

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

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование кафедры)

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки)

Режимы работы электрических источников питания, подстанций, сетей и систем

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Обеспечение эффективности системы освещения
производственных цехов филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г.
Волгодонск»

Студент

А.В. Степанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

С.В. Шаповалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Руководитель программы д.т.н., профессор В.В. Вахнина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« » 2018 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Вахнина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« » 2018 г.

Тольятти 2018

Оглавление

Введение.....	3
1 Анализ систем освещения промышленных предприятий.....	6
1.1 Энергосбережение при освещении зданий.....	6
1.2 Сравнение различных источников искусственного освещения.....	7
1.3 Средства автоматического управления освещением.....	16
1.4 Способы передачи сигнала.....	19
2 Разработка проекта модернизации системы освещения промышленного цеха филиала АО "АЭМ-технологии" "Атоммаш" в г. Волгодонск.....	30
2.1 Общая характеристика объекта проектирования.....	30
2.2 Светотехническая часть.....	31
2.3 Расчет электрического освещения.....	38
2.4 Электротехническая часть проекта.....	41
2.5 Система управления освещением.....	47
3 Алгоритм выбора технических требований к системам освещения промышленных предприятий.....	54
3.1 Выбор видов освещения.....	55
3.2 Выбор источников света (ИС).....	58
Заключение.....	75
Список используемых источников.....	77

Введение

В связи с Указом Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» поставлена глобальная задача снижения энергоёмкости ВВП России к 2020 г. не менее чем на 40 % по сравнению с 2007 г [2].

Кроме того, при определении Президентом Российской Федерации основных направлений модернизации и технологического развития экономики России в июне 2009 г., первым из пяти этих направлений определены энергоэффективность и энергосбережение.

Энерго- и ресурсосбережение является одним из важнейших факторов, обеспечивающих эффективность функционирования отраслей и экономики в целом. Оно достигается посредством использования ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий; своевременным переходом к новым техническим решениям, технологическим процессам и оптимизационным формам управления; повышением качества продукции; использованием выгод международного разделения труда и другими мерами. Внедрение энергосберегающих технологий не только приводит к снижению издержек и повышению конкурентоспособности продукции, но и способствует повышению устойчивости топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и улучшению экологической ситуации.

Современное энергосбережение базируется на нескольких основных принципах. Сейчас стоит задача над разработкой новых источников энергосбережения, для того, чтобы более рационально использовать вырабатываемую энергию. Призывают сокращать ненужные потери энергии, для чего внедряются новейшие технологии. Так же стали повсеместно использовать приборы учета электрической и тепловой энергии, в целях контроля и сокращения расходов.

Актуальность энергосбережения на предприятии и повышение энергетической эффективности производства обусловлена следующими факторами:

1) Высокие затраты на энергетические ресурсы. В настоящее время уровень затрат на энергоресурсы в себестоимости отечественной продукции в разы превышает показатели других стран, что снижает их конкурентные преимущества. Сейчас в нашей стране стоимость затрат на потребление энергии в несколько раз выше, чем в других странах, и конкурентное преимущество снижается. Более трети предприятий в России затрачивают на электроэнергию от 6 до 10% от себестоимости продукции, около 20% предприятий – 15% затрат на электроэнергию, 15% предприятий – 25% энергетических затрат. В результате, снижая долю затрат на энергию по себестоимости продукции, становится возможным повысить конкурентоспособность отечественной продукции не только на российском рынке, но и на мировых рынках.

2) Тарифы на электроэнергию имеют постоянную тенденцию роста, а также проблематичность в подключении дополнительных мощностей.

3) Повышение потребления энергетических ресурсов не позволит расширить производство.

4) Устаревшее энергооборудование не позволяет гарантировать надежную, бесперебойную и качественную поставку электроэнергии.

Вопрос сокращения энергозатрат и повышения энергоэффективности в наше время является очень актуальным и повсеместно ведется его обсуждение. Его актуальность обсуждается как на уровне отдельных предприятий, так и на всех уровнях государственной власти. Для множества предприятий вопрос повышения энергоэффективности стоит на одном из первых мест, поскольку это определяет их конкурентоспособность на рынке, а для некоторых и вопросом выживания предприятия. Освещение предприятия составляет значительную часть расходов электроэнергии.

Тема экономии электроэнергии на освещении не нова, о ней много говорится, обсуждаются новые технологии и способы их внедрения, но они в основном касаются помещений с высотой менее 6м, хотя именно освещение таких объектов требует серьезного количества энергетических ресурсов.

Для того, чтобы освещение было эффективным и затрачивало минимальное количество электроэнергии, но одновременно с этим освещенность поддерживалась на необходимом уровне, нужно учитывать ряд зависимостей. Затраты на искусственное освещение помещений зависят от суммарной мощности электронагрузки и продолжительности работы осветительных приборов. Электрическая нагрузка зависит от нормы освещенности, которая регламентируется различными нормами и стандартами для определенных зрительных задач.

При заданной освещенности, мощность электрической нагрузки зависит от применяемого светового оборудования (тип ламп, пускатели, балласты) и обслуживания.

Цель диссертационной работы – снижение электропотребления систем освещения на промышленных предприятиях.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить пред проектное обследование систем освещения промышленных предприятий;
- выбрать оборудование, разработать систему управления;
- разработать алгоритм.

1 Анализ систем освещения промышленных предприятий

1.1 Энергосбережение при освещении зданий

Энергосбережение в осветительных установках является актуальной задачей государственного уровня, поскольку на освещение в России затрачивается около 13 % всей вырабатываемой электроэнергии. Наибольший потенциал экономии электроэнергии сосредоточен в расширении производства и области применения энергоэффективных источников света (до 14 % экономии современного потребления).

Повышения энергоэффективности освещения добиваются также увеличением световой отдачи источников света, повышением коэффициента полезного действия световых приборов, применением систем общего локализованного освещения и регулирования в зависимости от уровня естественной освещенности (примерно по 6 % экономии современного потребления) [18, с.6].

Работникам энергетических служб предприятий и учреждений нередко приходится выступать в качестве заказчиков проектов модернизации освещения производственных помещений, офисов, дворовых и прилегающих к зданиям территорий. Чтобы грамотно составить техническое задание и, по крайней мере, говорить с исполнителем на одном языке, желательно хотя бы в общих чертах разбираться в современных технологиях организации энергосбережения.

Необходимость снижения энергопотребления на освещение не вызывает вопросов как в экономическом, так и в экологическом плане. Эта необходимость обостряется особенно быстро в условиях постоянного роста тарифов на электроэнергию. Вопрос экономичности и эффективности освещения важно решать еще на стадии проектирования. При проектировании освещения всегда приходится находить компромисс между начальной стоимостью и эксплуатационными издержками. Чтобы помочь

разобраться в этом на рисунке 1.1 представлен потенциал различных способов энергосбережения.

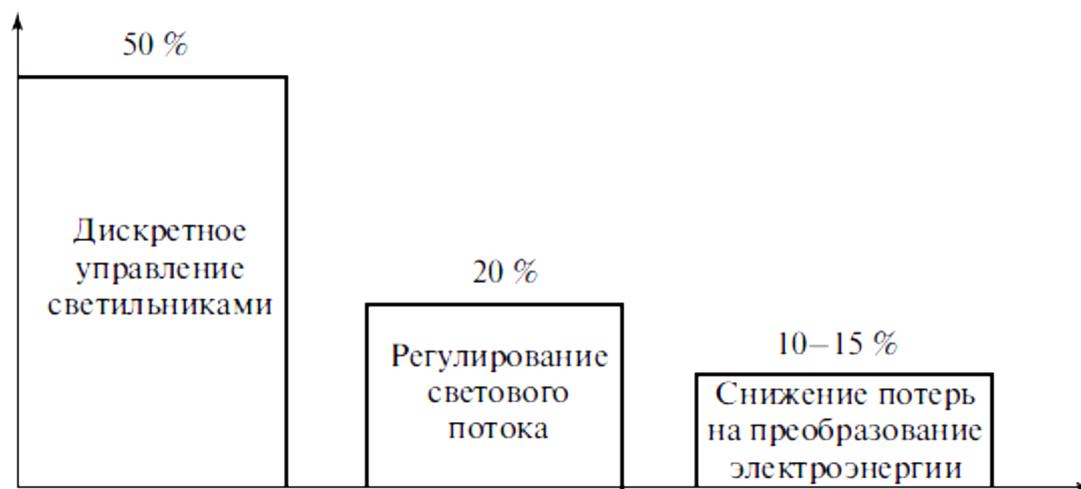


Рисунок 1.1 - Потенциал различных способов энергосбережения

1.2 Сравнение различных источников искусственного освещения

По состоянию на 2016 год, есть три основных типа решений освещения, доступных для широкой общественности, которые включают галогенные лампы накаливания, люминесцентные и светодиодные лампы. Все они уникальны и имеют свои преимущества и недостатки, которые они предлагают.

Лампы накаливания были первым типом электрического освещения, созданного в начале 1800-х годов и популяризированного Томасом Эдисоном. Этот тип лампы создает свет путём накаливания провода внутри светильника, он светится при пропускании через него электрического тока. Из-за его низкой себестоимости, совместимости с переменным и постоянным током, а также простоты интеграции, это наиболее широко используемая форма света в автомобильных, коммерческих и бытовых осветительных приборах.

Традиционные лампы накаливания наполняются инертным газом, таким как аргон и азот для уменьшения испарения нити проводов из-за

высокой температуры. Лампы накаливания галоида используют элементы галоида, такие как йод или бром внутри лампы для создания цикла галоида при совмещении с проводом нити вольфрама; это возвращает испаренный материал назад на провод нити для того чтобы увеличить его время службы.

Не смотря на то, что лампы накаливания могут быть неэффективными, они очень просты и дешевы в производстве, что объясняет, почему их так много на рынке по сей день. Из-за их неэффективности многие правительства во всем мире начинают применять правила "поэтапного отказа", запрещающие производство, импорт и/или продажу ламп накаливания в пользу более эффективных форм света, таких как компактные люминесцентные и светодиодные лампы.

Люминесцентные лампы низкого давления, ртутные газоразрядные лампы; эти типы ламп используют электрический ток, который в парах ртути внутри самой лампы преобразовывается в ультрафиолетовый (УФ) свет, который преобразовывается в видимый свет с помощью люминофора - покрытия на внутренней стороне лампы. Метод производства света известен как флуоресценция и создается, когда конкретный материал поглощает свет или электромагнитное излучение для получения света.

Люминесцентные лампы намного эффективнее преобразуют электричество в видимый свет, чем лампы накаливания, а также намного надежнее, как правило, до 10 000 часов. Эти лампы обладают высокой эффективностью и могут превышать 100 люменов на ватт потребляемой мощности по сравнению с более низкой эффективностью ламп накаливания, которые ближе к 16 люменам на ватт. Флуоресцентные лампы требуют, чтобы стартер сначала включал свет; это связано с тем, что атомы пара ртути необходимо ионизовать, чтобы начать процесс флуоресценции и балласта, чтобы поддерживать и регулировать мощность, чтобы поддерживать ее работу. К сожалению, как и лампы накаливания, частое включение и выключение лампы сокращает срок службы лампы, так как эти лампы требуют «разогрева».

Существует выбор цвета, доступного для люминесцентных ламп, поскольку количество и комбинацию фосфорного материала внутри лампы можно регулировать в соответствии с тем, какая желательная корреляционная цветовая температура; это диапазон от 2700К (теплый белый, типичный цвет лампы накаливания) до 5000-6000К (естественный дневной свет).

В то время как флуоресцентные лампы гораздо лучше, чем лампы накаливания, во многих отношениях, таких как выход, потребление энергии и долгосрочная экономия, они, как правило, более дороги в производстве из-за внешних компонентов и требуемых материалов и считаются опасными отходами из-за использования ядовитых паров ртути. Эти лампы должны быть надлежащим образом утилизированы в конце срока службы, и их рекомендуется выбрасывать отдельно от общих отходов. Люминесцентные лампы также производят небольшое количество ультрафиолетового (УФ) излучения, которое может быть вредным для чувствительных людей. Из-за конструкции эти лампы также ограничены формой и размером конструкции.

Наконец, но не в последнюю очередь есть светодиодные лампы, которые предназначены для светодиодов; эти лампы производят свет, пропуская электрический ток через полупроводник. Светодиодные лампы отлично подходят для мест, в которых требуется постоянный и надежный источник света, который может работать в тяжёлых условиях, которые включают экстремальную холодную погоду, и мест с чрезмерными вибрациями.

Светодиодные лампы очень эффективны при преобразовании электроэнергии в свет, поэтому они имеют очень высокую эффективность более 90 люмен на ватт мощности, потребляемой для лампочки среднего качества. Небольшая и компактная конструкция светодиодных ламп позволяет использовать их в различных местах и интегрироваться в существующие светильники без серьезной модификации. Светодиодные светильники также можно контролировать с высокой точностью, чтобы их

можно было использовать для широкого спектра потребителей, которые имеют особые потребности; цвет и выход можно легко настраивать во время производства, просто меняя полупроводниковый материал, чтобы изменить цвет и использовать драйверы для увеличения выходной мощности [21].

В отличие от ранее упомянутых источников искусственного света, светодиодные лампы не зависят от частых действий включения и выключения и могут служить до 50 000 часов или более; некоторые светодиодные фонари, сделанные в 1970-х и 80-х годах, работают до сих пор. Также светодиоды выделяют мало теплового излучения, что делает их идеальными для использования в чувствительных к теплу местах использования. Эти лампы способны направлять свет в очень сфокусированных областях, что идеально подходит для освещения конкретной зоны и уменьшения бликов. А поскольку светодиодные лампы не требуют времени прогрева, в течение миллисекунды включения света можно получить полную яркость.

Многие заблуждаются, считая, что достаточно пропустить через кристалл светодиода максимальный ток, и тем самым будет достигнуто максимальное значение светоотдачи. Это не так.

Для этого достаточно тока, в пределах от тридцати до шестидесяти процентов от его максимальных значений.

Поэтому светодиоды в идеале должны быть именно недогружены.

При реальных замерах дешевых светодиодов с мелкими кристаллами хорошо видно, что использовать их больше 30% не рационально.

В итоге, при меньшей загрузке получается:

- больший срок их службы;
- меньшая температура нагрева;
- наибольшая светоотдача.

Однако недостатки включают в себя высокую начальную стоимость, которая в конечном итоге будет возвращена с течением времени в виде финансов, сэкономленных на расходах за электроэнергию. Входное

напряжение в узких диапазонах, так как светодиодные лампы имеют чувствительный порог для минимальных и максимальных электрических параметров, которые могут потребовать регулируемого источника питания. Другими недостатками являются потребность в теплоотводе для рассеивания тепла, создаваемого электрическими компонентами, а также то, что светодиоды прямого света могут быть не идеальными для конструкций, в которых требуется большой охват света вокруг всей лампы [27].

Сравнение светильников и ламп по светоотдаче.

Светоотдача в первую очередь показывает, насколько эффективно электроэнергия в светильнике, преобразуется в видимый поток света. Не на тепло или другие потери, а именно на реальное освещение.

В чем измеряется световой поток. Грубо говоря, это своеобразный КПД. Единица измерения светоотдачи – Люмен/Ватт. Простые лампочки накаливания, люминесцентные, ДРЛ, НЛ и светодиодные одной и той же мощности, имеют различную световую отдачу.

Больше всего этот параметр у светодиодных элементов. А у простой 100 ваттной лампочки самый низкий КПД. У нее всего 2% из всей затрачиваемой энергии идет на освещение. В таблице 1.1 представлена светоотдача различных источников света.

Таблица 1.1 – Светоотдача различных источников света.

Излучение	Световая эффективность, лм/Вт	Световой КПД, %
Свет стандартной лампы накаливания с температурой нити 2800К	15	2,2%
Излучение Солнца	97	14%
«Идеальный» белый свет – излучение абсолютного чёрного тела с $T=5800K$	310	45%

Продолжение таблицы 1.1

Идеальный» белый свет – излучение абсолютного чёрного тела с $T=2800\text{K}$	370	54%
Излучение абсолютного чёрного тела с температурой 6630K	95	14%
Излучение гелий-неонового лазера с длиной волны $632,8\text{nm}$	162	24%
2-я гармоника излучения лазера на неодимовом стекле, длина волны 532nm	604	88%
Монохроматическое излучение с длиной волны 555nm	683,002	100%

Однако здесь многое зависит и от самого светильника, его формы, конструкции, производителя и т.д.

