

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»

Факультет Энергетический
Кафедра Электрификация производства и быта

Реферат
по дисциплине «Основы энергосбережения»

Энергосбережение при эксплуатации внутреннего и
наружного освещения

РЗ 13.03.02.09.000 ПЗ

Студент группы Э-82

Д.Р. Мазур

инициалы, фамилия

Преподаватель д.т.н., профессор
должность, ученая степень

Л.В. Куликова

инициалы, фамилия

БАРНАУЛ 2022

Содержание

Введение.....	3
Требования к энергоэкономичности освещения.....	3
Эффективность электрического освещения.....	4
Повышение эффективности освещения.....	5
Современные источники искусственного освещения.....	7
Системы управления освещением.....	12
Заключение.....	16
Список использованной литературы.....	17

Введение

Проблема данного исследования носит актуальный характер в современных условиях. Об этом свидетельствует частое изучение поднятых вопросов. Тема "Энергосбережение при эксплуатации внутреннего и наружного освещения" изучается на стыке сразу нескольких взаимосвязанных дисциплин. Для современного состояния науки характерен переход к глобальному рассмотрению проблем тематики энергосбережение в системах освещения.

Объектом данного исследования является анализ условий энергосбережение в системах освещения. При этом предметом исследования является рассмотрение отдельных вопросов, сформулированных в качестве задач данного исследования.

Целью исследования является изучение темы "Энергосбережение при эксплуатации внутреннего и наружного освещения" с точки зрения новейших отечественных и зарубежных исследований по сходной проблематике. В рамках достижения поставленной цели были поставлены и решения следующие задачи:

Изучить теоретические аспекты и выявить природу энергосбережение в системах освещения;

Сказать об актуальности проблемы энергосбережение в системах освещения в современных условиях;

Изложить возможности решения тематики энергосбережение в системах освещения;

Обозначить тенденции развития энергосбережение в системах освещения.

Требования к энергоэкономичности освещения

В нашей стране основным документом, устанавливающим требования к освещению, являются «Строительные нормы и правила 23-05-95». Кроме этого документа, имеются «Санитарные правила и нормы СанПиН 2.21/2.1.1.1278-03», «Московские городские строительные нормы МГСН 2.06-99» и множество отраслевых норм. В Европе с 2003 года вводятся единые «Европейские нормы освещённости EN 12464-1», детализируемые в разных странах в соответствии с национальными условиями.

В связи с повышением стоимости электроэнергии все большее значение приобретает энергоэкономичность осветительных установок. Основными параметрами, используемыми при контроле за энергоэкономичностью искусственного освещения,

являются удельная мощность W (Вт/м²) или удельная мощность на освещенность 100 лк - W_0 (Вт/м²/100 лк), а также световая отдача используемых (источников света лм/Вт).

Установленная мощность искусственного освещения зависит от световой отдачи источника света и КПД светового прибора, коэффициентов отражения пола, стен, потолка помещения, а также от габаритов помещения, часто характеризующихся индексом помещения. Индекс помещения является функцией высоты, ширины и длины помещения.

Формулы расчета индекса помещения в различных нормативных документах различаются. В отечественной светотехнической литературе он определяется соотношением: $I = ab/(h(a+ b))$, где a , b , h соответственно длина, ширина и высота помещения [2].

Требования к энергоэкономичности систем искусственного освещения заключаются в том, что удельная установленная мощность искусственного освещения не должна превышать некоторого усредненного значения W_0 .

Нормативные базовые значения W_0 представляют собой усредненные значения удельной мощности, получающиеся при применении наиболее рациональных источников света для типовых помещений. Они отражают текущий уровень развития источников света и световых приборов. В российских нормах такой подход применяется пока только для ряда общественных помещений. Для промышленного освещения в целях повышения энергоэкономичности искусственного освещения помещений ограничивается применение источников света с низкими световыми отдачами [1].

Эффективность электрического освещения

Выбирая наиболее экономную систему, следует учитывать не только исходную стоимость, но и эксплуатационные расходы за определенный период времени. Это значит, что принятие более высоких капитальных вложений в создание освещения может способствовать снижению полной стоимости.

