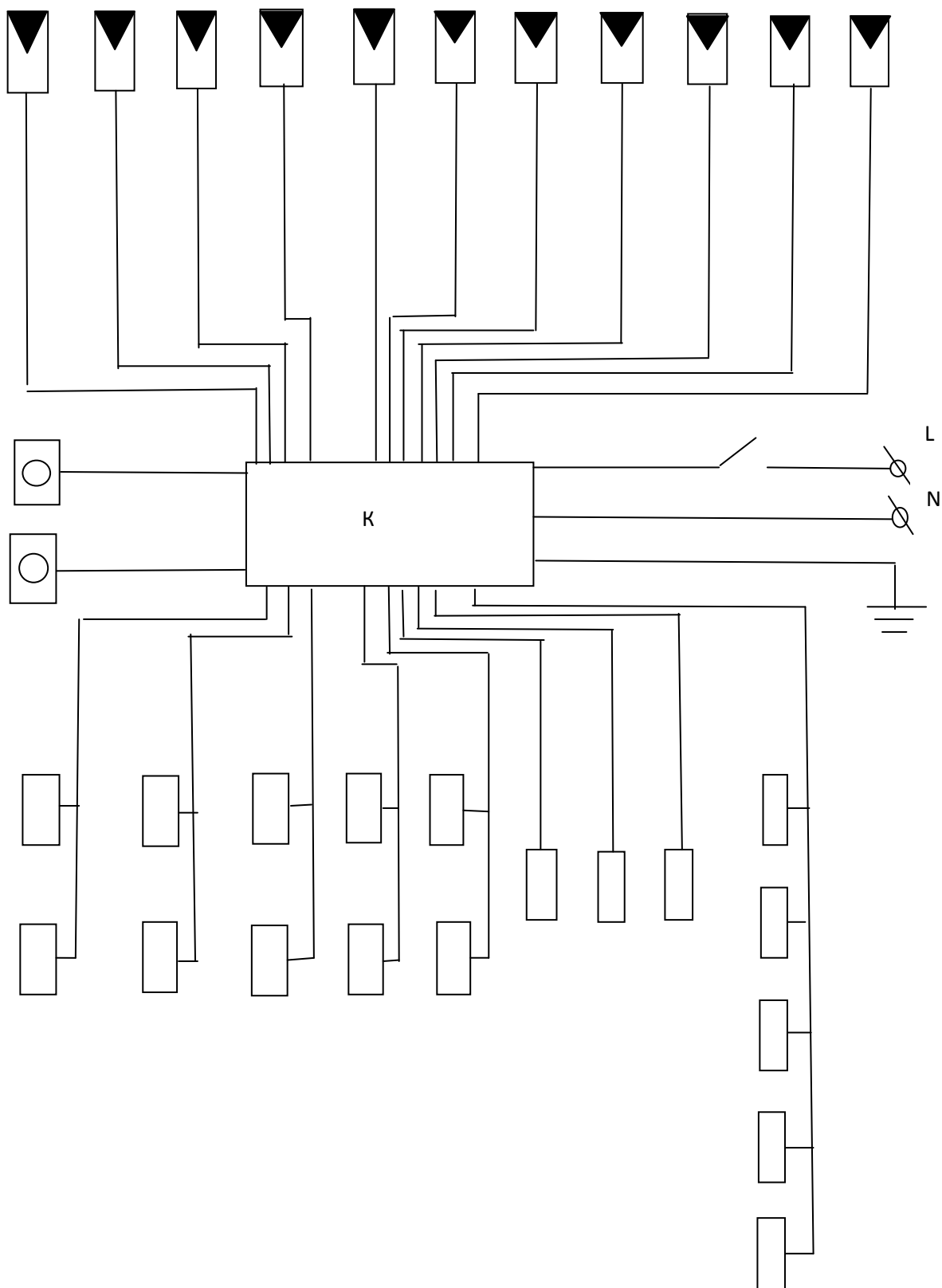


Рисунок 6 – Электрическая схема для подключения светильников.