Если большинство параметров у различных светильников одинаковые, то главный фактор выбора того или иного источника света – это его световая отдача.

Для того, чтобы определить световую отдачу, необходимо световой поток источника света разделить на мощность светильника. Полученная величина измеряется в Лм/Вт.

Практика показывает, что огромный вклад в конечный итог величины светоотдачи оказывают:

- разные отражатели;
- форма рассеивателей;
- драйвер;
- температурный режим СИД;
- условия измерения.

Максимально возможная светоотдача в идеальных условиях в теории достигает 683 Люмен/ватт.

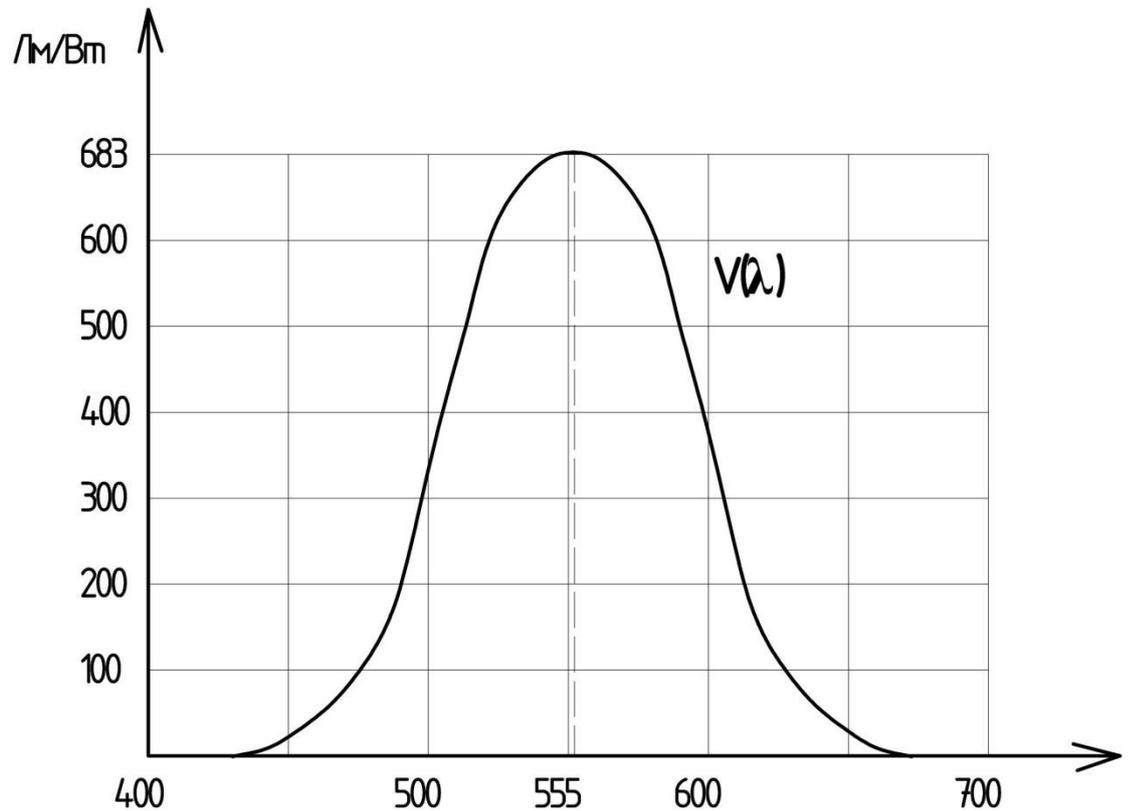


Рисунок 1.2– График максимально возможной светоотдачи в идеальных условиях

Как мы видим из рисунка 1.2, это возможно только при длине волны 555нм (зеленый цвет).

В нашей сетчатке находится около семи миллионов рецепторов – красных, синих и зеленых. Более половины из них, именно зеленые. Поэтому зеленый цвет мы воспринимаем как самый яркий.

Лампы накаливания

Преимущества:

- Дешевые в производстве;
- Легкая интеграция во многие конструкции;
- Широкий выбор размеров, выпуска и стилей;
- Легкодоступная замена.

Недостатки:

- Низкая эффективность;
- Большая часть энергии преобразуется в тепло, а не в свет;
- Короткий срок службы (~ 1000 часов);
- Может стать дорогостоящим в обслуживании из-за замены во время эксплуатации;
- Нет выбора цвета;
- Чувствительность к вибрациям / ударам, погодным условиям и чрезмерным / частым включениям.

Флуоресцентные лампы

Преимущества:

- Высокая светоотдача, яркий свет;
- Высокая эффективность;
- Выбор цвета возможен от теплого белого до естественного дневного света, чтобы охладить белый;
- Более длительный срок службы (~ 10 000 часов);
- Энергоэффективные, низкое энергопотребление.

Недостатки:

- Относительно дорогостоящие из-за необходимости использования материалов и внешних компонентов;
- Используется ядовитая ртуть, не экологичные;
- Чувствительность к вибрациям / ударам, погодным условиям и чрезмерным / частым включениям;
- Излучает ультрафиолетовое (УФ) излучение;
- Может мерцать во время запуска и работы;
- Форма и размер лампы влияют на производительность и качество работы.

Светодиодные лампы

Преимущества:

- Очень высокая эффективность;
- Очень высокая светоотдача;

- Очень низкая потребляемая мощность;
- Большой выбор цвета, который включает весь спектр цвета, включая инфракрасный и ультрафиолетовый;
- Доступность и яркость мгновенного света (~ 1 микросекунда или менее);
- Не подвергаются воздействию экстремальных холодов, вибраций и ударов;
- Прямой выход света для освещения определенных областей.

Недостатки:

- Высокая начальная стоимость;
- Чувствительность напряжения;
- Трудно добиться распределения света, чтобы достигнуть других форм света, светодиоды - прямые фокусные огни;
- Тепловая зависимость (требует эффективного охлаждения для предотвращения перегрева светодиодной лампы).

Высокоинтенсивные газоразрядные лампы

Высокоинтенсивные газоразрядные лампы представляют собой тип электрических газоразрядных ламп, которые производят световой поток, создавая дугу электричества между двумя электродами из вольфрамового материала; дуга электричества воспламеняет соли металлов внутри создающей плазмы, которая является источником света. Некоторые виды включают металлогалогенные, натриевые, ксеноновые и ртутные лампы.[9]

Такие лампы обычно недоступны для широкой публики и не так распространены, как лампы накаливания, флуоресцентные и светодиодные лампы общего освещения, поэтому они не упоминаются выше. Однако газоразрядные лампы по-прежнему применяются во многих особых отраслях. Эти лампы обычно намного ярче, чем вышеупомянутый список, но более узконаправлены в своем использовании.

Эти лампы обычно используются в тех отраслях, для которых требуется большое количество света, которую необходимо распространять на

большой площади, например, в спортзалах, на складах, стадионах и т. д. Высокоинтенсивные газоразрядные лампы также распространены на многих автомобилях для фар, а также для самолетов и подводного дайвинга. К сожалению, эти лампы производят большое количество ультрафиолетового излучения и требуют УФ-блокаторов для ограничения воздействия на людей и животных и являются дорогостоящими для создания надежной и эффективной системы [25].

Таким образом, существуют преимущества и недостатки во всех источниках света; выбор того или иного полностью зависит от места использования, чтобы определить, какой из них наиболее подходит их потребностям. Например, владелец домашнего хозяйства, который хочет заменить светильник в подвале, который он никогда не включал, не принесет пользы от дорогостоящей светодиодной лампы, достаточно обычной лампы накаливания или флуоресцентной лампы. С другой стороны, владелец крупного склада, который работает 24/7, получит большую выгоду от модернизации всех своих дорогостоящих ламп накаливания или люминесцентных ламп на светодиоды. Перед покупкой конкретной лампы необходимо будет рассмотреть многие переменные, чтобы определить, принесет ли она пользу в долгосрочной перспективе или нет.

1.3 Средства автоматического управления освещением

Затраты на электроэнергию за освещение могут быть ниже, если достигнуть оптимальную работу осветительной аппаратуры в любой момент времени.

Применение средств автоматического управления освещением позволяет производить учет естественного освещения и присутствия людей в помещении. Существует два основных способа управления освещением – это либо полностью отключение светильников, либо уменьшение яркости светильников. В первом случае такое управление называется дискретным. И в том и в другом случае управление можно производить как всеми

светильниками сразу, так и индивидуально каждым, либо отдельной группой светильников.

Системы дискретного управления освещением включают в себя разнообразные фотореле, таймеры и оптико-акустические датчики. Принцип работы таких устройств заключается в том, что происходит включение и отключение нагрузки по сигналам датчика при наличии естественной освещенности или постороннего шума или же коммутация осуществляется в определенное время суток по заранее записанному алгоритму.[30]

Дискретного управления освещением можно достичь различными способами, в настоящее время существует множество устройств, позволяющих включать и отключать световые приборы в зависимости от того, когда это нужно автоматически, не используя человеческого вмешательства. Рассмотрим основные из таких устройств.

Автоматы, оснащенные датчиком присутствия. Такие автоматы позволяют сокращать расходы электроэнергии за счет того, что исключается человеческий фактор забывчивости, и осветительные приборы всегда отключаются, после того, как человек покидает помещение. К недостаткам таких автоматов относится то, что при частых включениях, происходит заметное сокращение срока службы ламп [8].

В зависимости от сложности системы управления освещением, можно достичь различной экономии энергоресурсов, не теряя при этом качества освещения. Так, например, фотоэлемент, позволяющий контролировать уровень освещенности в помещении, где помимо искусственного имеется и естественное освещение, может заметно снизить расходы на электроэнергию. При наличии солнечного света в помещении, подобный датчик позволяет в автоматическом режиме снижать мощность светильников до той, при которой достигается необходимый уровень освещенности в помещении, исключая при этом затраты на излишнюю освещенность. Если при этом производится управление не всеми светильниками, а индивидуально каждым

или группами светильников, то достигается ещё большая экономия электроэнергии.

При централизованной системе управления освещением задействовано множество разнообразных датчиков и микропроцессоров, объединенных в единую систему. Такая система имеет множество вариаций управления светильниками одновременно.

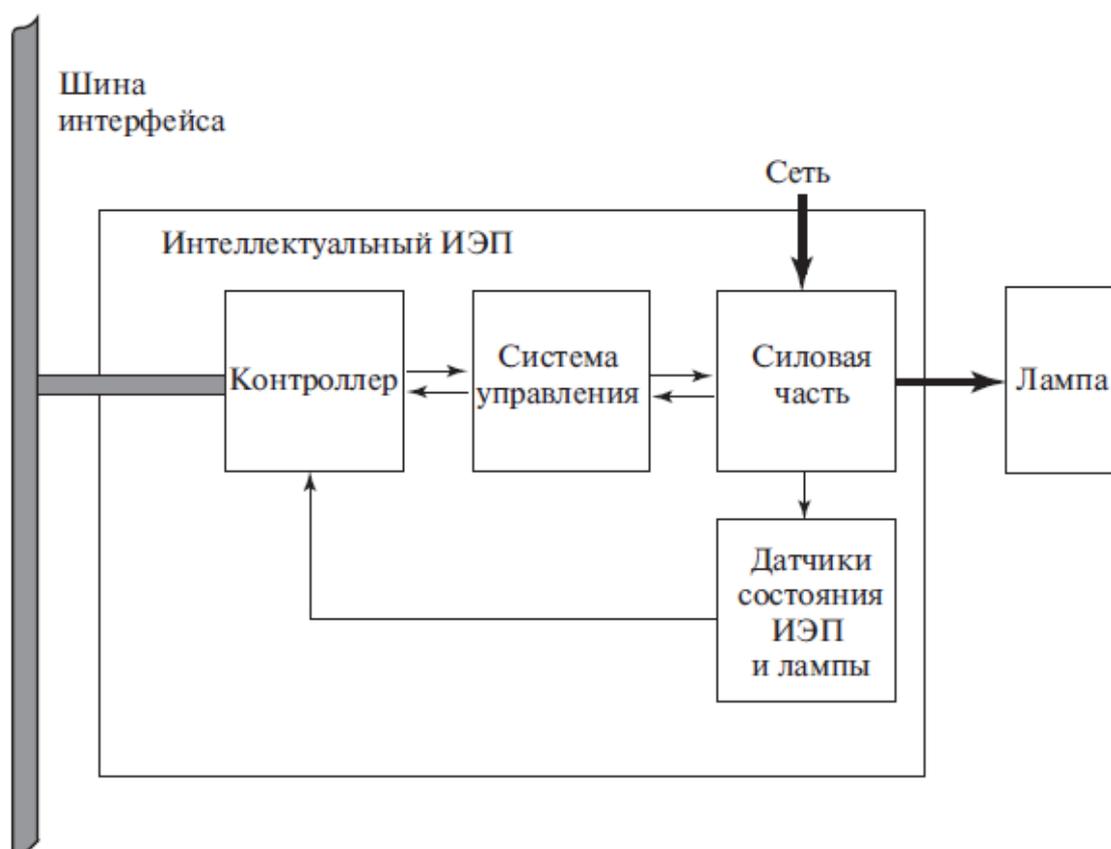


Рисунок 1.3 - Структура интеллектуального источника питания

На рисунке 1.3 изображена структура интеллектуального источника питания. Как мы видим, «мозгом» такого ИЭП является контроллер, именно в нем обрабатываются сигналы, поступающие от системы управления и различных датчиков, предусмотренных моделью. После обработки данных сигнал контроллера подается обратно к системе управления, а оттуда к силовой части ИЭП. В этом сигнале сформированы задачи о состоянии лампы и задан световой поток. В зависимости от конфигурации, на

диспетчерский пункт могут поступать различные данные о состоянии светового прибора, например, такие как температура ИЭП, необходимость замены лампы в связи с выходом её из строя, рабочее напряжение на лампе и др [16].

Таким образом, использование интеллектуальных систем управления освещением позволяет подстроить алгоритм работы световых приборов под необходимые технические требования каждого заказчика и менять настройки в процессе эксплуатации.

1.4 Способы передачи сигнала

Проводные системы

Передача сигналов по витой паре. Существует несколько типов проводных линий передачи информации: коаксиальный кабель, витая пара и оптоволокно. Ниже рассматриваются основные характеристики кабелей на основе витых пар, описываются методы передачи сигналов для компенсации искажений. Перечислены типы витых пар и стандарты на них.

Витой парой называется два переплетенных между собой провода в изоляции. Переплетение производится в целях уравнивания внешних помех на провода, тем самым они становятся в равных условиях. Как правило, в одном кабеле используется несколько витых пар, чаще всего две или четыре, которые размещены под общей изоляцией. По витой паре проходит информационный сигнал, который содержится в разности потенциалов между проводами каждой пары.

Существует несколько разновидностей витых пар:

- UTP (Unscreened Twisted Pair) — неэкранированная витая пара.
- FTP (Foiled Twisted Pair) — фольгированная витая пара с одним общим внешним экраном.
- SFTP (Shielded Foiled Twisted Pair) — фольгированная экранированная витая пара с двумя внешними экранами.

– STP (Shielded Twisted Pair) — защищенная витая пара. В таком кабеле каждая пара экранирована отдельным экраном.

– S/STP (Screened Shielded Twisted Pair) — защищенная экранированная витая пара, отличающаяся от STP наличием дополнительного общего внешнего экрана.

У этого способа передачи существует ряд недостатков и одним из них является возможность перехватить отправляемую информацию. Осуществить это можно при помощи иголок, воткнутых в кабель, либо при помощи прибора, позволяющего считывать электромагнитное поле, излучаемого кабелем. В борьбе с перехватом информации, а также с электромагнитными наводками может помочь экранирование, однако стоимость экранированного кабеля значительно выше, поэтому применение такого вида встречается реже.

По рабочей частоте кабели, основанные на технологии витой пары, подразделяются на семь категорий.

К первой категории относятся не витые телефонные кабели, по которым передавать можно только речь.

Ко второй категории относятся кабели, позволяющие передавать данные в полосе частот до 1 МГц. Такие кабели используются редко.

Кабели третьей категории позволяют передавать данные в полосе частот до 16 МГц. Такие кабели состоят из витых пар с девятью витками проводов на один метр длины.