Рекомендуемые уровни освещенности основаны на соотношении между зрительной работоспособностью и яркостью объекта, на практическом опыте и экономических расчетах.

Потребление энергии и самая большая часть эксплуатационных расходов сокращаются пропорционально увеличению эффективности ламп и коэффициента использования светильников в данной ситуации.

Коэффициент использования учитывает коэффициент полезного действия светильников, распределение интенсивности света, способы их установки и характеристики помещения как с точки зрения размеров, так и коэффициентов отражения

поверхностей вышеуказанного помещения. Чем выше коэффициент использования, тем ниже стоимость эксплуатации освещения и потребление энергии.

Надлежащий уход является также важным фактором, который следует учитывать, касаясь экономических аспектов освещения. Лучшим было бы содержание в порядке установки освещения за счет регулярной замены ламп и периодической очистки установки и поверхностей помещения, при этом различие между начальным уровнем освещенности, создаваемым осветительной установкой, и рекомендуемой освещенностью будет небольшим.

Чтобы более гибко использовать освещение, можно больше прибегать к локализованному освещению или объединять последнее с общим освещением. Местное освещение также должно использоваться, если в каких-то местах необходима большая яркость. Управление посредством коммутатора или регулятора, позволяющее снизить излишнее освещение или его изменять в зависимости от имеющегося дневного света, способствует сокращению потребления энергии и эксплуатационных расходов.

Повышение эффективности освещения

В относительных единицах электроэнергия, затрачиваемая на освещение, может показаться незначительной, но в абсолютных цифрах представляет собой весьма внушительную величину. Более того, мировые тенденции таковы, что по мере развития производительных сил, доля энергии, затрачиваемой на освещение, возрастает.

Общепризнанно, что естественное освещение является наиболее благоприятным для человека как в физиологическом, так и в психологическом плане. Однако, производственная деятельность человека не укладывается в рамки светового дня, а существующие источники света не настолько эффективны, чтобы заменить дневное освещение как по спектральному составу, так и по временной изменчивости. Выход нужно искать в интегрировании искусственного и естественного освещения при максимальном использовании последнего. Эта точка зрения в настоящее время является общепринятой не только среди врачей – гигиенистов, но и среди лиц, занимающихся поиском новых подходов к энергосбережению в освещении. Очевидно, что этот аспект должен превалировать при проектировании новых и реконструкции старых зданий и сооружений. С учётом этих факторов должно устанавливаться и искусственное освещение: ряды одновременно включаемых ламп должны располагаться вдоль окон, должно практиковаться приближение светильников к рабочим поверхностям с целью увеличения освещенности в данный момент и в данном месте, изменение направления

светового потока с помощью поворота отражающих и рассеивающих элементов осветительного прибора и т.п., а главное – применение систем управления светом.

Световые приборы и световой дизайн во все времена являлись элементами престижа, поэтому продвижение энергосберегающего освещения возможно только тогда, когда освещение станет более качественным, а осветительные приборы - более привлекательными. Но удовлетворить одновременно всем требованиям, предъявляемым к световому прибору и к свету, весьма не просто, поэтому в мировой практике наметилась тенденция разделения функций. Теперь чётко различаются функции дизайнера световых приборов и функции светодизайнера, непосредственно отвечающего за создание светового комфорта в конкретных условиях.

В любом случае, как при решении проблемы энергоэффективности, так и при решении проблемы светового дизайна, мы сталкиваемся по существу с единой проблемой – проблемой правильного светораспределения. Как правило, наиболее экономичные источники имеют значительную мощность и генерируют высокие световые потоки. Их “любовое” применение ничего не может создать, кроме повышенной блескости. В этот разряд попадают даже компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), яркость которых гораздо выше яркости обычных люминесцентных ламп. Здесь, как нигде, необходимо отдавать приоритет правильному распределению света. Однако, как источники света, так и световые приборы сильно различаются по виду светораспределения и по спектральному составу излучения. Если световой прибор рассчитан на применение ламп накаливания, то не всегда можно добиться повышения энергоэффективности, вставив в него КЛЛ, поскольку кривые силы света (КСС) лампы накаливания и КЛЛ различаются принципиально (см. рисунки 2 и 3). Как видно лампа накаливания (ЛН) светит преимущественно вниз, а КЛЛ преимущественно в стороны. Поэтому замена ЛН на КЛЛ в таком светильнике даст неоспоримый эффект по установленной мощности, но не приведёт к улучшению характеристик освещённости.