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Расчёт капитальных вложений затраченные на систему автоматического освещения в помещении

Смета является основным документом, по которому определяется стоимость электрооборудования и монтажа. При составлении сметы надо исходить из схемы электроснабжения второго этажа промышленного участка №1, материалов и монтажных изделий.

Таблица №3 Спецификация комплектных устройств, материалов и монтажных изделий для монтажа второго этажа промышленного участка №1.

№ пп	Наименование и краткие технические данные	Цены принятые для расчёта				Коли- чество
		Стоимость эл.оборудования		Стоимость монтажа		
		Единица измерения	Цена за единицу, руб	Единицы измерения	Цена за единицу, руб	
1	Фотодатчик XUK1ARCNL2 (Schneider electric)	1шт	4388	1шт	500	2
2	Автоматический выключатель ABB SH 201L C6	1шт	190	1шт	350	1
3	Автоматический выключатель ABB SH 201L C2	1шт	460	1шт	120	1
4	Контроллер RGB	1шт	4500	1шт	1500	1

Продолжение таблицы 3

4	Бокс для автоматов 12 мм ЩРН – П – 12 IEK (МКР – N – 12-40-10	1 шт	360	1 шт	350	1
5	Светодиодный светильник для аварийного освещения SKAT 243x236x105. 5 Вт	1 шт	1200	1 шт	150	4
6	Светодиодный светильник для дежурного освещения VILED 1000x200x100. 42 Вт	1 шт	2550	1 шт	150	4
7	Светодиодный светильник производственный Grand master 1330x100. 36 Ватт	1шт	2700	1шт	150	20
8	Датчик присутствия Orbis Ecomat OB133312	1шт	7269	1шт	100	11
9	Кабель канал (настенный, жёсткий) 40x40	1м	47	100м	2000	800

Продолжение таблицы 3

10	Провод 3х1,5 Медный ПВС	1м	36	100м	3000	800
11	Провод 1х0,75 ПуГВ	1м	8	100м	2500	800

В таблице 3 приведены цены 2016 года. Цены приведены за одну единицу оборудования. Кабель канал и проводка приведены в метрах. Также приведена стоимость услуг специалистов за единицу оборудования в Самарской области. Заказ можно производить через социальную сеть – Интернет.

4.2 Смета на приобретение и монтаж электрического оборудования

Таблица №4 Общие затраты на модернизацию второго этажа промышленного участка №1.

№ пп	Наименование и характеристики оборудования и монтажных работ	Ед. измер.	Кол- во	Сметная стоимость единицы			Общая стоимость
				Оборудов.	Всего заплачено	З/П основ	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Фотодатчик XUK1ARCNL2 (Schneider electric)	шт	2	4388	1000	500	8776
2	Бокс для автоматов 12мм ЩРН-П-12 IEK (МКР12-N-12-40-10)	шт	1	360	350	350	360

Продолжение таблицы 4

3	Автоматический выключатель ABB SH 201L C2	шт	1	460	120	120	460
4	Автоматический выключатель ABB SH 201L C6	шт	1	190	120	120	190
5	Светодиодный светильник производственный Grand master 1330x100. 36 Ватт	шт	20	2700	3000	150	54000
6	Светодиодный светильник для дежурного освещения VILED 1000x200x100. 42 Вт	шт	4	2550	600	150	10200
7	Светодиодный светильник для аварийного освещения SKAT 243x236x105. 5 Вт	шт	2	1200	300	150	2400
5	Датчик присутствия Orbis Ecomat OB133312	шт	11	7269	1100	100	79959
6	Кабель канал (настенный, жёсткий) 40x40	м	800	47	16000	2000	37600

Продолжение таблицы 4

7	Провод 3х1,5 Медный ПВС	м	800	36	24000	3000	28800
8	Провод 1х0,75 ПуГВ	м	800	8	20000	2500	6400
9	Контроллер RGB 4500	шт	1	4500	1500	1500	4500
	Итого: за оборудование и монтаж				68090		233645
	Транспортные расходы 7%						16355
	Итого: общее				68090		250000

При расчётах на затраты, транспортировку получилось: общая стоимость на приобретение оборудования, проводки и кабель канала составила 250000 рублей. Затраты на рабочих составили 68090 рублей. Всего затрачено (общая цена): $250000 + 68090 = 318090$ рублей.