Кабели четвертой категории позволяют передавать данные в полосе частот до 20 МГц. Они редко используются в связи с тем, что мало отличаются от кабелей третьей категории.

Кабели пятой категории на один метр длины имеют не менее 27-ми витков. Такие кабели позволяют передавать данные в полосе частот до 100 МГц. Кабели пятой категории на сегодняшний день являются самыми совершенными.

Кабели шестой категории являются перспективным видом, они позволяют осуществлять передачу данных в полосе частот до 250 МГц.

Кабели седьмой категории также являются перспективным типом, они позволяют осуществлять передачу данных в полосе частот до 600 МГц.

Таким образом, преимуществом витых пар является то, что их монтаж и ремонт достаточно прост, а также они имеют низкую стоимость. Недостатком витых пар является то, что неэкранированные кабели подвержены влиянию электромагнитных помех и передаваемая информация не защищена. Ограничение длины кабеля составляет 100м [29].

Характеристики

Витые пары имеют три основные электрические характеристики – это затухание на 1м длины, скорость распространения сигнала и волновое сопротивление.

Затухание – это величина, которая характеризует потерю мощности сигнала при передаче. Именно затухание ограничивает длину, при которой можно использовать витую пару, поскольку витая пара имеет самый высокий коэффициент затухания. Для того, чтобы выровнять амперно-частотную характеристику подаваемого сигнала, используют различные корректоры, которые позволяют снизить коэффициент затухания. Такие корректоры искажают сигнал, и на выходе он получается более линейным. Это достигается за счет того, что в каналах связи с ровной АЧХ нет межсимвольной интерференции, а это делает качество передачи выше.

Скорость распространения – это характеристика витой пары, которая определяется отношением скорости сигнала в линии к скорости света.

Переходное затухание – это величина, характеризующая влияние соседних пар друг на друга. Эту величину так же называют перекрестными наводками на ближнем конце. Эта величина применима только в случаях двусторонней передачи информации. На рисунке 1.4 изображен данный эффект. Из рисунка видно, что сигнал, проходящий по верхней витой паре, создаёт шумы на нижней. Для того, чтобы ослабить воздействие витых пар

друг на друга, необходимо применять фольгированную оболочку, что приведет к удорожанию кабеля.

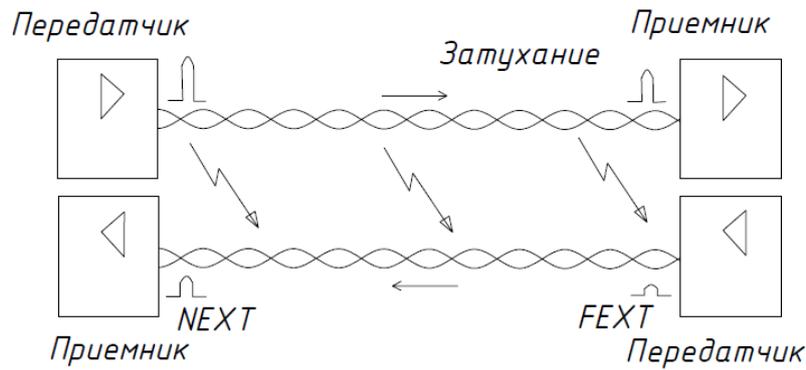


Рисунок 1.4 – Перекрестные помехи в кабеле на основе витой пары

На рисунке 1.5 изображен случай, когда в витой паре не одинаковы длины проводников. Мы видим, что в этом случае на выходе сигнала появляется синфазная составляющая, которая сокращает амплитуду полезной составляющей сигнала. Такое явление называется временной задержкой распространения сигнала внутри одной пары.

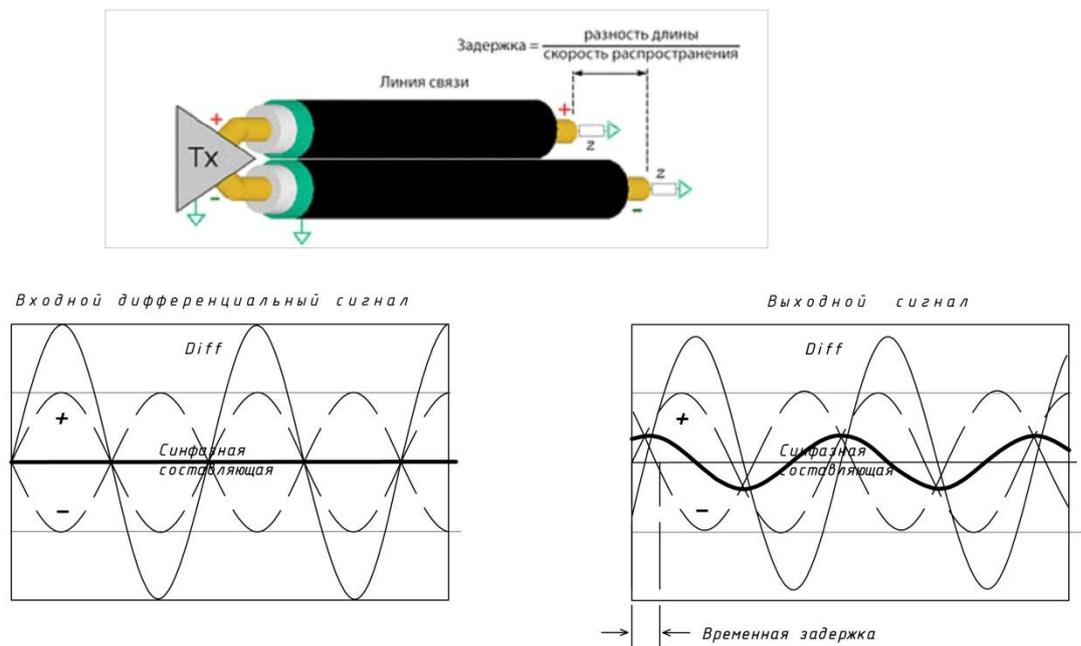


Рисунок 1.5 – Появление синфазной составляющей на выходе пары проводов с разной длиной

На рисунке 1.6 продемонстрирован случай, когда частота передаваемого сигнала влияет на временную задержку. Это наблюдается в кабелях типа STP. В двойных коаксиальных кабелях нет зависимости временной задержки от частоты сигнала.

На рисунке 1.7 наглядно изображено опровержение еще одного мифа о временных задержках. Из рисунка видно, что при частоте от 300 до 1500 МГц самая большая временная задержка в самом коротком кабеле, хотя бытует мнение, что временная задержка пропорциональна длине кабеля.

Временную задержку можно определить методом прямого измерения. Как показывает практика, подав на один конец пары дифференциальный сигнал, на другом конце засечь интервал между моментами появления сигналов можно только при низких частотах, т.к. концы проводов выступают в роли фильтра низких частот.[14]

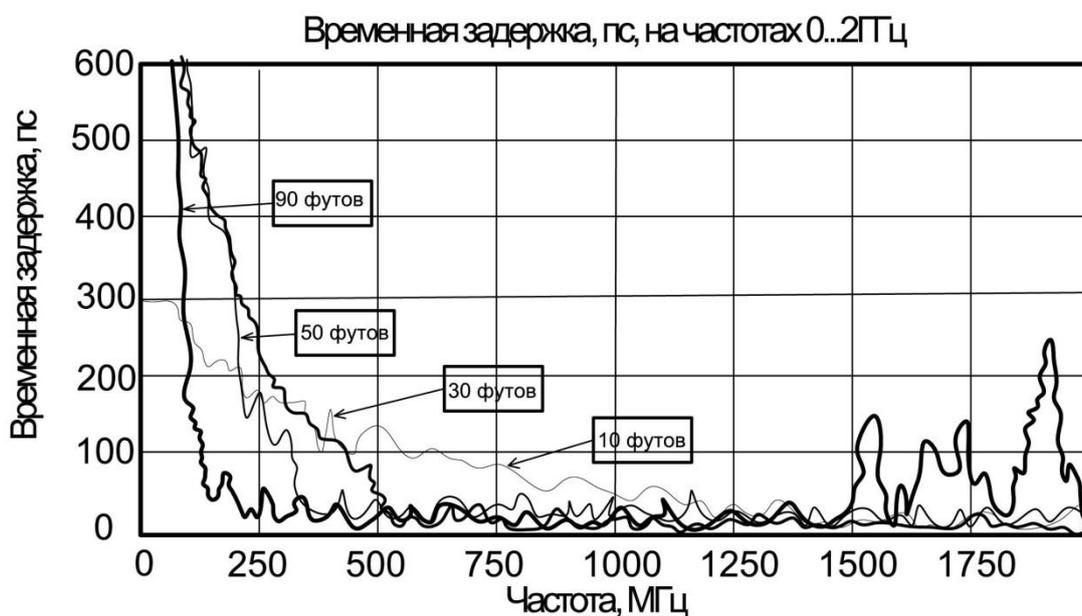


Рисунок 1.6 – Временная задержка сигнала между проводами твинаксиального кабеля

К возникновению синфазной составляющей сигнала приводит абсолютно любая асимметрия в кабеле, при этом сокращается амплитуда дифференциальной составляющей. Дифференциальные и синфазные сигналы распространяются с разной скоростью и имеют различные коэффициенты потерь, что приводит к непредсказуемым изменениям фазы и частоты при переходе сигнала из одной формы в другую. Это приводит к появлению фазового дрожания. Стоит отметить, что синфазные составляющие сами по себе не вносят явление дрожания в дифференциальный сигнал, но преобразование составляющих из одной формы в другую заметно искажают сигнал. Чем меньше дрожание, тем проще схема приемника, поэтому необходимо следить за временными задержками в цепи и стараться их минимизировать. [19]

Фазовое дрожание сигнала определяется исходя из отношения амплитуд синфазной и дифференциальной составляющих. Для того, чтобы провести подобные измерения, необходим сетевой анализатор, однако такой прибор очень дорогостоящий и чаще всего его заменяют на более простое устройство. На рисунке 1.7 представлена схема такого устройства. Оно состоит из двух соединителей N9-SMA, работающих на частотах 2 МГц — 2 ГГц. Один соединитель предусмотрен для генерации дифференциального сигнала, второй — для разделения дифференциальной составляющей и синфазной друг от друга. После этого определяется величина мощности сигналов при помощи измерителя мощности. С помощью этих данных определяется фазовое дрожание.

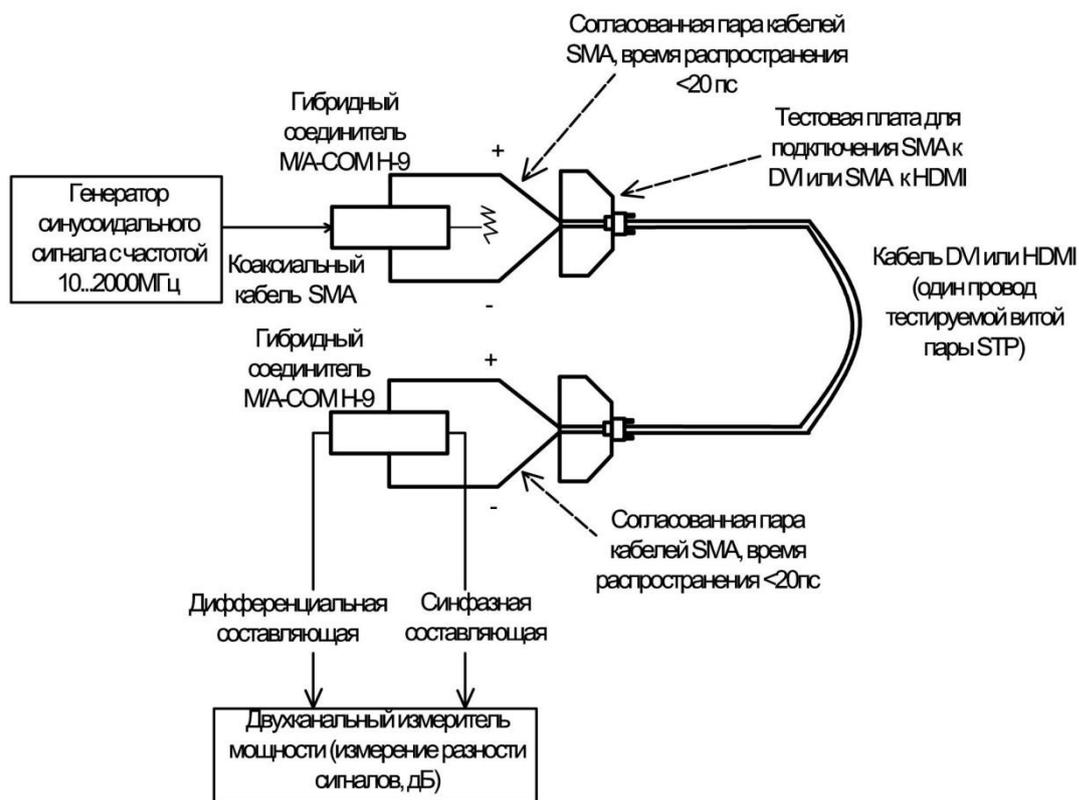


Рисунок 1.7 – Устройство, заменяющее сетевой анализатор при определении джиттера

Коаксиальные кабели. Это английское изобретение известно еще с 19-го века. Основной конструктивной особенностью считаются два проводника, расположенные на одной оси и разделенные во внешней оболочке диэлектрическим материалом. В самом начале коаксиальный кабель применялся в общественных телевизионных антеннах для передачи сигнала к телевизорам. В дальнейшем он стал широко использоваться в компьютерных сетях, кабельном телевидении, системах видеонаблюдения и других инженерных радиотехнических комплексах. В настоящее время коаксиальный кабель постепенно вытесняется современными высокоскоростными беспроводными технологиями передачи данных, однако в своих традиционных областях он продолжает пользоваться стабильным устойчивым спросом. Устройство и принцип работы Простейшая

конструкция коаксиального кабеля включает в себя медную жилу, заключенную в изоляцию, металлическую экранирующую оплетку и внешнюю оболочку. В некоторых модификациях дополнительно присутствует слой фольги, что означает двойную экранизацию. Наиболее сильные помехи преодолеваются кабелями, содержащими четыре экранизации, включающей два слоя фольги и два слоя металлической оплетки. Это наиболее простой ответ на вопрос, как выглядит данная конструкция и что содержит внутри.

Некоторые кабели могут быть снаружи покрыты металлической сеткой, выполняющей функцию дополнительного экрана. Он обеспечивает надежную защиту данных, передаваемых по кабелю, одновременно поглощая помехи или шумы в виде внешних электромагнитных сигналов. Наличие такого экрана не позволяет помехам исказить передаваемые данные. Кодировка данных осуществляется с помощью электрических сигналов, передаваемых по жиле. Она может быть сплошной и состоять из одного медного провода или из нескольких проводков. Жилу окружает слой изоляции, отделяющей ее от металлической оплетки. Сама оплетка выполняет функцию заземления, устраняя электрические шумы и перекрестные помехи. Эти помехи являются электрическими наводками, появляющимися под влиянием проводов, расположенных рядом.

До недавних пор коаксиальный кабель широко применялся в различных областях. Его технические характеристики обеспечивали надежную защиту от помех, высокую допустимую скорость передачи данных на значительные расстояния. Некоторые качества кабеля значительно выше, чем у витой пары. Поэтому вопроса, для чего нужен такой кабель, ни у кого не возникало. Однако со временем витая пара стала применяться все чаще, поскольку ее монтаж значительно проще и быстрее, по сравнению с коаксиальным кабелем, стоимость которого также более высокая. [17]

Существующие на сегодняшний день системы управления в подавляющем большинстве проводные. Это значит, что управляющий сигнал

от контроллера поступает к управляемому светильнику по проводам. Прежде широко использовался аналоговый протокол управления «1–10 В». Каждый светильник имел собственный управляющий провод, который подключался к контроллеру. Таким образом, для осветительной установки из 100 светильников требовалось проложить несколько километров управляющего провода. На смену протоколу «1–10 В» пришел стандартный цифровой протокол управления освещением DALI. DALI-контроллеры могут запрашивать состояние и передавать команды DALI-устройствам. Для формирования сети DALI требуются всего два провода; при этом нет необходимости соблюдать полярность. Количество проводов, а, соответственно, и монтажных работ значительно сократилось, но не исчезло совсем. Такого недостатка лишена система управления по протоколу PLC (power line communication). Эта технология предназначена для передачи данных по линиям электропередачи, т. е. по питающим проводам. С одной стороны, благодаря PLC отпадает необходимость в прокладке специальных управляющих проводов. С другой стороны, стоимость PLC-модемов, т. е. устройств для извлечения управляющего сигнала из питающих линий, очень высока. Это связано с тем, что для работы с проводами, находящимися под высоким напряжением питающей сети, требуются дорогостоящие оптоэлектронные приборы для гальванической развязки. Кроме того, надежность передачи данных по этой технологии в значительной мере зависит от помех в общей электросети, а сама технология не соответствует нормам по электромагнитной совместимости и по приему, и по передаче сигналов. Помимо этого, проектирование подобных систем – дорогостоящий и трудоемкий процесс, а последующие изменения в конфигурации любой проводной системы практически невозможны. Таким образом, можно сделать вывод, что предлагаемые на сегодняшний день системы управления освещением – далеко не бюджетное решение. Более того, их стоимость может оказаться выше, чем затраты на само осветительное оборудование.