Особо следует отметить влияние ухода за световыми приборами на качество освещения. В условиях избытка энергоресурсов, было оправдано при расчёте освещённости вводить коэффициент запаса в основном на запылённость и старение ламп. Этим же показателем учитывалось старение световых приборов, в частности, их отражающих поверхностей. Однако, старение ламп и световых приборов, их запылённость приводят не только к снижению уровня освещённости на рабочей поверхности, но и к изменению КСС.

Старый световой прибор (СП), даже будучи чистым и с новыми лампами, светит не так, как было рассчитано изначально. Таким образом, в расчётах необходимо учитывать

изменение КСС в СП за счёт старения и применение новых, более эффективных ИС. Этот момент повышает роль расчёта в современной светотехнике. И в этом нет ничего удивительного, т.к. расчёт – первое необходимое условие энергосбережения. Появление на рынке СП с зеркальными отражателями ещё более усугубляет проблемы, т.к. направленное отражение света от зеркальных элементов при загрязнении заменяется на диффузное (ламбертово рассеяние).

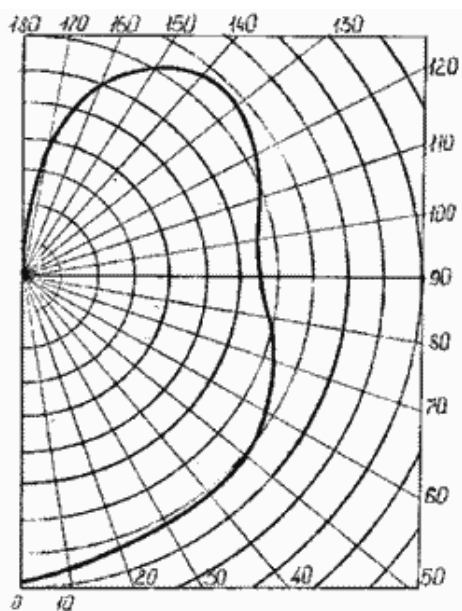


Рисунок 1 - Кривая силы света лампы накаливания

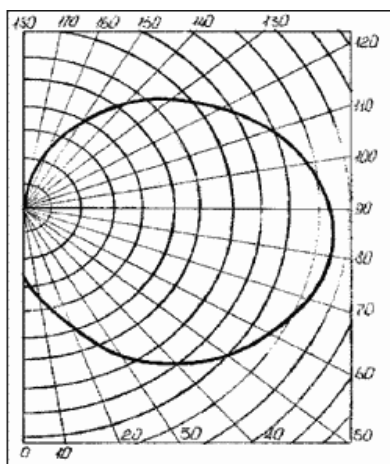


Рисунок 2 - Кривая силы света компактной люминисцентной лампы

Современные источники искусственного освещения

Галогенные лампы - это усовершенствованные лампы накаливания. Достоинством галогенных ламп является неизменно яркий свет, прекрасная передача цвета и возможность создания разнообразных световых оттенков. Благодаря добавлению в колбу

газов фтора, брома, хлора, йода, уменьшающих количество испарения вольфрама, срок службы лампы увеличился до 2000-5000 часов. Использование специальных фильтров, нанесенных на кварцевое стекло, "останавливает" ультрафиолет, что оберегает освещаемые вещи от выгорания. Дихроичные отражатели отводят тепловое излучение за пределы освещаемой площади. Яркость освещения регулируется с помощью большого ассортимента диаметров отражателей.