4.3 Расчет стоимости годовых потерь электроэнергии

Годовой расход электроэнергии определяется по формуле:

$$W = W_c + W_o, \quad (4.1)$$

где: W_c – расход силовой электроэнергии за год, кВт·час;

W_o – расход осветительной электроэнергии за год, кВт·час

4.3.1 Расчет расхода силовой электроэнергии за год:

$$W_c = N_{уст.эн} \cdot \Phi_{об} \cdot K_{ср.загр} \cdot K_{ор} / K_c, \text{ кВт} \cdot \text{час} \quad (4.2)$$

где: $N_{уст.эн}$ – общая установленная мощность светильников на участке, принимаем равной 0,9 кВт (сумма всех мощностей);

$\Phi_{об}$ – годовой фонд работы оборудования, принимаем равным 1900 часов;

$K_{ср.загр}$ – коэффициент средней загрузки оборудования, принимаем равным 0,8;

K_{op} – коэффициент, учитывающий одновременность работы различного оборудования, принимаем равным 0,5;

K_c – коэффициент, учитывающий потери в сети, принимаем равным 0,95;

$$W_c = 0,9 \cdot 1900 \cdot 0,8 \cdot 0,5 / 0,95 = 720 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

4.3.2 Расчет расхода осветительной электроэнергии за год:

$$W_o = N_{p.эн} \cdot \Phi_{осв} \cdot S_{уч} / 1000 \quad (4.3)$$

где: $N_{p.эн}$ – норма расхода осветительной электроэнергии, принимаем равной 16;

$\Phi_{осв}$ – годовой фонд работы электрического освещения часов в зависимости от климатической зоны, принимаем равным 2200 часов;

$S_{уч}$ – площадь освещения заданного этажа, $S_{уч} = 275 \text{ м}^2$

$$W_o = 16 \cdot 2200 \cdot 275 / 1000 = 9680 \text{ кВт} \cdot \text{час}$$

4.3.3 Годовой расход электроэнергии составляет:

$$W = 720 + 9680 = 10400$$

4.3.4 Стоимость годовых потерь электроэнергии находим по формуле:

$$C_{эл} = W \cdot \Pi_d, \quad (4.4)$$

где: Π_d – дополнительная плата за 1 кВт·час, электроэнергии учтенной счетчиком, принимаем равной 3,5

$$C_{эл} = 10400 \cdot 3,5 = 36400 \text{ руб}$$

По произведенным расчетам в разделе 3.3 стоимость годовых потерь электроэнергии составила 36400 рублей.

5 ОХРАНА ТРУДА

Охрана труда — это деятельность по обеспечению безопасности для работников любой сферы занятости, включает в себя реабилитационные, правовые, санитарно-гигиенические и прочие мероприятия.

5.1 Мероприятия по охране труда на проектируемом производственном участке

ОАО «Роснефть» в данный момент является одной из главных организаций по добычи нефти и газа. В ней сосредоточены большинство предприятий, обеспечивающих всю производственную цепочку, начиная от добычи до переработки нефти и газа, в том числе и за рубежом России.

Деятельность промыслового участка УПО-1 основывается на добыче нефти, ремонт нефтяного оборудования: погружных электродвигателей, повышающих трансформаторов, станции управления для погружного электродвигателя (ПЭД). Большое внимание уделяется экологической безопасности, опасным механическим факторам, противопожарной безопасности, производственному освещению, микроклимату, режиму труда и отдыха.