Беспроводные системы. В последнее время начали активно развиваться системы управления освещением с передачей управляющих сигналов по радиоканалу. Многие разработчики применяют протокол ZigBee. Спецификация ZigBee предназначена для приложений с гарантированной безопасной передачей данных при относительно небольших скоростях и с возможностью продолжительной работы сетевых устройств от автономных источников питания (батарей). Эти требования предполагают небольшую мощность передатчиков и их работу в «спящем» режиме, поскольку большую часть времени радиомодуль ZigBee не передает какой-либо информации, включаясь лишь время от времени. Это удобно, если сетью ZigBee охвачено небольшое количество разных датчиков и устройств, информация от которых не требуется в режиме реального времени. Однако такой подход не вполне хорош для управления системой освещения. Одним из преимуществ сетей ZigBee является способность к самоорганизации сети. Однако при большом количестве сетевых устройств этот механизм начинает давать сбой. Дело в том, что каждый раз при выключении и последующем включении сеть организуется по-разному.[20]

В итоге, часть наиболее удаленных устройств оказывается недоступной. Чтобы такого не происходило, в сети должно находиться достаточное количество маршрутизаторов, которые значительно дороже простых конечных ZigBee-устройств. Кроме того, при первоначальном проектировании системы специалист по организации беспроводных сетей должен правильно определить количество необходимых маршрутизаторов и места их расположения. Следует также заметить, что использование протокола ZigBee платное. За каждое установленное ZigBee-устройство производитель светильников обязан заплатить разработчикам стандартное вознаграждение. Эти факторы приводят к удорожанию системы управления для конечного потребителя.

Некоторые системы управления разрабатываются с использованием ныне модных облачных серверов. Ядро системы, хранящее всю

конфигурацию, пользовательские настройки и алгоритмы, находится в т. н. «облаке», которое представляет собой, с точки зрения клиента, один большой виртуальный сервер. Однако следует учитывать, что эта технология предполагает постоянное соединение с интернетом. В отсутствие подключения система управления перестает функционировать. Это значит, что в какой-то момент времени управляющее воздействие системы может не дойти до светильников, и они не выполнят команду. В случае если, например, речь идет о крупном оборонном предприятии, где выход в интернет категорически запрещен, подобная система управления функционирует с помощью физического сервера. Для ее работы требуется как минимум дорогостоящий компьютер, лицензионное ПО и специальное помещение с серверами.[23]

В итоге, беспроводные технологии позволили значительно сократить затраты на монтажные и проектные работы, но не исключили довольно-таки больших расходов на проведение пуско-наладочных работ, требующих привлечения квалифицированных специалистов.

Вывод по первой главе

В данной главе было проанализировано состояние систем освещения промышленных предприятий в России и мире. Было рассмотрено, как в процессе развития осветительной техники росла энергоэффективность осветительных устройств. Произведен сравнительный обзор различных источников света и выявлены их достоинства и недостатки. Показана роль источников электропитания источников света и автоматизированных систем управления освещением при разработке энергоэффективного освещения. Показано, что основная доля потенциала энергосбережения определяется именно этими компонентами системы освещения.

2 Разработка проекта модернизации системы освещения промышленного цеха филиала АО "АЭМ-технологии" "Атоммаш" в г. Волгодонск

2.1 Общая характеристика объекта проектирования

Освещению подлежит участок корпуса №1 пролетов Б-В в осях 19-76.

Питание осветительной сети осуществляется от цеховых трансформаторных

подстанций (ТП) №№ 8/8, 9/9с двух независимых трансформаторов. С трансформатора 1 – 50% светильников рабочего освещения, с трансформатора 2 – 50% светильников аварийного освещения, тем самым осуществляется технологическое резервирование сетей верхнего освещения.

Пролёт Б-В оси 19-76:

Номинальное напряжение сети: 380/220В;

Марка распределительного шинпровода ШРА-73;

Номинальный ток ШРА-73-250А;

Тип автоматических выключателей распределительного шинпровода – А3124;

Количество автоматических выключателей, шт.-38;

Габаритные размеры участка в пролете Б-В (оси 19-61),м: длина – 252; ширина – 30; высота – 29,7.

Высота установки ферм для крепления светильников, м – 25,5.

Наименование магистралей освещения по однолинейной схеме освещения корпуса №1 – МО-111, МО – 111А, МО – 112 и МО – 112А.

Количество светильников с ртутными дуговыми лампами, шт. – 112 (РСП10-2000);

Габаритные размеры участка в пролете Б-В (оси 61-76),м: длина – 90; ширина – 30; высота – 22.

Высота установки ферм для крепления светильников, м – 18.

Наименование магистралей освещения по однолинейной схеме освещения корпуса №1 – МО-211, МО – 211А.

Количество светильников с ртутными дуговыми лампами, шт. – 40 (РСП10-2000);

Размеры и характеристика помещений представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Размеры и характеристика помещений

наименование помещения	а, м	b, м	S кв.м	строит. модуль м	коэффициенты отражения			среда
					потолка	стен	пола	
участок в пролете Б-В (оси 19-61)	252	30	7560	30*6	0,7	0,5	0,3	норм
участок в пролете Б-В (оси 61-76)	90	30	2700	30*6	0,7	0,5	0,3	норм

2.2 Светотехническая часть

Выбор системы освещения

Системы освещения подразделяются на общие и комбинированные. Общее освещение предназначено для освещения помещения в целом, в том числе и рабочих мест. Светильники при общем освещении расположены в верхней части помещения. При этом различают два вида размещения светильников общего освещения: равномерное и локализованное. Общее равномерное освещение выполняется светильниками, равномерно размещенными по потолку, общее локализованное освещение с учетом расположения рабочих мест таким образом, что световой поток перераспределяется по помещению неравномерно и концентрируется над некой зоной пространства, где происходит более напряженная зрительная работа, для чего создаются более высокие уровни освещения.

При необходимости дополнительной подсветки отдельных, достаточно больших по площади участков освещаемого помещения прибегают к локализованному освещению.

Комбинированное освещение — это общее освещение плюс местное. Для местного освещения используются светильники, жестко закрепленные на

рабочем месте, служащие для освещения лишь рабочей поверхности. Это либо ОП, закрепленные над рабочим местом либо жестко закрепленные на рабочих столах настольные светильники. Общее освещение при этой системе выравнивает распределение яркости в поле зрения.

Выбор нормируемой освещенности производим по табл. 1, 2, 3 СП 52-13330-2011 и табл. 14.2, 12.39[9], 4-2, 4-4з,4-4к,4-5 [4].

Выбор источников света

Для освещения проектируемого участка цеха выбираем промышленные светодиодные светильники серии Econex PowerX. Данные светильники предназначены для освещения производственных помещений с высотой подвеса от 8 до 60 метров и тяжелыми условиями эксплуатации (запыленность, влажность, взвешенные агрессивные частицы, повышенная температура и вибрация). Область применения: металлургическая промышленность, машиностроение, металлообработка, энергетика.

Светильники этой серии устанавливаются на тросовых, цепных или других видах подвеса.

Основные технические характеристики выбранных светильников приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Основные технические характеристики светильников

	Параметр	Характеристика
1	Напряжение питающей сети, В	~ 150 - 280 250 - 394
2	Частота питающей сети, Гц	45 - 65
3	Коэффициент мощности, не менее	95%
4	Класс защиты от поражения электрическим током по ГОСТ Р МЭК 60598-1	I
5	Тип источника света	СД Cree

Продолжение таблицы 2.2

6	Коэффициент пульсации светового потока, %	менее 1 %
7	Температура окружающей среды при эксплуатации светильника, °С	от минус 60 до плюс 60
8	Температура окружающей среды при хранении светильника, °С	от минус 60 до плюс 60
9	Степень защиты светильника по ГОСТ 14254	IP65
10	Климатическое исполнение светильника по ГОСТ 15150	УХЛ2
11	КСС	Г60(глубокая)
12	Материал вторичной оптики	Боросиликатное стекло
13	Эффективность светильников	Не менее 120 лм/Вт
14	Защита на источниках питания	<ol style="list-style-type: none"> 1. На входных цепях синфазный фильтр для подавления гармонических составляющих входного тока 2. Автоматическое устройство для защиты от долговременного попадания на линию питания светильника напряжения до 450 В. 3. Отсутствие теплового контакта источники питания в светильнике с корпусом-радиатором светодиодного модуля, для обеспечения облегченного теплового режима работы
15	Соответствие стандартам и используемая защита источника питания	Соответствует стандартам: СТБ ЕН 55015-2006, СТБ ИЕС 61000-3-3-2011, СТБ ИЕС 61547-2011 За счет применения устройства защиты от микросекундных импульсов большой энергии компании Ruilon, достигается защита от перенапряжения до 1000В и от наносекундных и микросекундных импульсов до 20кВ.

Продолжение таблицы 2.2

16	Конструктивное исполнение	1. С вертикально расположенным радиатором 2. Отсутствие замкнутых герметичных полостей, колебание давления в которых при нагреве и остывании светильника может вызывать появление конденсата.
17	Срок службы	Срок службы светильника подтвержден лабораторными испытаниями компании CREE(производитель светодиодов) и составляет 133 000 часов при потере яркости светильника на 30%.
18	Возможность диммирования	Есть
19	Возможности внешнего подключения	Для присоединения питающего кабеля светильник имеет коннектор со степенью защиты не ниже IP65.
20	Величина пускового тока	Не превышает двукратной величины номинального тока, потребляемого светильником.

Выбор светильников и их размещение

Установка светильников внутреннего освещения. Существуют два способа размещения СП: равномерное и локализованное. При локализованной системе освещения выбор места расположения светильников осуществляется в каждом конкретном случае индивидуально на основе подробного выяснения характера производственного процесса и особенностей оборудования цеха. Световые приборы должны быть равномерно распределены на потолке помещения. Это нужно как для улучшения условий работы глаза, так и по экономическим соображениям.

Наиболее распространенными являются варианты размещения СП по углам прямоугольника (рисунок 2.1, а) и шахматное (рисунок 2.1, б). При этом наибольшая равномерность освещения достигается при размещении

светильников по углам квадрата, а при шахматном размещении — по углам равностороннего треугольника.

Кроме того, рекомендуется сохранять следующее соотношение при установке светильников: если расстояние между рядами светильников L , то расстояние от крайнего ряда светильников до стен должна быть $0,5L$, но это расстояние может быть и $(0,25—0,4)L$, если рабочая плоскость в помещении приближена к стенам.

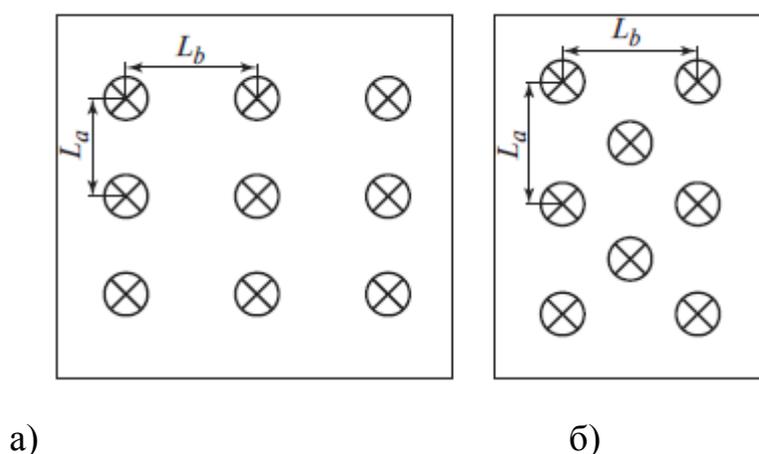


Рисунок 2.1 - Прямоугольное (а) и шахматное (б) размещение светильников (L_a - расстояние между СП в ряду; L_b — расстояние между рядами)

При выборе высоты установки светильников нужно учитывать:

- 1) необходимость обслуживания СП. Для обслуживания СП с лестниц высота их подвеса не может быть более 5 м, при обслуживании с мостиков высота должна быть не более 2,2 м;
- 2) ограничение слепящего действия СП. Чем больше высота установки СП, тем слепящее действие меньше;
- 3) электробезопасность СП. Чем больше высота его установки, тем электробезопасность выше. Необходимо помнить, что в опасных помещениях минимальная высота установки светильников должна быть 2,5 м, в противном случае в таких помещениях нужно применять пониженное напряжение;

4) энергосбережение. Чем меньше высота установки СП, тем более экономична ОУ;

5) для увеличения экономичности ОУ при использовании светильников отраженного света высоту установки светильников по возможности нужно уменьшить;

б) при использовании световых карнизов для устранения ярких пятен на потолке расстояние от светильников, установленных в карнизе, до потолка должно быть не менее 0,2м.

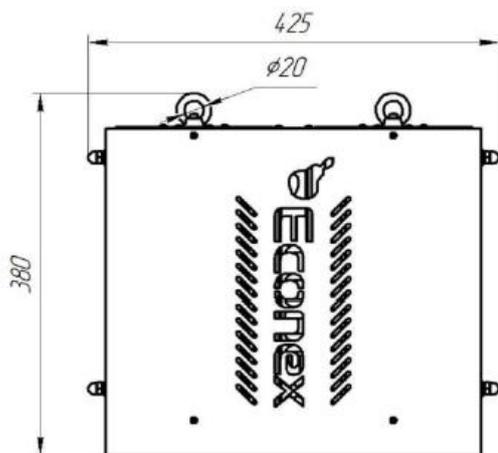
Таблица 2.3 – Характеристика проектируемых помещений

наименование помещения	разряд зрительной работы	Коэф-ент запаса	Освещ. Лк	рабочая поверхность м	Система освещения
участок в пролете Б-В (оси 19-61)	III	1,5	200	0,8	Общее
участок в пролете Б-В (оси 61-76)	III	1,5	200	0,8	Общее

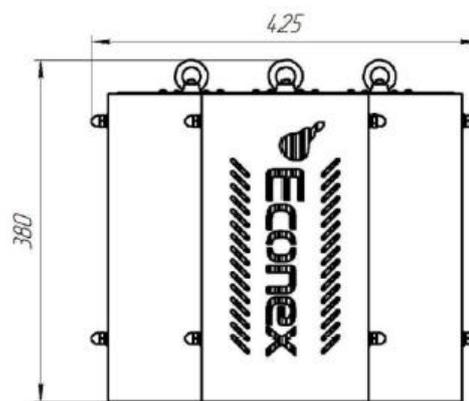
Таблица 2.4 – Технические характеристики выбранных светильников

	P, Вт	I, А	производитель	поток, Лм
Econex PowerX 240 D60 5000K	225	1	Econex	25600
Econex PowerX 360 D60 5000K	340	1,55	Econex	40400

Внешний вид светильников представлен на рисунке 2.2.