Линейные галогенные лампы с нитью накала в форме спирали и прозрачной кварцевой трубкой. Эти двухцокольные лампы используются для освещения широких поверхностей. Благодаря применению упрочненных держателей, нити накала обладают высокой устойчивостью к механическим воздействиям. Для ламп мощностью до 500 Вт позиция свечения произвольная, мощностью свыше 500 Вт - только горизонтальная, с допустимым отклонением в 4°. Лампы совмещают в себе высокую светоотдачу, "живой" белый блеск, отличный коэффициент цветопередачи, постоянный световой поток в течение всего срока службы, мгновенное перезажигание, возможности регулировки яркости.

Галогенные лампы со стеклянным отражателем и цветным защитным стеклом. Цветное стекло добавляет световому пучку определенный оттенок. Предназначены для декоративного освещения.

Галогенные лампы с параболическим стеклянным отражателем, покрытым металлическим алюминиевым слоем. Предназначены для создания световых акцентов. Слегка рифленая поверхность переднего стекла хорошо подчеркивает эффект "искрящегося" света и защищает горелку от загрязнения и пыли, а также от соприкосновения с руками человека. Применяется в акцентном освещении, в освещении общественных и жилых помещений, уличной подсветке (при использовании на улице лампа должна быть защищена от попадания влаги).

Галогенные лампы с двойной колбой работают от сетевого напряжения, имеют резьбовой цоколь. Лампы характеризуются стабильной светоотдачей и отличной цветопередачей ($R_a=100$). Лампы могут работать с регулятором яркости. Применяются для освещения жилых и общественных помещений.

Лампы накаливания со временем теряют яркость. Современные галогенные лампы не имеют этого недостатка благодаря добавлению в газ-наполнитель галогенных элементов. Галогенные лампы имеют яркий насыщенный и ровный свет, спектральный состав которого значительно отличается от спектрального состава света обычной лампы накаливания и приближен к спектру солнечного света. Благодаря этому прекрасно

передаются цвета мебели и интерьера в теплой и нейтральной гамме, а также цвет лица человека.

Люминесцентная лампа - газоразрядный источник света низкого давления. Его световой поток определяется свечением люминофора под воздействием ультрафиолетового излучения, которое возникает вследствие электрического разряда. По мнению специалистов, в соотношении "цена и качество" люминесцентные лампы являются наиболее эффективными и востребованными именно в сфере коммерческой недвижимости.

Изнутри стенка колбы покрыта смесью люминесцентных порошков, которая называется люминофор. Лампы с трехполосным люминофором более экономичны, поскольку световая отдача у них составляет до 104 Лм/Вт, но обладают худшей цветопередачей ($R_a=80$), а лампы с пятиполосным люминофором имеют отличную цветопередачу ($R_a=90-98$) при меньшей световой отдаче (до 88 Лм/Вт).

Существует два способа поджига люминесцентных ламп - электромагнитным и электронным балластом. Тип балласта влияет на зажигание ламп, а также на мерцание в работе и срок службы поджигающих электродов. При поджиге люминесцентных ламп с электромагнитным балластом происходит до 30% потерь электроэнергии. Основным отличием люминесцентного светильника с электронным балластом от такого же светильника с электромагнитным балластом, помимо энергосбережения, веса и объема, является частота мерцания: Лампы с электронным балластом работают с высокой частотой мерцания около 42 000 Гц в секунду, тогда как лампы с электромагнитным балластом работают с частотой 100 Гц в секунду, что при длительном использовании вызывает усталость глаз.

Прямые трубчатые люминесцентные лампы - это газоразрядные лампы низкого давления. Состоят из стеклянного баллона, двух цоколей (с выводными контактами) на обоих концах баллона, двух подогревных катодов из вольфрамовой нити или стальной трубки. Баллон наполнен парами ртути и инертным газом (аргоном). Длина трубки напрямую связана со светоотдачей лампы. Применяются в жилых и общественных помещениях.

Люминесцентные лампы в виде кольца, благодаря своей форме применяются в широком диапазоне осветительных приборов. Из-за малых габаритов трубки эту лампу можно использовать в максимально плоских светильниках. Она применяется для освещения общественных и жилых помещений.

Компактные (энергосберегающие) люминесцентные лампы вырабатывают свет по тому же принципу, что и обычные люминесцентные, только на гораздо меньшей площади, и являются компактной альтернативой люминесцентным лампам-трубкам.