5.1.1 Экологическая безопасность

Любая деятельность производственного участка, цеха, предприятия, завода не может быть безотходной, что приводит к загрязнению окружающей среды. Источниками загрязнения атмосферного воздуха на промышленном участке №1 является его продукция. Это вредные пары нефтепродуктов, вредные газы, которые присутствуют при добыче нефти и газа.

Источниками загрязнения почвы вокруг нефтяной скважины является мазут. Неправильное использование оборудования может привести к выбросу нефти и газа. Попадая на почву, нефтепродукты оказывают неблагоприятное воздействие - долгое время на этом месте не растут трава и деревья.

Пагубное влияние оказывается и на ближайшие пруды и водоемы, вызывая тем самым неблагоприятные условия для жизни их обитателей.

Экологические вопросы являются неотъемлемым элементом для промысловых участков, предназначенных для добычи нефти и газа.

Экологическая сертификация даёт стимулирование для предприятия к внедрению технологических процессов, которые в минимальной степени загрязняют окружающую среду. Использование готовой продукции даёт гарантию для потребителей в безопасности, не угрожает жизни и здоровью.

Любая Политика предприятия должна быть необходимой составной частью системы экологического управления. Главными обязанностями являются:

- 1) обучение персонала в системе охраны окружающей среды;
- 2) совершенствовать систему окружающей среды;
- 3) исполнять Законы РФ, по охране окружающей среды.

Задачи для каждого работника в сфере нефтедобычи следующие:

- 1) не допускать простоя электрооборудования;
- 2) не допускать работу с повышенным экологическим риском и аварийных ситуаций;
- 3) поддерживать экологическую безопасность на рабочей территории во время обслуживания электроустановки.

5.1.2 Опасные факторы, связанные с механизмами

Приводят к повреждениям, связанными с травмами, различных видов повреждений, тяжёлым заболеваниям, которые очень трудно лечатся, уменьшению или даже потери работоспособности (инвалидность) и даже к смертельному исходу.

Выделяемые источники для опасных факторов на производстве УПО - 1 могут быть:

- 1) оборудование для подъёма различных грузов;
- 2) передвигающиеся на участке механизмы и автомашины;
- 3) не преднамеренное падение с высоты предметов разных типов;
- 4) ручной инструмент, которым пользуется электротехнический персонал обслуживания погружных электродвигателей;

5) опасность поражения электрическим током рабочего персонала, оборудованием, которое не было преднамеренно заземлено.

Широкое разнообразие на промышленном участке №1 различных видов механического передвижения и действий автомобилей, связано это с разъездным видом работ в полях и на открытой местности. Они могут представлять опасность для рабочего электротехнического персонала включая в себя: передвижение автотранспорта, транспортные аварии, связанные с другими участниками дорожного движения, вращающихся деталей при работе демпфера, частей электрооборудования (токарного, шлифовального, сверлильного), шестерней этого же электрооборудования и т.д. Для предотвращения опасных факторов, связанных с механизмами, устанавливают устройства для ограждения опасных мест. На устье скважины в целях безопасности для электрооборудования предусмотрено стационарное ограждение. Оно выполнено из сетки проволочного исполнения и максимально крепкое для того, чтобы выдержать любой возможный удар, который может произойти в результате аварии на устье скважины (разрыв нефтепровода при высоком давлении) и имеет продолжительно долгий срок службы действия. Так как оборудование находится на улице, ограждения окрашивают в защитную краску (для организации Роснефть жёлтый и чёрный), которая предотвращает коррозию металла. Защитное ограждение так же служит для ограничения доступа в зону работы электрооборудования не квалифицированного персонала, который не имеет никакого отношения к подобным типам работ.

В электрооборудовании станции управления предусмотрены автоматические предохранительные устройства, которые при отстройке программы могут полностью отключить работу погружного электродвигателя при несанкционированном открытии двери станции.

Предохранительные устройства для станции являются конечные выключатели или ключ электромагнитный, которые при размыкании или разъединении выдает сигнал на плату управления, тем самым производит прекращение работы погружного электродвигателя.