Econex PowerX 240



Econex PowerX 360

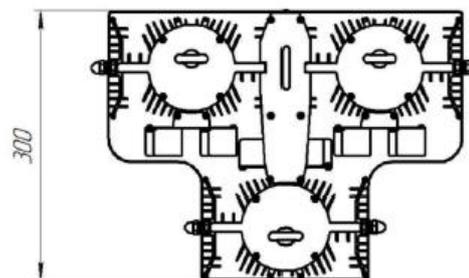
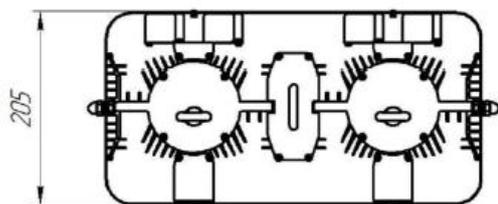


Рисунок 2.2 – Изображение выбранных светильников

Данные по выбранным светильникам приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Данные по выбранным светильникам

тип светильника	η	cos ϕ	IP	способ установки	размеры, мм			цоколь
					h	a	b	
Econex PowerX 240 D60 5000K	66	95	65	на крюк или поворотный кронштейн лира	380	425	205	
Econex PowerX 360 D60 5000K	68	95	65	на крюк или поворотный кронштейн лира	380	425	300	

Данные по способу размещения и высоте подвеса сведены в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Данные по способу размещения и высоте подвеса

помещение	h, м	h свет, м	h рабочего места, м	h подвесам	h до рабочего места	способ размещения
участок в пролете Б-В (оси 19-61)	29,7	0,380	0,8	25,5	24,7	рядами
участок в пролете Б-В (оси 61-76)	22	0,380	0,8	18	17,2	рядами

Данные по способу размещения, расстояниям и количеству светильников сведены в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Данные по способу размещения, расстояниям и количеству светильников

помещение	Площадь, S	Количество светильников	расстояние между светильниками L, м	расстояние до стены l, м	способ размещения
участок в пролете Б-В (оси 19-61)	7560	84	6,0*6,0	3,0	рядами
участок в пролете Б-В (оси 61-76)	2700	44	3,0*2,0	2,0	рядами

2.3 Расчет электрического освещения

Для расчета электрического освещения будет использоваться метод коэффициента использования. Данный метод позволяет рассчитать общее равномерное освещение с учетом отражения светового потока от стен и потолка.

Следующее неравенство показывает нам то, что некоторое количество светового потока поглощается поверхностью стен и осветительной арматурой.

$$\Phi_p < n\Phi_l$$

(2.1)

где n – число ламп, Φ_l – световой поток одной лампы.

Коэффициентом использования светового потока осветительной установки называется отношение светового потока, падающего на поверхность, равную площади помещения, к суммарному световому потоку всех источников света

$$\eta = \frac{\Phi_p}{n\Phi_l} \quad (2.2)$$

Для определения коэффициента использования можно воспользоваться выражением

$$\eta = \eta_c \eta_{II}, \quad (2.3)$$

где η_c – КПД светильника, η_{II} – коэффициент использования помещения, определяемый по светотехническому справочнику с учетом коэффициентов отражения ρ_{nom} – потолка, ρ_{cm} – стен, ρ_p – расчетной поверхности, а также индекса помещения

$$i = \frac{ab}{H_p(a+b)}, \quad (2.4)$$

где a и b – длина и ширина помещения.

Средняя освещенность поверхности определяется выражением

$$E_{cp} = \frac{\Phi_p}{S} = \frac{\eta n \Phi_l}{S}. \quad (2.5)$$

Нормативные документы устанавливают наименьшие величины освещенности. Поэтому при расчете необходимо обеспечить минимальную освещенность. Для этого вводится поправочный коэффициент

$$z = \frac{E_{cp}}{E_{min}}. \quad (2.6)$$

Значение z можно принять для светодиодных ламп, равным 1,15.

Также в выражение вводится коэффициент запаса k_3 для компенсации снижения освещенности от осветительной установки с течением времени. С учетом вышесказанного получаем:

$$E_{\min} = \frac{n \cdot \Phi \cdot \eta}{S \cdot z \cdot k_3} \quad (2.7)$$

Тогда основное выражение для определения светового потока отдельной лампы будет следующим:

$$\Phi_{\lambda} = \frac{S \cdot E_{\min} \cdot k_3 \cdot z}{\eta_c \cdot \eta_n \cdot n} \quad (2.8)$$

Произведем расчет освещения в порядке указанном в методическом пособии [15].

определяем индекс помещения:

$$i = \frac{ab}{H_p(a+b)} = \frac{252 \cdot 30}{24,7 \cdot (252 + 30)} = 1,08$$

По таблице 9.14 [3] определяем коэффициент использования, который равен 50. Определяют по справочным данным значение коэффициента запаса k_3 по таблице 7.33 [9] коэффициент запаса равен 1,5.

Определение коэффициента запаса: коэффициент запаса зависит от степени загрязнения помещения, частоты технического обслуживания светильника, интенсивности эксплуатации светильников и принимает значения от 1,2 до 2 см.

Таблица 2.8 – Таблица коэффициентов отражения

Материал	Коэффициент отражения, %
Поверхность белого цвета	70 - 80
Светлая поверхность	50
Поверхность серого цвета	30
Поверхность темно-серого цвета	20
Темная поверхность	10

Характеристика помещений:

Таблица 2.9– Характеристика помещений

помещение	hр, м	S, м.кв	a, м	b, м	i	кз	К-т отражения помещения потолок/стены/пол	Поправочный к-т z	ki
участок в пролете Б-В (оси 19-61)	24,7	7560	252	30	1,08	1,4	70/30/10	1.1	46
участок в пролете Б-В (оси 61-76)	17,2	2700	90	30	1,08	1,4	70/30/10	1.1	46

Рассчитывается необходимое количество ламп:

$$n = \frac{S \cdot E_{\min} \cdot k_3 \cdot z}{\eta_c \cdot \eta_n \cdot \Phi_l} = \frac{7560 \cdot 200 \cdot 1,1 \cdot 1,1}{0,57 \cdot 0,95 \cdot 40400} = 84 \text{ шт}$$

Поток лампы не должен отличаться от требуемого расчетом более, чем на -10 и +20%, что соответствует данным условиям (отличие +2 %).

Расчеты остальных помещений аналогичны приведенному.

Данные расчетов приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Данные расчетов

помещение	S, м.кв	Освещ. Лк	поток лампы, Лм	кз	z	ki	ηсв	свет, шт	поток лампы расчет., Лм	разница %
участок в пролете Б-В (оси 19-61)	7560	200	40400	1,4	1,1	0,46	0,95	84	39800	1,5
участок в пролете Б-В (оси 61-76)	2700	200	26900	1,4	1,1	0,46	0,95	44	26370	2

2.4 Электротехническая часть проекта

Выбор напряжения питания

Питание осветительной сети осуществляется от цеховых трансформаторных подстанций (ТП) №№ 8/8, 9/9 с двух независимых трансформаторов. С трансформатора 1 – 50% светильников рабочего освещения, с трансформатора 2 – 50% светильников аварийного освещения, тем самым осуществляется технологическое резервирование сетей верхнего освещения.

Выбор схемы питания

Выбираем типовую схему питания осветительной сети, структурная схема которой изображена на рисунке 2.3. Как мы видим, питание идет от РУ трансформаторной подстанции до магистрального щитка, а от него расходится по групповым щиткам, от группового щитка – непосредственно к осветительному прибору. Стоит отметить, что питание групповых сетей освещения и аварийного освещения выполняется от разных щитов.

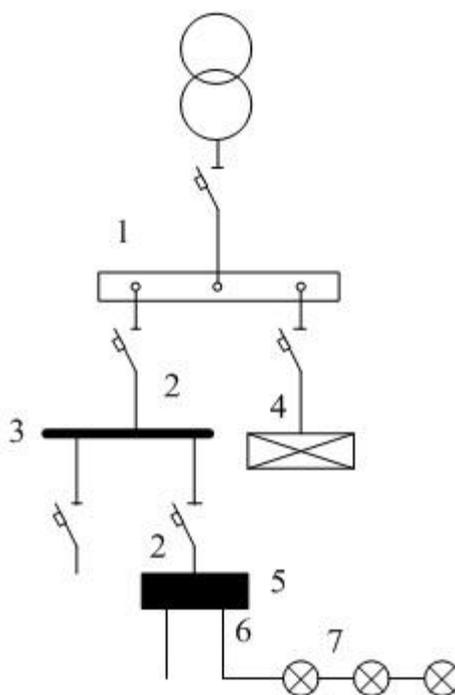


Рисунок 2.3 – Структура осветительной сети

В ПУЭ установлены предельные токи для осветительных приборов одной группы и их количество, поэтому необходимо это учитывать при проектировании групповой сети.[4]

При построении групповой сети для трехфазной системы переменного тока применим следующие схемы – трехпроводная двухфазная с нулевым проводом (рисунок 2.4.а), двухпроводная однофазная (рисунок 2.4.б).

При распределении светильников по фазам, выбираем способ А–В–С–А–В–С, поскольку при таком способе снижается уровень пульсаций освещенности и повышается равномерность распределения света.

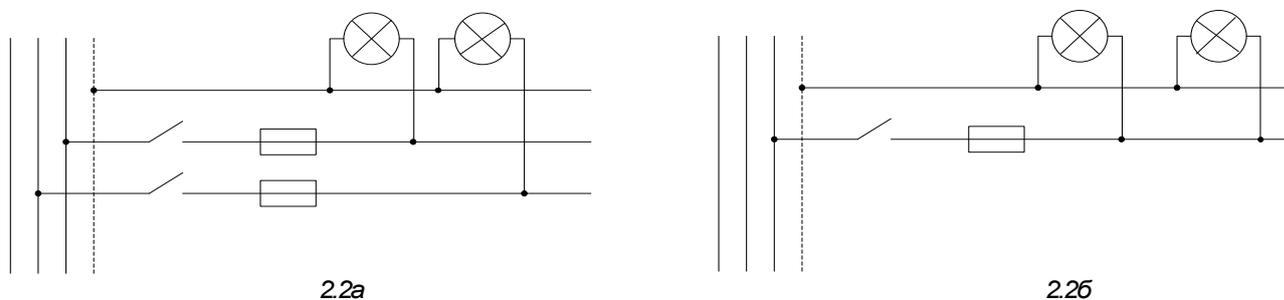


Рисунок 2.4 - Схема групповой сети

Расчет нагрузки электрического освещения

При проектировании освещения необходимо помнить об обязательных требованиях, предъявляемых ко всей энергосистеме в целом, таких как надежность, пожаробезопасность, экономичность, долговечность, удобство при эксплуатации и эстетичность.

В зависимости от характера производства и назначения помещений часть ламп по различным причинам обычно не включена, поэтому при расчете сетей электрического освещения пользуются расчетной мощностью, которая определяется с использованием коэффициента спроса.

$$P_p = nPK_c\alpha, \quad (2.9)$$

где n – количество ламп, P – мощность одной лампы, K_c – коэффициент спроса, α – коэффициент, учитывающий потери в пускорегулирующей аппаратуре.

Для светодиодных ламп коэффициент α равен 1 Коэффициенты спроса для некоторых объектов приведены в [9].

Реактивная мощность осветительной установки вычисляется по формуле:

$$Q_p = P_p \operatorname{tg} \varphi. \quad (2.10)$$

При этом коэффициент реактивной мощности определяется видом источников света. Для светодиодных ламп $\operatorname{tg} \varphi$ равен 0,1-0,2

Данные расчетов сведены в таблицу 2.11

Таблица 2.11 – Данные расчетов

	№ линии	P кВт	k_c	α	P_p кВт	Q_p кВАр	S_p кВА
участок в пролете Б-В (оси 19-76) аварийное освещение	МО 110А	56,4	0,9	1	50,76	7,61	51,33
	МО 111А	6,12	0,9	1	5,51	0,83	5,57
	МО 112А	8,04	0,9	1	7,24	1,09	7,32
	МО 211А	5,68	0,9	1	5,11	0,77	5,17
участок в пролете Б-В (оси 19-76)	МО 111	6,12	0,9	1	5,51	0,83	5,57
	МО 112	8,16	0,9	1	7,34	1,10	7,42
	МО 211	3,6	0,9	1	3,24	0,49	3,28

Выбор групповых щитков освещения

Для щита освещения (ЩО) выбираю корпус ЩРН-123-0 74 У2, предназначенные для установки в жилых, общественных, промышленных и др. зданиях, объектах средней мощности включая металлические сооружения с повышенными требованиями к электробезопасности.

Щит распределительный модульный, навесного исполнения, IP54, в комплекте:

- автоматический выключатель 1-ф, С6А, ВА47-29 – 1 шт;
- розетка для установки на дин-рейку, РАр10-3-ОП – 2 шт.
- кнопка двойная с подсветкой «ПУСК-СТОП», 220В, 1р+1з

- переключатель кулачковый 10А, на два положения «1-2»
- реле промежуточное 230В, АС, 7А, 4перекл. Контакта
- розетка для реле 55.34 с металлическим фиксатором;

Функциональные возможности:

- Ввод трехфазный или однофазный электрической сети
- Распределение электрической энергии по трехфазной или/и однофазной цепям
- Защита всех цепей от перегрузок и токов короткого замыкания

Выбор марки проводников и способов их прокладки

Основные рекомендации по использованию конкретных видов и марок проводников в зависимости от характеристики окружающей среды и особенностей помещения приводятся в нормативно-технической литературе.

Для производственных зданий следует преимущественно применять открытую проводку. Тип применяемого кабеля во всех помещениях ВВГнг.

Расчет сечения проводников

Для трехфазной сети

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3}U_{л} \cos \varphi}, \quad (2.11)$$

для однофазной сети

$$I_p = \frac{P_p}{U_{\phi} \cos \varphi}; \quad (2.12)$$

где P_p – активная расчетная мощность нагрузки, $\cos \varphi$ – коэффициент мощности нагрузки, U_{ϕ} – фазное напряжения сети.

Поскольку существующий кабель АВВГ 4x120 находится в хорошем состоянии, то проверим возможность его использования.

В соответствии с расчетным током по справочной литературе определяется длительно допустимая токовая нагрузка проводника.

Данные расчетов сводим в таблицу 2.12

Таблица 2.12 – Данные расчетов

	№ линии	S_p кВА	U_B	I_p А	$I_{\text{од}}$ А	Марка кабеля, сечение АВВГ 4x120 мм.кв
участок в пролете Б-В (оси 19-76) аварийное освещение	МО 110А	51,33	380	81,28	100	+
	МО 111А	5,57	380	8,92	16	+
	МО 112А	7,32	380	11,72	16	+
	МО 211А	5,17	380	8,28	16	+
участок в пролете Б-В (оси 19-76)	МО 111	5,57	380	8,92	16	+
	МО 112	7,42	380	11,88	16	+
	МО 211	3,28	380	5,25	16	+

Выбор защитных коммутационных аппаратов

Для сетей освещения должна выполняться защита от токов короткого замыкания при любом способе их прокладки. Помимо этого, отдельные виды электрического освещения согласно ПУЭ должны предусматривать также приборы защиты от перегрузки.

Защита осветительных сетей осуществляется при помощи автоматических выключателей, установленных на щитах подстанции, магистральных и групповых щитках.

Правильный выбор аппарата по номинальному току обеспечивает отсутствие опасных перегревов частей аппарата при его длительной работе в нормальном режиме. Для этого необходимо, чтобы максимальный действующий рабочий ток цепи (расчетный ток) I_p не превышал номинального тока аппарата

$$I_p \leq I_{\text{ном а}}$$

Автоматы необходимо также выбрать из условия реализации защитной функции. При этом оцениваются значения номинальных токов тепловых расцепителей по выражению:

$$I_{\text{ном расц}} \geq 1,25I_p \quad (2.13)$$

где коэффициент 1,25 необходим для учета разброса защитной характеристики, $I_{\text{ном расц}}$ – номинальный ток теплового расцепителя автомата.

Данные выбранных автоматов сведены в таблицу 2.13

Расчет токов однофазного короткого замыкания и проверка аппаратов защиты

Расчет тока однофазного к.з. с учетом переходного сопротивления.

Ток однофазного к.з. через переходное сопротивление с учетом мощности энергосистемы рассчитывается по формуле:

$$I_{KR}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{(Z_r/3 + z_{ПТ})}, \text{ где} \quad (2.14)$$

$Z_{ПТ}$ -полное сопротивление петли фаза-нуль линии до наиболее удалённой точки сети (по табл.105 [10]).

Таблица 2.13 – Данные расчетов

№ линии	$I_p A$	тип автомата	$I_{з.ав} A$	хар-ка автомата	наибольшая пред. откл. Способность	наибольшая раб. откл. способность %
МО 110А	81,28	А3726Б	250	С	1,5	100
МО 111А	8,92	ВА88-33	32	С	1,5	100
МО 112А	11,72	ВА88-33	32	С	1,5	100
МО 211А	8,28	ВА88-33	32	С	1,5	100
МО 111	8,92	ВА88-33	32	С	1,5	100
МО 112	11,88	ВА88-33	32	С	1,5	100
МО 211	5,25	ВА88-33	32	С	1,5	100

Должно выполняться условие:

$$I_{отс} \leq I_{KR}^{(1)}$$

$I_{отс}$ – ток срабатывания максимального расцепителя автомата

Значение $Z_r/3$ для трансформатора мощностью 630кВА (трансформатор выбран условно) составляет 0,009Ом (таблица 100 [10]).