Компактные люминесцентные лампы имеют универсальное применение и используются во всех сегментах недвижимости. Более того, они экономят больше, чем стоят сами.

Газоразрядные лампы высокого давления

Особенностями газоразрядных ламп, по словам специалистов, является их высокая светоотдача и длительный срок службы в широком диапазоне температур окружающей среды. В нашем климатическом поясе для архитектурного (наружного) освещения предпочтительней использовать именно газоразрядные лампы, поскольку они отлично работают при минусовой температуре.

Применение газоразрядных ламп рекомендуется только с защитным стеклом, качественными комплектующими и квалифицированной сборкой схемы, иначе они небезопасны для домашнего использования. Так, например, взрыв лампы или короткое замыкание в цепи может привести к пожару. Также следует отметить, что газоразрядные лампы светят в полную силу не сразу, а по истечении 2 - 7 минут.

В группу газоразрядных ламп входят металлогалогенные, натриевые и ртутные лампы.

Металлогалогенные лампы - это ртутные лампы высокого давления, в которых используются добавки из йодидов металлов, в том числе редкоземельных, а также сложные соединения цезия и галогенида олова. Все эти добавки значительно улучшают световую отдачу и характеристики цветопередачи ламп при ртутном разряде.

Все металлогалогенные лампы дают белый свет с различной цветовой температурой. Их особенность состоит в хорошем уровне цветопередачи. Любые предметы и растения под ними смотрятся абсолютно естественно.

По словам специалистов, металлогалогенные лампы широко используются в освещении объектов коммерческой недвижимости, а также выставок, служебных помещений, гостиниц и ресторанов, для подсветки рекламных щитов и витрин, освещения спортивных сооружений и стадионов, для архитектурной подсветки зданий и сооружений.

Натриевые лампы принадлежат к числу наиболее эффективных источников видимого излучения: они обладают самой высокой световой отдачей среди газоразрядных ламп, экономны и имеют длительный срок службы. Обычно лампы излучают характерный желтый цвет, но если в состав зажигающего вещества входит ксенон, они дают яркий белый свет. Натриевые лампы бывают высокого (излучают свет теплого желтого цвета,

подходящий для освещения больших парков, дорог и площадей) и низкого давления (идеально подходят для уличного освещения).

Газоразрядные натриевые лампы применяются для освещения улиц, а также промышленных помещений, где основными условиями являются экономность и яркость, а требования к светопередаче несущественны.

Работа ртутной лампы основывается на использовании излучения электрического разряда в парах ртути. Лампы данного типа отличаются высокой светоотдачей при сравнительно небольших габаритах, они имеют длительный срок службы. 40% излучения приходится на ультрафиолетовую область спектра. Для увеличения светоотдачи ультрафиолетовое излучение преобразуют в видимый свет с помощью люминофора, которым покрыта колба лампы.

Эти лампы позволяют значительно снижать затраты при установке, эксплуатации и техническом обслуживании в следующих областях применения: дорожное освещение, освещение ландшафтов.

Ртутная лампа высокого давления содержит пары ртути, парциальное давление которых во время работы достигает 105 Па. Такие лампы обладают высокой надежностью, хорошей цветопередачей, позволяют снизить затраты на установку и техническое обслуживание. Применяются для внутреннего и наружного освещения коммерческих и производственных объектов, для декоративного и охранного освещения.

Ртутно-вольфрамовая лампа - лампа, внутри которой в одной и той же колбе находятся разрядная трубка ртутной лампы высокого давления и спираль лампы накаливания, соединенные последовательно. Колба может быть покрыта люминофором. Вольфрамовая спираль служит дополнительным источником света в красной области света и одновременно выполняет функцию балластного давления для ртутной горелки. Благодаря этому устройству улучшается передача цвета и отпадает необходимость использования дополнительного дросселя.

По мнению большинства специалистов, будущее освещения - за лампами и светильниками на светодиодах. Благодаря отсутствию тела накала светодиоды отличаются высоким КПД и большим сроком службы (80 000 - 100 000 часов). Новый источник света излучает свет красного, желтого, белого, голубого или зеленого цвета.