К устройствам при аварийном отключения питания относят следующие органы ручного выключения: штанги высоковольтные, устройства аварийного отключения или автоматический выключатель. При взаимодействии на изоляционную штангу (если рабочий по какой-то причине падает, теряет сознание или его притягивает на неизолированные части электрооборудования) оборудование отключится. Расположение штанги, очень важно, так она должна отключить оборудование в случае нечаянного попадания какой-либо части человека в опасную зону.

Качественной защитой для предотвращения опасных факторов, связанных с механизмами являются дистанционные устройства управления. Такой вид позволяет управлять работой оборудования, находящегося на улице, с участков, расположенных за пределами опасной зоны.

5.1.3 Противопожарная безопасность

Противопожарная безопасность является для нефтяной организации наиболее главным вопросом. Профилактика и предупреждение пожаров ведётся на начальном уровне и служит составной частью технологических процессов на местах добычи нефти и газа.

На предприятии разработано большое количество инструкций по мерам пожарной безопасности, где указаны виды мероприятий для промышленного участка по противопожарному режиму, порядок и нормы хранения взрыво- и пожароопасных веществ.

На местах добычи нефти строго запрещается пользоваться огнём и курить. Эти действия являются самыми опасными, так как нарушитель подвергает опасности не только себя, но и всех окружающих работников. На автомобилях, перевозящих людей должны быть искрогасители, которые предотвращают появление искры, в результате которой возможен взрыв присутствующих газов около устья. Для предотвращения нарушения противопожарной безопасности создана специальная выездная комиссия.

На участке существует большая опасность возникновения пожаров из-за присутствия бочек с нефтепродуктами. Для предотвращения пожаров на начальной стадии возгорания предусмотрены противопожарные стенды, огнетушители (порошковые), ящики с песком. Во избежании самовозгорания использованную ветошь, которой вытирали нефтепродукты, необходимо хранить вдали от нагретых предметов, электрооборудования, отопительных устройств в плотно закрывающихся металлических ящиках.

Основные правила для сотрудников «Роснефть»:

1. К работе допускаются сотрудники, прошедшие инструктаж по пожарной безопасности с занесением своей росписи в специальный журнал учёта;

2. Запрещается стирать спецодежду горючими или легковоспламеняющимися жидкостями, необходимо хранить спецодежду в специальных ящиках;

3. Промасленная ветошь должна храниться в плотно закрытой таре;

4. Запрещено мыть руки растворителями, для мытья выдают специальные чистящие средства;

5. Сотрудникам, работа которых связана с рисками возгорания, выдаётся специальная одежда, которая имеет защиту от возгорания и тления.

Периодически для всех сотрудников организации проводится проверка по соблюдению противопожарной безопасности. По предотвращению пожаров входит много пунктов, которые учитывают проверку документации, наличие и состояние пожарного щита, огнетушителей и эвакуационных выходов. Могут так же производиться учебные пожарные тревоги.

Основными требованиями противопожарной безопасности участка являются:

- 1) введение противопожарного режима;
- 2) порядок оповещения персонала при возникновении пожара;
- 3) обучение правил противопожарной безопасности рабочего персонала;

4) назначение лиц, которые обеспечивают контроль и надзор над соблюдением правил противопожарной безопасности.

5.1.4 Производственное освещение

Производственное освещение представляет собой систему естественного и искусственного освещения, позволяющая рабочему персоналу нормально осуществлять технологический процесс.

При малой освещённости происходит снижение зрительного восприятия, возникает близорукость, развиваются различные заболевания глаз, периодические боли в голове. Периодический перевод внимания с хорошо освещенной поверхности на плохо освещённую вызывает болезнь глаз. К светобоязни приводит высокий уровень освещения. Это проявляется значительным слезотечением, воспалением глаз, повышается чувствительности на свет.

Правильное освещение позволяет обеспечить психологический комфорт, который значительно уменьшает зрительное утомление, снижает опасность травматизма в тёмное время суток.