2.5 Система управления освещением

При проектировании сетей управления освещением существуют три основные возможности:

1) создать или использовать имеющиеся проводные сети, описанные в первой главе;

2) использовать для передачи информации силовые провода;

3) передавать информацию по выделенным радиоканалам.

При выборе каналов связи системы управления освещением следует учитывать особенности каждого из них. Подробное описание основных применяемых решений было рассмотрено в первой главе данной работы. Проводное управление интеллектуальной системы управления является более традиционным. Беспроводное же, напротив, появилось относительно недавно, но развивается очень стремительно. Основным преимуществом беспроводного управления, конечно же, является отсутствие затрат на прокладку кабеля. Однако это преимущество теряет смысл, если такие кабели уже проложены на предприятии. Также преимуществом использования радиоканалов связи, включенную в сеть Интернет, является гибкость такой системы.[13] Управление и контроль показателей системы освещения можно осуществлять из любой точки, всё зависит только от программного обеспечения, которое развивается стремительными темпами. Однако есть и недостатки при использовании беспроводных каналов связи: скорость получения сигнала снижается, в разных точках установки светильников – разный уровень сигнала и необходимо учитывать создаваемые помехи.

Всё это говорит о неоднозначности выбора управления интеллектуальной системы и возможности применения нескольких систем одновременно.[12]

Для внутреннего освещения расстояния, на которые передается информация, относительно невелики, и если здание не имеет готовой информационной сети, то целесообразно применять второй способ — передачу информации по силовым проводам. В этом случае гибкость системы не уступает управлению по радиоканалу, и если возникнет необходимость реконструкции или расширения АСУ, то задачу можно

решить установкой дополнительного сетевого оборудования без прокладки новых кабелей.

Применение беспроводной связи дает возможность регулировать режим работы отдельных локальных групп светильников, что позволяет экономить электроэнергию при одновременном соблюдении норм освещенности.[22]

Интеллектуальный источник питания может передавать на диспетчерский пункт информацию о неисправностях блока и светильника.

Дистанционная система управления освещением (Далее - ДСУО) подлечит часть корпуса №1 семь пролетов. Управление освещением осуществляется с 2-х проектируемых пультов дистанционного контроля при помощи программного обеспечения Esonex Smart, связанных между собой через передачу данных закрытого сегмента существующей локальной вычислительной сети и проектируемых роутеров.

Система Esonex Smart управляет осветительной системой и другим технологическим оборудованием в автоматическом и ручном режиме. Весь цех разделен на различные технологические зоны, в которых оборудование может работать по различным независимым алгоритмам.

Управление цехом осуществляется с двух точек управления, соединены между собой по существующей ЛВС и проектируемой сетью Wi-Fi. Первая точка управления располагается в другом корпусе АРМ энергодиспетчера. На

служебный компьютер энергетика цеха установлено программное обеспечение Esonex Smart для мониторинга системы. Вторая точка управления располагается непосредственно в рабочей зоне цеха для оперативного ручного управления в диспетчерской на осях М-Н/125. При необходимости подключается любое количество пользователей с помощью Wi-Fi или по локальной сети предприятия, а также разграничиваются права доступа.

Проектируемое оборудование устанавливается в существующих ЩУО, ЩКО, и ТП, на осях: В/46, Д/19, Ж/40, И/43, Р/40-43, Н-П/103, Ж/100, расположение которых приведено на чертеже 1-11/16-СС-1 «Ситуационный план реконструкции верхнего освещения, расположения источников питания, план расстановки роутеров и датчиков освещенности». Проектируемые роутеры подключаются к закрытому сегменту ЛВС от существующих телекоммуникационных шкафов кабелем FTP-5cat. (точки подключения уточняются у эксплуатирующих служб), питание для проектируемого оборудования обеспечить от существующего источника бесперебойного питания.

Роутер Esonex RF Gate - является независимым сервером, обеспечивающим функционирование системы управления. Устанавливается в любом удобном месте. Подключается к локальной сети предприятия через Wi-Fi, LAN, Ethernet.

Подключенные к сети пользователи могут управлять системой, через любой компьютер или портативное устройство. В случае отсутствия местной локальной сети Esonex RF Gate самостоятельно ее организует.

В настоящее время компьютерная технология управления и информационных систем широко применяется в большинстве отраслей промышленности, поскольку она может принести значительные технические и экономические выгоды. Информационные системы управления технологическим процессом помогают оперативному персоналу производить требуемый выпуск продукции с минимальными колебаниями качества, минимальным потреблением сырья и энергии и максимальной эффективностью. Централизация процесса управления в сочетании с повышенной механизацией привела к повышению производительности. Теперь передовые системы управления, такие как PLC, широко используются в промышленности.

Различные методы управления были предложены для управления уличным освещением во время сезонных колебаний. Общепринято

использовать реле для принятия простых решений логического управления. Реле позволяют включать и выключать питание без механического выключателя. Разработка недорогого компьютера привела к самой последней революции - программируемому логическому контроллеру (PLC). С появлением PLC он стал наиболее распространенным выбором для управления производством. PLC представляет собой цифровое электронное устройство, которое использует программируемую память для внутреннего хранения команд для реализации конкретных функций, таких как логика, последовательность, синхронизация, подсчет и арифметика для управления через аналоговые или цифровые модули ввода / вывода различных типов машин или процессов. Существуют различные типы PLC, используемые для различных применений.

Традиционные системы освещения в большинстве районов работают через Интернет с постоянными интервалами времени, независимо от сезонных изменений. Уличные фонари просто включаются после обеда и выключаются утром. Следствием этого является то, что большая часть энергии тратится бессмысленно. Поскольку энергопотребление является вопросом повышенного интереса, в последнее время с разных точек зрения обсуждаются возможные пути сбережения энергии в системах уличного освещения. Цель этой работы - описать систему Smart Street Lighting - способ удовлетворения спроса на гибкие системы общественного освещения с использованием контроллера программируемой логики (PLC). Основное отличие от других компьютеров заключается в том, что PLC устанавливаются в таких суровых условиях, как пыль, влага, тепло, холод и т.д., и имеют возможность для обширного ввода / вывода. В предлагаемой статье управление уличными фонарями осуществляется с помощью PLC 3-го тысячелетия с учетом сезонных колебаний. При выборе светодиодной осветительной установки конечные пользователи особенно заинтересованы в световом эффекте, который в коммерческих технических спецификациях определяется как лм / led, а не в лм / Вт. В то же время, меньшее значение

придается правильной установке светильника, так чтобы выполнялись все функциональные и нормативные требования (однородность освещения, равномерность яркости). Значения яркости и освещения, которые должен соблюдать светильник, различны для разных улиц и зависят от различных факторов: скорости движения, среднего количества транспортных средств в один день, типа участников движения и т.д. Эти факторы должны учитываться при проектировании осветительной установки.[24]

Управление включением и отключением определенных групп светильников осуществляется двумя способами:

1. с помощью магнитных контакторов, управление которых осуществляется от модуля Econex RS485 Contact 16 с помощью встроенных сухих контакторов и получению команд по радиосигналу от модуля Econex RF RS485. Питание устройств выполнить от блока питания MeanWell DR-30-24.

2. с помощью встроенного в светильник модуля Econex RF Standart позволяющие независимое адресное управление каждым осветительным прибором Econex RF RS485 – модуль преобразования Econex RF RS485 предназначен для сопряжения различных устройств, работающих по протоколу RS485, с беспроводной системой управления Econex Smart.

Econex RS485 Contact 16 - модуль предназначен для управления электрическими нагрузками посредством встроенных «сухих переключающих контактов» (включение, выключение и переключение). Для интеграции данного устройства в беспроводную систему управления Econex Smart необходимо использовать Модуль преобразования Econex RF RS485, к которому по сети RS485 одновременно могут подключаться одно или несколько устройств.

Модуль Econex RF Standart - модуль управления для светильника до 500 Вт, позволяет регулировать световой поток светильника. Заводом-изготовителем устанавливается на светильник и не требует дополнительных монтажных операций.

Система Esonex Smart управляет осветительной системой в автоматическом и ручном режиме. Возможность автоматического регулирования яркость групп светильников при помощи датчиков освещенности исходя из заданных пользователем требований. Датчики Esonex RF SensorLux автоматически поддерживают заданную освещенность рабочей поверхности в зависимости от наличия и интенсивности внешнего естественного освещения путем диммирования мощности светового потока светильника.

Вывод по 2 главе

В данной главе был разработан проект по замене системы освещения промышленного цеха. В рамках проекта выполняется замена автоматических выключателей и контакторов на группах 1ЩКО питающих шинопроводы, на которых выполняется замена существующих светильников на светодиодные.

Кабельные линии остаются существующие. Выполняется замена участков кабеля от шинопровода освещения ШОС-73А до светильников на марку ВВГнг-LS 3x1,5.

В щитах управления освещением так же выполняется установка модуля RS485 Contact 16 с блоком питания и модулем преобразования RF-RS485, для управления освещением по остальным группам.

На шинопроводе распределительном ШРА-73 меняются автоматические выключатели отключения шинопроводов осветительных ШОС-73А марки А3124, на марку ВА 04-31Про номиналом 16А.

Управление освещением новыми светодиодными светильниками осуществляется непосредственно через модуль управления встроенный в светильник.

3 Алгоритм выбора технических требований к системам освещения промышленных предприятий

Последовательность проектирования ОУ:

1. Выбор концепции освещения.
2. Ознакомление с объектом по чертежам.
3. Выбор количественных и качественных характеристик освещения, выбор коэффициентов запаса, выбор коэффициентов отражения.
4. Выбор системы освещения.
5. Выбор видов освещения.
6. Выбор ИС.
7. Выбор типа светового прибора (СП).
8. Расчет мощности ОУ.
9. Выбор размещения светильников.
10. Проверка обеспечения нормируемых значений количественных и качественных характеристик освещения.
11. Корректировка проекта.
12. Оформление светотехнической ведомости.

Выбор концепции освещения. На этом этапе происходит общее осмысление проекта освещения, предварительно изучаются или уточняются детали освещаемого помещения. Необходимо изучить степень стойкости находящихся на производстве материалов к воздействию УФ- и ИК-излучения и высоких температур, с учетом полученных результатов выбираются значения нормируемых величин и тип ИС.

Выбор уровня нормированной освещенности для всех помещений $E_{\text{норм}}$, коэффициентов запаса K_z , выбор качественных характеристик освещения (объединенного показателя дискомфорта UGR; показателя ослепленности P ; цилиндрической освещенности $E_{\text{цил}}$, коэффициента пульсации K_p), коэффициентов отражения.

Проектирование ведется по российским нормам. Расчет нормы освещенности регламентируется несколькими правовыми актами. Самый главный документ — СНиП. Еще имеют место быть СанПиН, МГСН (Московские городские строительные нормы), а также большое количество региональных (для каждого субъекта РФ) и отраслевых документов, актов и пр.

В зависимости от назначения проектируемого помещения выбираются нормируемая освещенность и качественные показатели освещения. Для жилых и общественных зданий выбор ведется на основании СП 52.13330.2011 [3], ведомственных норм, а также МГСН 2.06—99. Для производственных зданий — на основании отраслевых норм. Если не удастся найти нормированную освещенность для какого-то конкретного помещения, ищут похожее помещение с такой же зрительной работой либо с похожим разрядом зрительной работы.

3.1 Выбор видов освещения

Рабочее освещение (РО) обеспечивает необходимые условия работы при нормальном режиме функционирования ОУ.

Охранное освещение (разновидность РО) — это освещение вдоль границ территории. Нормируемая освещенность равна 0,5 лк на уровне земли или 0,5 лк на вертикальной плоскости. Для охранного освещения могут быть использованы любые ИС, за исключением случаев, когда в нормальном режиме охранное совещание отключено, а включается автоматически от действия охранной сигнализации. Тогда используются следующие ИС:

- а) СИД;
- б) КЛЛ, работающие при отрицательных температурах;
- в) РЛВД при условии их мгновенного зажигания и быстрого повторного зажигания как в горячем состоянии, после кратковременного отключения, так и в холодном состоянии быстрого пуска;
- г) ЛН (при невозможности использовать другие ИС).

Дежурное освещение — освещение в нерабочее время. Освещенность, равномерность и требование к качеству освещения не нормируются.

Аварийное освещение (АО) обеспечивает необходимые условия для работы или эвакуации при временном выходе из строя РО. Аварийное освещение подразделяется на аварийное эвакуационное освещение (АЭО) и аварийное резервное освещение (АРО).

Аварийное эвакуационное освещение делится:

- а) на освещение путей эвакуации;
- б) освещение зон повышенной опасности;
- в) освещение больших площадей (антипаника).

Аварийное освещение путей эвакуации следует предусматривать по маршрутам эвакуации в коридорах и проходах.

Горизонтальная освещенность путей эвакуации на полу на центральной линии должна быть не менее 1 лк, у края прохода — не менее 0,5 лк.

Аварийное эвакуационное освещение зон повышенной опасности следует предусматривать для безопасного завершения потенциально опасного рабочего процесса или ситуации.

Минимальная освещенность зон повышенной опасности должна составлять 10 % нормируемой освещенности общего рабочего освещения, но не менее 15 лк.

Аварийное эвакуационное освещение больших площадей (антипаника) устраивается в больших помещениях (площадью более 60 м²), оно направлено на предотвращение паники и обеспечивает безопасный подход к путям эвакуации.[11]

Минимальная освещенность зон повышенной опасности не менее 0,5 лк на всей площади, за исключением зоны 0,5 м по периметру помещения.

Аварийное резервное освещение следует предусматривать, если по технологическому процессу или в соответствии с ситуацией требуется продолжение работы при исчезновении РО, а также в тех случаях, когда

нарушение обслуживания оборудования и механизмов, связанное с исчезновением РО, может вызвать:

- гибель, травмирование или отравление людей;
- взрыв, пожар, длительное нарушение технологического процесса;
- утечку токсических и радиоактивных веществ в окружающую среду;
- нарушение работы таких объектов, как электрические станции, узлы радио- и телевизионных передач и связи, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работ, и т.п.

Освещенность от резервного освещения должна составлять не менее 30 % нормируемой освещенности при общем рабочем освещении. Необходимость создания для резервного освещения более высоких уровней освещенности определяется технологами в зависимости от условий функционирования данного объекта.

Световые указатели устанавливаются:

- над каждым эвакуационным выходом;
- на путях эвакуации;
- для обозначения поста медицинской помощи;
- для обозначения мест размещения первичных средств пожаротушения;
- для обозначения мест размещения средств экстренной связи и других средств, предназначенных для оповещения о чрезвычайной ситуации.

Для АО следует предусматривать СП со следующими ИС:

- а) СИД;
- б) ЛЛ — в помещениях с минимальной температурой воздуха не менее 5 °С и при условии питания ламп во всех режимах напряжением не ниже 90% номинального;

в) РЛВД при условии их мгновенного или быстрого повторного зажигания как в горячем состоянии после кратковременного отключения, так и в холодном состоянии;

г) ЛН — при невозможности использовать другие ИС.

3.2 Выбор источников света (ИС)

Источники света выбираются, как правило, совместно с СП, например, невозможно выбрать ИС, не зная, какой тип цоколя должен быть у конкретного СП.

При выборе ИС необходимо учитывать следующие характеристики:

1. Светотехнические: световой поток Φ_l ; яркость L ; общий индекс цветопередачи R_a ; цветовую температуру T_{cv} .

2. Электрические: напряжение U ; потребляемый ток I ; мощность P ; коэффициент мощности; потери в ПРА.

3. Конструктивные: тип цоколя; габаритные размеры ИС; массу.

4. Характеристики надежности: срок службы τ ; надежность включения и перезажигания; спад светового потока во времени.

5. Экономические: световую отдачу η ; стоимость.

6. Экологические: наличие ртути; наличие УФ-излучения; наличие ВЧ-излучения.