Преимущества светодиодов:

- низкое энергопотребление - не более 10% от потребления при использовании ламп накаливания;
- долгий срок службы - до 100 000 часов; - высокий ресурс прочности - ударная и вибрационная устойчивость;

- чистота и разнообразие цветов, направленность излучения;
- регулируемая интенсивность;
- низкое рабочее напряжение;
- экологическая и противопожарная безопасность. Они не содержат в своем составе ртути и почти не нагреваются.

Системы управления освещением

Среди способов сокращения расхода электроэнергии на нужды освещения одним из наиболее эффективных является применение систем управления освещением (СУО). Такие системы в готовом виде или в виде разрозненных компонент выпускаются многими фирмами - Zumtobel Lighting, Philips, Helvar, TridonicAtco и др.

Принципиально все СУО построены по одинаковой блок-схеме и содержат регуляторы светового потока, регулируемые источники света и датчики суммарной освещенности, присутствия и реального времени, иногда - программаторы, в которых заранее устанавливается программа изменения освещенности на определенный период (рабочий день, неделю, год).

Основой всех СУО служат регулируемые электронные аппараты включения источников света (ЭПРА для линейных или компактных люминесцентных ламп, электронные трансформаторы или фазовые регуляторы для ламп накаливания, конверторы для светодиодов).

Достижения современной электроники позволили создать полностью автоматизированные СУО, обеспечивающие наиболее комфортные условия освещения и одновременно значительную экономию электроэнергии. Одной из таких систем является система luxCONTROL, разработанная и серийно выпускаемая австрийской фирмой TridonicAtco. Система содержит набор блоков и модулей, управляемых цифровыми сигналами по одному из стандартов - DSI (modularDIM) или DALI (comfortDIM), клавишными выключателями SWITCH, а также датчиками SMART [3].

Существующие системы управления наружным освещением можно подразделить на несколько классов. Во-первых, - это местное управление, - обеспечивающееся посредством установки коммутационных и управляющих аппаратов непосредственно в линиях, питающих осветительную аппаратуру (на щитах подстанций, магистральных щитах и т.д.). Однако такие системы применяются только в небольших обособленных осветительных сетях, имеющих один центр питания. В основном же, сети уличного освещения городов имеют сложную разветвленную структуру и множество центров питания. Поэтому, в таких системах предусматривается дистанционное управление

освещением, - как правило, это достигается благодаря установке магнитных пускателей в линиях питающей и групповой сетей. Такая система включается с единого диспетчерского пункта. Причем, сигналом на включение линии, питающейся от подстанции, будет являться наличие напряжения на конце линии, питающейся от предыдущей подстанции. То есть, - в установках наружного освещения городов и населенных пунктов широко применяется каскадная схема дистанционного управления, при которой управление участками распределительных линий наружного освещения осуществляется путем подключения катушки магнитного пускателя второго участка в линию первого, катушки пускателя третьего участка в линию второго, и т.д. Возможна и телемеханическая схема, при которой включение и отключение магнитных пускателей производится из диспетчерского пункта с помощью телемеханических устройств.

Кроме этого, широко используются и автоматическое программное или фотоавтоматическое управление - с установкой магнитных пускателей в линиях освещения и программного реле, фотореле или фотоэлектрического автомата, включающих освещение в зависимости от уровня естественной освещенности или времени суток.

Для уличного освещения городов и населенных пунктов системы дистанционного управления освещением предусматривают два режима работы осветительных установок - вечерний и ночной. При вечернем режиме включены все осветительные приборы, при ночном, когда интенсивность движения падает, - часть осветительных приборов отключается (обычно отключают светильники, подключенные к какой-нибудь одной или двум фазам. Однако, при этом увеличивается до недопустимых пределов коэффициент неравномерности освещенности дорожного полотна:

$$K_{\text{НЕР}} = \frac{E_{\text{max}}}{E_{\text{min}}}$$

где КНЕР - коэффициент неравномерности освещенности, E_{max} - максимальная освещенность (Лк), E_{min} - минимальная.