Для улучшения в помещении естественного освещения, стены следует окрашивать в светлые тона, которые должны хорошо отражать свет. Рекомендуются регулярно очищать остеклённые стены, световые проёмы.

Освещение, которое создаётся природным источником света, называется естественным. Правильная освещённость естественным светом в помещении зависит от расположения окон, качества стекла, глубины помещения, предметов, закрывающих свет.

Освещение с помощью светильников используется при малом естественном освещении. Искусственное освещение обеспечивает нормальную работу в любое время суток. Наименьшая освещённость промышленного участка составляет 300 лм.

5.1.5 Микроклимат

Воздушная среда промышленного участка создаётся кондиционерами. В холодный период температура воздуха в помещении производится системой отопления, которая должна составлять 19...25 °C. Средняя влажность воздуха в помещении должна составлять 45...65%, движение скорости воздуха 0,1 м/с.

5.1.6 Режим отдыха и труда

Режимом отдыха и труда называется порядок чередования периодов отдыха и работы, а также их продолжительность.

Здоровье рабочего непосредственно связано с графиком отдыха и вида производимой работы. Утрата физических возможностей непосредственно ведёт к снижению производительности в трудовой деятельности. Для восполнения энергии, не зависимо от вида работы, должны быть перерывы в работе.

Выяснено, что организм человека в различные часы дня реагирует по-разному на нервно-психическую и физическую нагрузку на организм. Большая работоспособность выделяется в периоды с 8-00 до 12-00 и с 14-00 до 17-00. Вечером происходит снижение работоспособности и ночью достигает минимума. Работоспособность очень сильно зависит от занятости человека, она не является постоянной величиной и изменяется в течении всего дня. Обычно в первой половине недели с вхождением в работу работоспособность возрастает. К концу недели работоспособность снижается вплоть до последнего дня работы. Такой характер работы выдаёт основание для продолжительности недели не более 6 дней.

Режим годовой работы и отдыха предусматривает отдых в работе не менее 24 дней на законодательном уровне. Каждый год организация предоставляет оплачиваемый отпуск не менее 30 дней, где учитывается вредность в профессии.

Предоставляется обеденный перерыв во время работы в середине рабочего дня. Перерыв составляет 60 минут с 12-00 до 13-00. В производстве,

где не предусмотрена непрерывность рабочего процесса, должна быть подмена работника во время обеденного перерыва.

На оптимизацию режимов труда и отдыха физиология труда располагает большим количеством предложений, которые увеличивают работоспособность в различных условиях производительности.

Недосыпы, плохой сон приводят к нарушению таких функций, как психологические, например, ухудшение внимания, сонливость, утомление, ухудшение памяти.

Для повышения работоспособности и снижению психической и эмоциональной функции рекомендуется следующее:

- 1) отказаться от вредных привычек;
- 2) рациональный трудовой режим, сон, питание, работа, отдых;
- 3) поддержание организма в физической форме, то есть физической тренировки;
- 4) система и ритм трудовой деятельности.

5.2 Мероприятия по электробезопасности при эксплуатации электрооборудования проектируемого промышленного участка

Электробезопасностью называются технические и организационные мероприятия, предусматривающие ряд правил, которые непосредственно обеспечивают для людей защиту от воздействия электрического тока, такие как электромагнитное поле, статическое влияние электричества, электрическая дуга.

Обслуживание системы освещения должен осуществлять электротехнический персонал, который должен иметь достаточные навыки и знания для безопасного выполнения работ.

Для обеспечения электробезопасности относят следующие организационные мероприятия:

- 1) медицинское свидетельство, обучение устроившегося персонала, проведение инструктажа, выдачи инструкции, правила безопасной работы;

2) допуск к выполнению работ, оформление наряда или распоряжения в порядке текущей эксплуатации работ;

3) выполнение производственных работ под контролем ответственного лица.