7. Эксплуатационные: высокие и низкие рабочие температуры; повышенные влажность и сырость; химически агрессивные среды; категории пожароопасности и взрывоопасности помещений; вибрацию в помещениях.

Все характеристики, перечисленные выше, очень важны, и их необходимо учитывать при выборе ИС.

Выбор светового прибора. Выбор СП — один из основных этапов проектирования ОУ, от правильности принятого решения зависят качество, надежность, долговечность и экономичность ОУ. Неправильный выбор СП влечет за собой увеличение установленной мощности, снижение качества

освещения, а несоответствие эксплуатационных параметров светильника условиям окружающей среды освещаемого помещения снижает безопасность, долговечность и надежность действия ОУ, а в ряде случаев может привести к возникновению пожара или взрыва.

Основные характеристики СП:

1. Светотехнические: кривая силы света; коэффициент полезного действия; отношение светового потока в нижнюю полусферу ко всему световому потоку светильника $\Phi_{\text{св}}$; защитный угол γ .

2. Эксплуатационные: способ установки; степень защиты IP — исполнение (Ingress Protection — защита от проникновения); взрывобезопасность; пожаробезопасность.

3. Электрические: напряжение; потребляемый ток I ; мощность; коэффициент мощности; класс электрозащиты.

4. Эстетические: внешний вид, дизайн.

5. Конструктивные: габаритные размеры; масса.

6. Экономические: стоимость; долговечность.

Светотехнические характеристики.

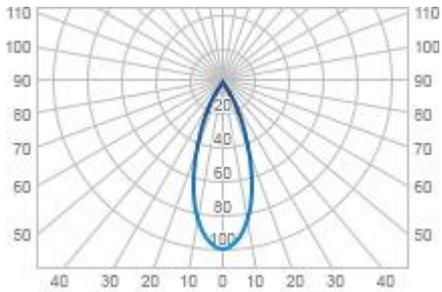
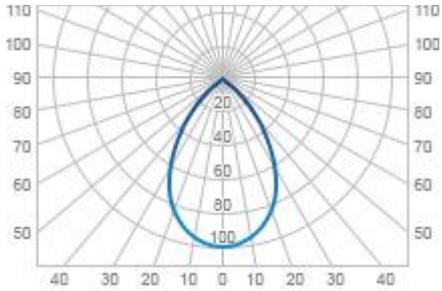
1. Выбор СП по КСС. Выбор КСС ведется с учетом следующих факторов: чем более узкая КСС у СП, тем более экономична ОУ, однако необходимо учитывать, что качество освещения в отношении насыщенности помещения светом (Ецил) при этом хуже. Важным показателем является соотношение l/h^2 . Ориентировочно выбираем КСС по отношению l/h^2 в соответствии с таблицей 3.1. Необходимо иметь в виду отражающие свойства поверхностей. Чем меньше коэффициенты отражения потолка, стен и пола, тем больший световой поток будет теряться на многократные отражения. Значит, чем выше коэффициенты отражения, тем свободнее можно использовать светильники с более широкой КСС и, наоборот, чем меньше коэффициенты отражения, тем рациональнее становится выбор СП с более узкой КСС.

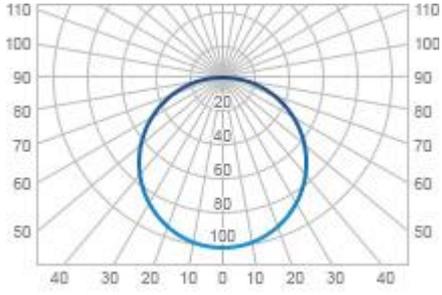
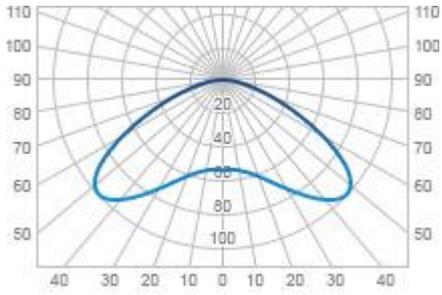
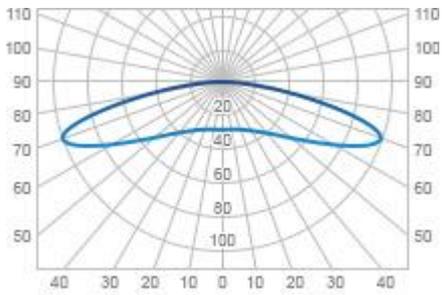
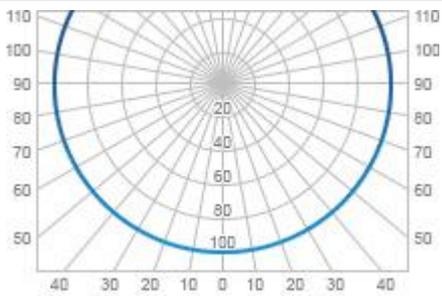
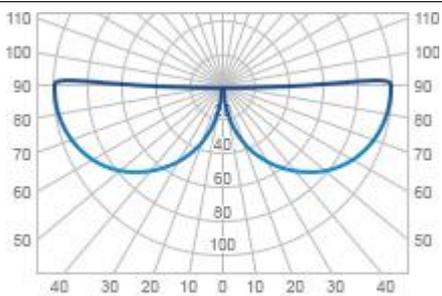
Нужно учитывать слепящее действие ОУ. Для уменьшения показателя UGR необходимо выбирать СП с более узкой КСС. Для увеличения насыщенности помещения светом нужна более широкая КСС. Необходимо учитывать затеняющее действие оборудования. Чем больше затенение, тем более узкая КСС должна быть у СП; В промышленных зданиях используются, как правило, СП с КСС типа К и Г [1].

Таблица 3.1 – Выбор оптимального значения l/h_p в зависимости от КСС

Тип КСС	l/h_p
К	0,4—0,6
Г	0,6—1,0
Д	1,0—1,5
Л	1,5—2,0
Ш	2,0—3,0

Таблица 3.2 - Таблица основных типов кривых силы света и соответствие углу раскрытия светового потока

КСС	Наименование	Обозначение	Угол раскрытия светового потока
	Концентрированная	К	не более 30°
	Глубокая	Г	В среднем 60° - 80°

	Косинусная	Д	120° классический угол светодиода без оптики
	Полуширокая	Л	140° световой поток растягивается вдоль полотна дороги
	Широкая	Ш	160° световой поток растягивается вдоль полотна дороги
	Равномерная	М	180° равномерное освещение
	Синусная	С	90° отраженный, приглушенный свет

Выбор СП по характеру светораспределения. По характеру светораспределения все СП делятся на пять классов.

В помещениях с низкими потолками, темными стенами используются СП класса П либо Н. В промышленных зданиях применяются, в основном СП класса П либо Н. В общественных зданиях СП могут быть любого класса,

выбор зависит от того, какое требуется качество освещения, какие экономические задачи стоят перед проектировщиком. Чем больший световой поток уходит в нижнюю полусферу, тем меньше освещенность от многократных отражений, тем меньший поток теряется на многократные отражения, тем экономичней ОУ.

Приборы класса О дают высокое значение цилиндрической освещенности, их можно использовать только в помещениях с высокими коэффициентами отражения.

Коэффициент полезного действия светильника. Если КСС светильников относятся к одному типу, то следует выбирать тот, КПД которого выше.

Защитный угол γ — это угол, в пределах которого глаз защищен от попадания на него прямого светового потока ИС. Если в помещении нормируется показатель дискомфорта, то защитному углу нужно уделять особое внимание.

Выбор СП по эксплуатационным характеристикам. Выбор СП по степени защиты. В обозначении степени защиты СП от пыли и влаги, а также от прикосновения к токоведущим элементам в соответствии с международными правилами есть буквы IP и две цифры.

Первая цифра показывает степень защищенности СП от проникновения в него пыли и твердых посторонних тел, вторая — от проникновения влаги. Эта цифра может быть от 0 до 8.

Ingress Protection Rating (Степень защиты от проникновения)— это система классификации степеней защиты электрооборудования от проникновения твердых частиц и влаги в соответствии с международным стандартом IEC 60529 (DIN 40050, ГОСТ 14254-96).

Степень защиты от твердых частиц или пыли (первая цифра):

0 - нет защиты

1 - защита от предметов размером 50 мм и менее

2 - защита от предметов размером 12,5 мм и менее

3 - защита от предметов размером 2,5 мм и менее

4 - защита от предметов размером 1 мм и менее

5 - частичная защита от пыли

6 - полная защита от пыли

Степень защиты от жидкости (вторая цифра):

0 - нет защиты

1 - защита от вертикальных капель

2 - защита от капель, падающих под углом 15 градусов

3 - защита от брызг под углом 60 градусов (защита от дождя)

4 - защита от брызг с любого направления

5 - защита от струй жидкости под небольшим давлением

6 - защита от сильных потоков воды

7 - прибор можно ненадолго поместить на 1 метр под воду

8 - полная водонепроницаемость, возможна длительная работа на глубине (давление указывается отдельно)

Выбор по взрывобезопасности. В зависимости от области применения взрывозащищенные СП условно разделяются на следующие типы:

I — рудничные взрывозащищенные СП для подземных выработок, шахт, рудников опасных по газу и пыли;

II — взрывозащищенные СП для внутренних и наружных установок, в местах, где возможно образование взрывоопасных смесей.

В зависимости от уровня взрывозащиты все СП подразделяются (таблица 3.3):

- на СП повышенной надежности против взрыва;

- взрывобезопасные;

- особовзрывобезопасные.[4]

Под взрывозащитой понимаются специальные конструктивные средства и меры, которые обеспечивают невоспламенение окружающей взрывоопасной смеси от электрических искр, дуг и нагретых частей СП.

Таблица 3.3 – Уровень взрывозащиты СП в зависимости от класса взрывоопасной зоны

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты СП	Характер среды
Стационарные установки		
В-I	Взрывобезопасный	При нормальной эксплуатации возможно выделение веществ, образующих с воздухом взрывоопасные смеси
В-Ia; В-Iг	Повышенной опасности против взрыва	То же, но лишь при аварийной ситуации или неисправности
В-Iб	Без средств взрывозащиты при степени защиты IP53*	То же, при условии: 1) горючие газы с высоким концентрационным пределом воспламенения; 2) с резким запахом (например, машинные залы аммиачных компрессоров)
В-II	Повышенной надежности против взрыва	При нормальной эксплуатации могут возникнуть пыль или волокна, которые могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси
В-IIa	Без средств взрывозащиты при степени защиты IP53*	Могут возникнуть пыль или волокна только в результате аварии или неисправности

Осветительными приборами повышенной надежности против взрыва называются такие, в которых предусмотрены меры, затрудняющие возникновение опасных искр, дуг и нагрева только в режиме их нормальной работы, их маркировка 2 Ex.

Взрывобезопасными называются такие СП, в которых предусмотрены меры, затрудняющие возникновение опасных искр, дуг и нагрева не только в режиме нормальной работы, но и при вероятных повреждениях СП в процессе эксплуатации, их маркировка 1 Ex.

Особовзрывобезопасные — такие СП, в которых имеются специальные дополнительные средства взрывозащиты, например автоматическое отключение СП от источника питания при разрушении светопропускающего элемента или колбы лампы (маркировка 0 Ex).

Необходимо отметить, что при освещении некоторых помещений, в которых опасность взрыва особенно велика (например, склады горюче-смазочных материалов) СП устанавливаются вне помещений за двойным остеклением либо освещение ведется через специальные световые проемы.

Пожаробезопасность СП означает практическую невозможность загорания как самого СП, так и окружающей его среды, что обеспечивается его конструкцией, выбором комплектующих изделий и материалов с температурными характеристиками, соответствующими тепловому режиму работы СП.

Для потолочных, встраиваемых СП существенными в отношении пожарной безопасности являются параметры возгорания материалов, из которых изготовлены опорные поверхности. Эти материалы условно делятся на три группы:

- нормально возгораемые (горючие) материалы, температура воспламенения которых менее 200 °С и которые не деформируются при этой температуре (например, дерево или материалы на его основе толщиной более 2 мм);

- негорючие материалы, т.е. не поддерживающие горения (например, металл, бетон, штукатурка);

- легко возгораемые материалы, которые не могут быть классифицированы как нормально возгораемые материалы (например, фанера или другие материалы, содержащие дерево, толщиной менее 2 мм).

Пожаробезопасность СП обозначается значками F, FF, M в перевернутых треугольниках.

Выбор СП по электробезопасности. Электробезопасность СП должна обеспечивать защиту людей от поражения электрическим током. Степень безопасности определяется классом защиты от соприкосновения с токоведущими частями, напряжением, сопротивлением и прочностью электрической изоляции. Существует четыре класса защиты от поражения электрическим током: 0, I, II, III (табл. 3.4).

Таблица 3.4 - Классы защиты от поражения электрическим током

Класс защиты от поражения электрическим током
0 — рабочая изоляция на всех токоведущих элементах СП
I — кроме рабочей изоляции токоведущих частей, на СП имеется специальный зажим для подключения заземляющего проводника. В светильнике могут быть части с двойной или усиленной изоляцией
II — безопасность СП обеспечивается двойной или усиленной изоляцией токоведущих частей. Заземление СП с классом защиты II не требуется; ОП с классом защиты II дороже аналогичных СП с классом защиты I
III — безопасность СП обеспечивается питанием от электросети напряжением не выше 42 В. Заземление таких СП также не требуется. Это переносные светильники (ручные и налобные фонари), СП с галогенными лампами накаливания низкого напряжения и СИД

Для работы осветительных приборов в большинстве случаев применяется сеть напряжением 220 вольт. Конструкторы стремятся

обезопасить персонал, обслуживающий ОП, и лиц, которые могут случайно прикоснуться к токоведущим частям, от поражения электрическим током. Выделяются четыре класса защиты: от 0 до III. Преобладающим классом защиты является I. Он характеризуется наличием основной изоляции и присоединением токопроводящих частей, доступных для прикосновения к заземляющему проводу.

Второму классу соответствует двойная или усиленная изоляция. Защитного заземления нет. Питающая сеть – двухпроводная однофазная. Третий класс защиты от поражения электрическим током обеспечивается применением пониженного питающего напряжения.

В России не допускается применение технических средств, не удовлетворяющих требованиям стандартов по электромагнитной совместимости, т.е. все виды электронного оборудования должны соответствовать положениям по ЭМС.[5]

Существующие стандарты по электромагнитной совместимости определяют требования в отношении технических средств в зависимости от типа и места размещения оборудования. В Российской Федерации в настоящее время действует более ста двадцати нормативных документов по ЭМС. Система основных стандартов по электромагнитной совместимости имеет трехуровневую структуру. Базовые документы определяют методики испытаний. Стандарты первого (продукция) и второго (семейство продукции) уровня устанавливают перечень требований и испытаний для конкретных изделий и семейства продукции. Общие стандарты (третий уровень) позволяют решать аналогичные задачи в отношении любого оборудования по месту эксплуатации.

Общие требования по ЭМС:

1. Оборудование не должно вызывать электромагнитных помех, мешающих нормальному функционированию другим техническим средствам.

2. Эмиссия электромагнитных возмущений от оборудования должна быть ограничена в соответствии с его назначением и с учетом положений специальных технических регламентов.

3. Должна обеспечиваться защита радиодиапазона от промышленных радиопомех, создаваемых оборудованием в соответствии со специальным техническим регламентом, при этом необходимо учитывать особенности задействования радиочастотного спектра в России.

Реализация установленных требований по ЭМС позволяет обеспечить нормальное функционирование радиоэлектронного оборудования и исключить возникновение аварий.

Определение фликера. Основой фликера являются внезапные колебания напряжения сети. В этом определении фликера не учитываются только колебания:

- величиной менее 10 %,
- и за период менее 1 часа.

Фликер образуется главным образом из быстрых колебаний питающего напряжения малой величины, вызванных:

- 1-либо от изменения мощности, вызванной различными приемниками: дуговыми электропечами, сварочными машинами, двигателями, и т.д.,
- 2-либо включением и отключением нагрузок: пуск двигателей, ступенчатая работа батарей конденсаторов и т.д.

Главным образом, фликер изучен для ламп накаливания и является более или менее значительным в зависимости от типа источника света. Он может быть вызван не только колебанием напряжения.

Уже более 50 лет фликер является предметом многочисленных публикаций. Это явление теперь хорошо определено (стандарт СЕI 868), проанализировано, измерено, для которого существуют элементы прогноза и противодействия.[3]

Колебания напряжения как источник возникновения фликера.

Во всех индустриальных странах, распределители энергии, как и пользователи электрооборудования, должны соблюдать допустимое отклонение изменений амплитуды колебаний и частоты в своих сетях, или правильная работа оборудования не гарантируется. Например, во Франции, стандарт EN 50160 фиксирует такое допустимое отклонение:

- $\pm 10\%$ допустимое отклонение для номинальных напряжений НН (Низкое Напряжение: $U_n < 1000\text{ В}$),

- от $+6\%$ до -10% для напряжений НН 230/400 В, между 1996 и 2003, (международное согласование),

- $\pm 1\%$ номинальной частоты (50 Гц).

Еще существуют такие виды колебаний напряжения, как циклические колебания, провал напряжения, отключения, перенапряжения (см. рисунок 3.1).

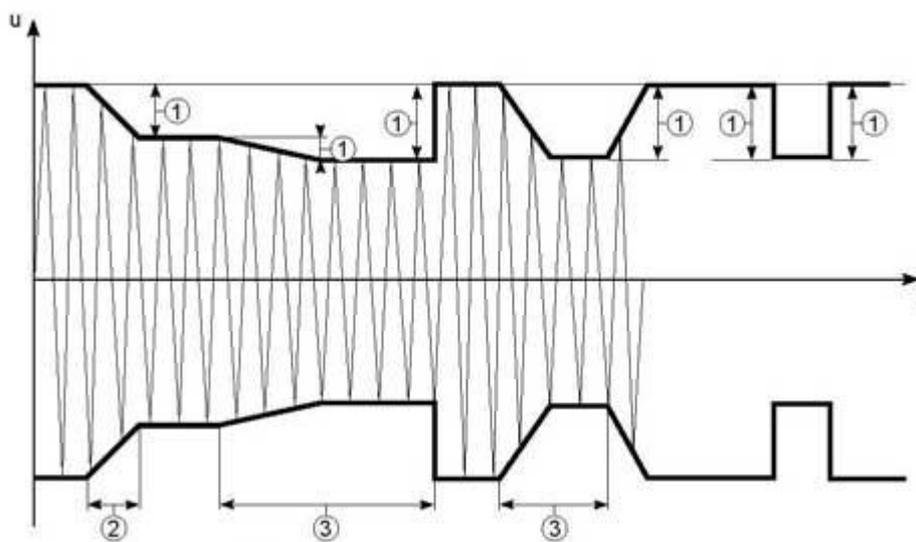


Рисунок 3.1 - Колебания напряжения

1- колебание напряжения;

2- длительность колебания напряжения;

3- интервал между двумя колебаниями.

В следующих разделах представлены два главных типа колебания напряжения, вызывающие фликер, приводятся соотношения между колебанием напряжения и мощностью.

Периодические и быстрые колебания напряжения. Эти периодически изменяющиеся колебания имеют спектральное разложение в полосе частот от 0,5 Гц до 25 Гц.

Они вызваны нагрузками (или совокупностью нагрузок), которые характеризуются постоянным изменением мощности (например дуговые электропечи, сварочные машины, ...)

Колебания напряжения с перебоями. Здесь идет речь о переboях напряжения, происходящих систематически или случайным образом (интервалы между высшими переboями в несколько секунд).

Эти колебания вызваны включением значительных нагрузок (например: пуск двигателя, работа батареи конденсаторов,..).

Другие источники фликера. Нарушение работы системы освещения.

Колебание потока света может также привести к неправильной работе системы освещения.[6]

Это первая гипотеза, которую необходимо проверять в случае проблемы!

Например: Лампы дневного света содержат балласт.

- лампы с традиционным ферромагнитным балластом, помимо мигания, наблюдаемого в конце срока эксплуатации, могут генерировать фликер, когда они связаны с плавным регулятором. Действительно, ионизация газа становится неопределенной, когда включение фазы урезает часть синусоиды.

- лампы с электронным балластом обычно нечувствительны к колебаниям своего напряжения питания. Существует балласт, который может использовать плавные регуляторы при включении фазы, в этом случае мелькание можно наблюдать в присутствии гармонических или несущих токов (неопределенное обнаружение перехода к нулю напряжения).

Фликер, вызванный инфрагармониками и интергармониками. Было доказано и констатировано, что в некоторых условиях, присутствие интергармоник в напряжении питания является также источником фликера .

В особенности, лампы накаливания чувствительны в диапазоне частот между 20 Гц и 80 Гц, в то время как люминесцентные для частот выше 100 Гц. Лампы с индуктивным балластом более чувствительны к этому явлению, чем с емкостным балластом.

Источники помех. Дуговая электропечь. Дуговая электропечь - главный генератор фликера. Колебания напряжения, которые возникают при нормальной работе, тем больше чувствительны, чем мощность печей выше, в особенности по отношению к мощности короткого замыкания сети: она обычно исчисляется в десятках МВА.

Машины с переменными нагрузками. Мощные двигатели, или группы двигателей, при пусках и частых остановках, или на переменных нагрузках (таких как прокатный стан), а также машины с переменным моментом сопротивления (компрессоры) могут порождать фликер.

Регуляторы мощности на тиристорах. Чтобы избежать неудобств « фазного управления » (гармонических и паразитных высоких частот), регуляторы на тиристорах (иногда называют плавными регуляторами) работают в "импульсном управлении ", каждый раз, когда их нагрузка это позволяет.[10]

Тиристоры с импульсным управлением включены в течение целого периода (регулирование рядом целых волн), но время проводимости очень короткое, повторяется при частотах нескольких Гц. Следовательно, они порождают фликер. Например, чтобы избежать этого явления при электрическом нагревании, нормы обязывают конструкторов таких систем регулирования, чтобы мощность не коммутировалась более одного раза каждые двадцать секунд.

Сварочные машины. Дуговая сварка относительно слабой мощности вызывает мало помех (за исключением интенсивного использования у абонента НН). Напротив, повторные циклы сварки сопротивлением при частотах между 0,1 и 1 Гц, являются источником помех в виде перебоев напряжения.

Отрицательное влияние фликера, чувствительность источников света.

Колебания напряжения обычно не влияют на правильную работу присоединенных устройств, колебание, являющееся ниже установленных пределов колебания напряжения питания. Напротив, эти колебания могут, для различных типов освещения, влиять на поток света.

Все источники света чувствительны к колебаниям напряжения, представим их в убывающем порядке чувствительности:

- лампы дневного света ртутные или натриевые, они освещают места, где мелькание мало мешает (внешние пространства, памятники, дороги, и т.д.);

- лампы накаливания;

- лампы дневного света.

Телевизоры так же, как экраны компьютеров, имеют некоторую чувствительность к фликеру, она очень изменчивая в зависимости от устройства, никакого точного изучения не было проведено по этому поводу.

Для удобства в выборе светового прибора и системы управления освещением при реконструкции промышленного предприятия, либо для вновь строящегося, был разработан алгоритм, благодаря которому можно существенно сократить время на подбор необходимого оборудования и выбор каналов связи системы управления освещением. Данный алгоритм оформлен в виде анкеты, что позволяет Заказчику и Исполнителю быстрее разобраться с техническим заданием на проектирование. Кроме того, в нем имеется отсылка на нормативные документы по интересующим характеристикам, изучив которые можно более глубоко разобраться в вопросе, не тратя время на самостоятельный поиск литературы. Данный алгоритм представлен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Алгоритм выбора технических требований к системе освещения промышленных предприятий

Характеристика производства		Отметка	Характеристика светового прибора	Нормативные документы
Светотехнические характеристики.				
Планировка производства и интерьер	Соотношение l/hp		Вид кривой силы света (КСС)	ГОСТ 17677-82
	Коэффициент отражения стен и потолка		Светораспределение	ГОСТ Р 54350-2011, СНиП 23-05-95
	Нормируемый показатель дискомфорта		Защитный угол γ	ГОСТ Р 54350-2011
Эксплуатационные характеристики светового прибора				
Категория помещения	Влажность		Класс защиты IPX0- IPX8	МЭК (СIE/IEC 529:1989)
	Наличие пыли		Класс защиты IP0X- IP6X	МЭК (СIE/IEC 529:1989)
	С химически активной средой		Класс защиты IPXX- IPXX	МЭК (СIE/IEC 529:1989)
	Пожароопасность		Обозначение значками F, FF, M в перевернутых треугольниках*	ПУЭ 7, главы 6.6., 7.4.
	Взрывоопасность		Маркировка 2 Ex, 1 Ex, 0 Ex	ПУЭ, Глава 7.3.
	Гальваническая связь источника питания с первичной сетью		Класс защиты от поражения электрическим током	ГОСТ Р МЭК 60598-1-2003

Продолжение таблицы 3.5

Электромагнитная совместимость				
Оборудование, используемое на производстве и вид деятельности	Отраслевые требования		ЭМС светового прибора	СТБ ЕН 55015, ГОСТ 30804.3.2
	Используемое электрооборудование		Колебания напряжения и фликера СП	ГОСТ 30804.3.2 (раздел 5)
Система управления освещением				
Наличие уже имеющихся сетей управления			Создать или использовать имеющиеся проводные сети	
			Использовать для передачи информации силовые провода	
			Передавать информацию по выделенным радиоканалам	

*На основании Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" обязательная сертификация осветительных приборов на соответствие нормам пожарной безопасности не предусмотрена.

Вывод по 3 главе

В данной главе были рассмотрены методы и этапы проектирования светотехнической части осветительной системы. Подробно описан процесс выбора световых приборов по светотехническим характеристикам и эксплуатационным. Было рассказано, что необходимо учитывать при построении осветительных систем. Также был разработан алгоритм, который позволяет сократить время на проектирование осветительных систем и сделать это более качественно.

Заключение

В данной работе охвачен широкий круг вопросов, связанный с проектированием систем и установок электрического освещения промышленных предприятий на основе современных источников света.

Было проанализировано состояние систем освещения промышленных предприятий в России и мире. Было рассмотрено, как в процессе развития осветительной техники росла энергоэффективность осветительных устройств. Произведен сравнительный обзор различных источников света и выявлены их достоинства и недостатки. Показана роль источников электропитания, источников света и автоматизированных систем управления освещением при разработке энергоэффективного освещения. Выявлено, что основная доля потенциала энергосбережения определяется именно этими компонентами системы освещения.

Данная работа включает в себя разработку проекта модернизации системы освещения промышленного цеха филиала АО "АЭМ-технологии" "Атоммаш" в г. Волгодонск. В рамках проекта выполняется замена автоматических выключателей и контакторов на группах 1ЩКО питающих шинопроводы, на которых выполняется замена существующих светильников на светодиодные.

Кабельные линии остаются существующие. Выполняется замена участков кабеля от шинопровода освещения ШОС-73А до светильников на марку ВВГнг-LS 3x1,5.

В щитах управления освещением так же выполняется установка модуля RS485 Contact 16 с блоком питания и модулем преобразования RF-RS485, для управления освещением по остальным группам.

На шинопроводе распределительном ШРА-73 меняются автоматические выключатели отключения шинопроводов осветительных ШОС-73А марки А3124, на марку ВА 04-31Про номиналом 16А.

Управление освещением новыми светодиодными светильниками осуществляется непосредственно через модуль управления встроенный в светильник.

Были рассмотрены методы и этапы проектирования светотехнической части осветительной системы. Подробно описан процесс выбора световых приборов по светотехническим характеристикам и эксплуатационным. Было рассказано, что необходимо учитывать при построении осветительных систем.

Для удобства в выборе светового прибора и системы управления освещением при реконструкции промышленного предприятия, либо для вновь строящегося, был разработан алгоритм, благодаря которому можно существенно сократить время на подбор необходимого оборудования и выбор каналов связи системы управления освещением. Данный алгоритм оформлен в виде анкеты, что позволяет Заказчику и Исполнителю быстрее разобраться с техническим заданием на проектирование. Кроме того, в нем имеется отсылка на нормативные документы по интересующим характеристикам, изучив которые можно более глубоко разобраться в вопросе, не тратя время на самостоятельный поиск литературы.

Список используемых источников

1. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Текст]. – Москва, Стандартинформ, 2014. – 59 с.
2. ГОСТ Р 53246— 2008, Системы кабельные структурированные Проектирование основных узлов системы.[Текст] – Москва, Стандартинформ, 2009.
3. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок [Текст] : РД 153-34.0-03.150-00:утв постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 5.01.2001 г. N 3: приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 27.12. 2000 г. N 163 М.: Издательство «Омега-Л», 2007
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7 издание. - М.: КноРус, 2010. -290 с.
5. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.:Приказом Минстроя России от 07.11.2016 N 777/пр – 2017.
6. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Российская Газета, 27 ноября 2009 г. Федеральный выпуск № 5050.
7. Алишер И.И. Кабельные линии и проводники. Справочник. Издание третье. – М.:Атомиздат, 2014.
8. Медведев Д.В. Методика построения моделей автоматизированных систем управления технологическими процессами // Изв. вузов Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – Новочеркасск, 2004. – Приложение №6.

9. Григорьев В.И. Справочник энергетика. Учебник./– М.: Колос, 2006.
10. Лыкин А.В. Электрические системы и сети. –М.: Логос, 2008. - 258 с.
11. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для вузов – М: Интермет Инжиниринг, 2007.
12. Айзенберг Ю.Б. Современные проблемы энергоэффективного освещения. Учебник- Энергосбережение, 2009. N 1. - С. 42-47.
13. Айзенберг Ю.Б, Варфоломеев Л. П. Как повысить эффективность освещения. Учебник - Энергосбережение, 2011.- С. 52-56.
14. Анчарова Т.В. Осветительные сети производственных зданий (часть 1)- М.: НТФ "Энергопрогресс", 2008 - 64 с.
15. Гвоздев С.М., Панфилов Д.И., Романова Т.К. Энергоэффективное электрическое освещение - Москва, Издательский дом МЭИ, 2013.
16. Козловская В.Б. Электрическое освещение. Справочник- Минск: Техноперспектива, 2008. - 271 с.
17. Шеховцов В.П. Осветительные установки промышленных и гражданских объектов - Москва: ФОРУМ, 2009г. , 160 с.
18. Чернова В.Э., Шмулевич Т.В. Актуальность энергосбережения. Государственная политика в области повышения эффективности использования энергии. Учебное пособие - СПб, 2014. -68 с.
19. Azpilicueta L. Analysis of Topological Impact on Wireless Channel Performance on Intelligent Street Lighting System//Spolecnost pro radioelektronicke inzenyrstvi – Czech Republic, 2016. – P.P. 412-416.
20. Gu B. Energy-saving Lighting Technology of Petrochemical Enterprises // International Engineering and Technology Institute – Hong Kong, 2015. – P.P. 30-34.
21. Hejduk S. Simple and Universal Current Modulator Circuit for Indoor Mobile Free-Space-Optical Communications Testing // VSB-Technical University of Ostrava – Czech Republic, 2014. – P.P. 1-4.

22. Ionescu C. Modelling, Identification And Simulation Of A Lighting Control System // Universitatea Dunarea de Jos – Romania, 2002. – P.P. 116-120.
23. Pushpa Latha D., Sudha K.R. PLC based Smart Street Lighting Control//MECS – India, 2014. – P.P. 64-67.
24. Samli H. Notes on LED Installations in Street Illumination//Eftimie Murgu University of Resita – Romania, 2006. – P.P. 269-274.
25. Spunei I. A Comparative Study of Outdoor Lighting System Performance// Eftimie Murgu University of Resita.- Romania, 2016. – P.P. 337-341.
26. Sung W.-T. Design and Implementation of a Smart LED Lighting System Using a Self Adaptive Weighted Data Fusion Algorithm// MDPI AG – Switzerland, 2013. – P.P. 1-5.
27. Villadangos J. An Easy to Deploy Street Light Control System Based on Wireless Communication and LED Technology//MDPI AG – Switzerland, 2013. – P.P. 1-5.
28. Vittorio M. Intelligent Luminance Control of Lighting Systems Based on Imaging Sensor Feedback// MDPI AG – Switzerland, 2017. – P.P. 1-3.
29. АО «РАДИО И МИКРОЭЛЕКТРОНИКА»: [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.zao-rim.ru/>. – (Дата обращения 26.03.2018).
30. Новости энергетики: [Электронный ресурс]. М., 2014. URL: <http://novostienergetiki.ru/>. (Дата обращения 07.11.2017).