При использовании электротехнического оборудования работа производится в соответствии с инструкцией обслуживающем персоналом, непосредственно с распоряжением мастера или вышестоящего руководства. Разрешено применять только такое электротехническое оборудование, измерительные приборы, аппараты защиты, провода, ручной инструмент, которые соответствуют Государственному стандарту или утверждённые техническими условиями.

Персонал обслуживающий световую установку часто, в процессе работы, замены, взаимодействует с неизолированной частью производственного светильника, которая в определённой степени представляет опасность в поражении электрическим током. Для предотвращения поражения электрическим током предусмотрены следующие мероприятия:

1) клеммы для подключения производственного светильника закрывают диэлектрическим корпусом

2) производят заземление светильника, непосредственно его части;

3) возле автоматического выключателя должна быть надпись к какому светильнику он относится.

5.2.1 Малое напряжение

Это напряжение, которое не должно превышать 42 В, применяется для уменьшения опасности напряжения электрическим током.

В основном на производстве присутствует два типа малого напряжения, это 12 и 36 В. Напряжение, не превышающее 12 В применяется для питания переносных ламп в помещении высокой опасности или в неблагоприятных условиях. Такое напряжение не сможет причинить вред здоровью человека

при соприкосновении с незащищенной частью осветительной установки. Напряжение до 36 В применяется в особо опасных помещениях и вне его, для питания переносных светильников и электрического инструмента.

5.2.2 Изоляция

Изоляцией является покрытая токоведущая часть слоем материала, который не пропускает электрический ток (поливинилхлорид, резина и т.п), обеспечивающая тем самым безопасное протекание электрического тока по необходимому пути.

Существуют виды изоляции:

1) рабочая. Изоляцией токоведущих частей, обеспечивающая благополучную работу оборудования для освещения и защищает человека от нежелательного поражения электрическим током.

2) дополнительная. Предусматривается дополнительно к рабочей, основная её функция служит для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции;

3) усиленная. Это улучшенная рабочая изоляция, которая обеспечивает двойную защиту. Использование такой изоляции предусматривается в жёстких климатах (жара, холод)

На токоведущих частях применяется усиленная двойная изоляция, защищающая человека от поражения электрическим током при нечаянном прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут при нарушении рабочей изоляции оказаться под напряжением опасным для здоровья человека. Самой хорошей двойной изоляцией, для освещения, является изготовление корпусов светильников из изолирующего материала. Так же двойная изоляция преобладает в аппаратуре таких электрических проводок как: розетки, выключатели, электрические вилки, переносные лампы, ручные инструменты, прошедшие поверку, приборы электроизмерительные (электрические клещи, амперметры, вольтметры).

В результате старения изоляции сопротивление с повышением температуры меняется в меньшую сторону, тем самым меняется и само напряжения. Новая изоляция обладает большим рабочим сопротивлением, что тем самым обеспечивает для человека безопасность. Изоляционное сопротивление должно быть не меньше 0,5 Мом, которое тем самым вызывает препятствие протеканию больших токов через неё в допустимых характеристиках провода.

5.2.3 Защитное заземление

Мерой защиты осветительной установки является защитное заземление, питание которой должно осуществляться переменным напряжением сети 220 В с изолированной нейтралью. При повреждении изоляции или при замыкании на металлический корпус токоведущих частей, вся осветительная установка может оказаться под напряжением и прикосновение к ней будет равносильно опасно, так же как и к фазе.

Заземление используют в большинство случаях при напряжении, которое выше 42 В, и ниже 380 В переменного тока, а так же 110 В постоянного тока в помещениях с особо повышенной опасностью.

Защитное заземление снижает до безопасного уровня напряжение прикосновения к корпусу за счёт уменьшения потенциала относительно земли из-за малого сопротивления земли.

С помощью отдельно заземлённого проводника все объекты, которые подлежат заземлению, присоединяются к заземляющей магистрали. Запрещено соединять последовательно заземляющие проводники от нескольких единиц оборудования из-за того, что в случае нарушения целостности соединения сразу несколько электроустановок могут оказаться незащищёнными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Широкий выбор светодиодного освещения позволяет выбрать подходящий тип светильников для любого помещения. Светильник можно модернизировать при помощи подключения датчиков присутствия и фотодатчиков. Такое улучшение позволит значительно уменьшить расход электроэнергии.

Новый вид светодиодного освещения ещё мало применим на производственных объектах и постепенно входит в использование. Быстрое внедрение освещения требует больших экономических вложений. По результатам расчёта в бакалаврской работе, видно, что использование светодиодных светильников выгодно и они должны окупить себестоимость в течении 2-4 лет.

В бакалаврской работе преследовалась цель – замена электрического освещения (люминесцентных ламп) на новое поколение светодиодных светильников для промышленного участка №1 (2 этаж). В ходе работы эта цель была достигнута путём решения поставленных задач. После рассмотрения плана участка, был разработан новый проект системы освещения и выбраны места расположения датчиков присутствия и фотодатчиков (рисунок 3). Так же для внедрения нового освещения, по плану, должна быть заменена проводка и светильники (рисунок 4, 5). Была рассчитана общая нагрузка освещения. Произведён экономический расчёт затрат на проектирование и внедрение системы освещения. В итоге можно сделать окончательный вывод о том, что спроектированная новая автоматизированная система освещения является более экономичной и простой в эксплуатации по сравнению со старой. Она хорошо позволяет производить контроль при присутствии человека в помещении и выключаться в отсутствии. А экономический расчёт показывает относительно среднюю стоимость для замены освещения. Затраченные на денежные средства, по расчётам, должны окупиться примерно через несколько

лет после внедрения автоматизированной системы освещения в помещении второго этажа промышленного участка №1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Акимов В.В и др. Экономика отрасли. – М.: ИНФА – М, 2006 г.
- 2 Акимова А.Н., Котеленец Н.Ф., Сентюрихин Н.И. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. – М.: Академия, 2006 г.
- 3 Афанасьев Б.С. Инновационные технологии в электроснабжении города. – М.: СмартЭнергоТренд, 2012 г.
- 4 Андреев В.С., Преображенский А.Б. Системы электроснабжения загородного дома. – М.: ООО ИКТЦ «Лада», 2011 г.
- 5 Веинерт Д., Сполдина Ч., Светодиодное освещение: Справочник, 2010 г.
- 6 Глебова Е.В., Санитария на производстве и гигиена труда: М.; «Высшая школа», 2007 г.
- 7 Графкина М.В. Охрана труда в непроизводственной сфере; учебное пособие. – М.: Форум, 2013 г.
- 8 Горфинкель В.Я. Экономика предприятия. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013 г.
- 9 Казенова Т.М., Развитие правового регулирования электроэнергетической отрасли, 2006 г.
- 10 Каралюнец А.В., Медведев В.Т., Новиков С.Г. Охрана труда и промышленная экология – М.: Академия, 2012 г.
- 11 Ключкова Е.Н. Экономика предприятия. – М.: Юрайт, 2014 г.
- 12 Иванов В.С. Производственная охрана труда.: М.; Просвещение, 2003 г.
- 13 Сергеев И.В., Веретенникова И.И. Экономика организации (предприятия). – М.: Юрайт, 2013 г.
- 14 Сибикин Ю.Ю. Охрана труда и электробезопасность. – М.: Радио и связь, 2012 г.
- 15 Шуберт Ф.Е. Светодиоды. М.: Физматлит.; 2008 г.
- 16 <http://fb.ru/article/2904/kratkaya-istoriya-razvitiya-electicheskogo-osvescheniya>
- 17 <http://market.yandex.ru/search?clid>
- 18 <http://electrolider.ru/product/2196>

- 19 http://www.vseinstrumenti.ru/electrica_i_svet
- 20 <http://market.yandex.ru/search?clid>
- 21 <http://www.prompower.ru/katalog/datchiki/schneider-electric>