Перечисленные выше системы управления нельзя назвать высокоэффективными с точки зрения энергосбережения из-за целого ряда причин. Во-первых, - ручные системы включения - отключения освещения, как показывает практика их эксплуатации, несут большой перерасход электроэнергии (часто связанный с человеческим фактором). Во-вторых, - как уже было отмечено, - низкоэффективное управление мощностью системы освещения (в вечерние и в ночные часы), приводящее к повышению коэффициента неравномерности освещения. В-третьих, - отсутствие оперативного контроля состояния

осветительных сетей и за доступом в шкафы уличного освещения (ШУО) с целью хищения цветных металлов и оборудования (что особенно важно в последнее время).

Таким образом, можно сделать вывод о необходимости создания автоматизированных систем управления освещением (АСУО), позволяющих не только включать - отключать освещение улиц, но и регулировать энергопотребление системы, контролировать целостность оборудования и несанкционированный доступ, вовремя сигнализировать оперативному персоналу об аварийных ситуациях в сети.

Использование в уличных светильниках электронных пускорегулирующих аппаратов (ЭПРА) вместо традиционных электромагнитных. Эти устройства позволяют управлять потребляемым током лампы и ее световым потоком. Таким образом, чтобы добиться снижения потребляемой мощности системы нет необходимости в полном отключении части осветительных приборов. А это значит, что световой поток всех светильников будет изменяться равномерно, не увеличивая неравномерность освещенности дорожного полотна.

ЭПРА сравнительно недавно появились на рынке. До сих пор каких-либо специфических стандартов на них не существует, по этому разработчики вправе варьировать множество параметров, жестко обеспечивая лишь электромагнитную совместимость. Как правило, ЭПРА вносят помехи высокого уровня (амплитуда отдельной гармоники достигает 0,5 В) в диапазоне частот 20...60 кГц, имеют в этом же диапазоне высокую неравномерность входного сопротивления (как правило, несколько пиков до 500 Ом и провалов до 0,1 Ом резонансного характера на разных частотах), поэтому реализация модемов относительно простыми средствами в диапазоне частот 20...60 кГц затруднена. По результатам измерений уровень помех можно приблизительно аппроксимировать следующей диаграммой (рис. 3).

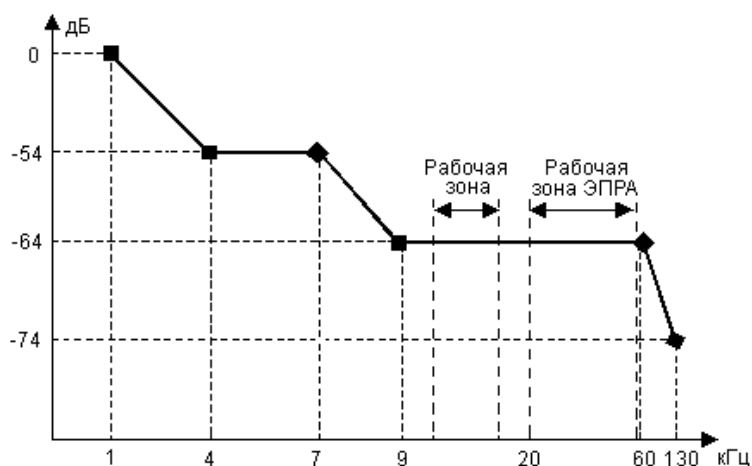


Рисунок 3 – Диаграмма зависимости уровня помех от частоты сигнала

Из неё видно, что для передачи информации возможно применить два основных частотных диапазона - от 4 до 18 кГц (нижний) и от 70 до 130 кГц (верхний). Диапазон 70-130 кГц выгоден меньшим уровнем помех и потенциально большей скоростью передачи. Он активно используется в зарубежных системах "автоматизации жилища" (Home automation systems), и наших АСУО. Большинство таких систем не учитывают возможность использования ЭПРА, кроме того, сформировать сигнал со спектром удовлетворяющим требованиям электромагнитной совместимости без применения специализированных ИМС представляется достаточно трудоёмкой задачей, и в таком случае, речи о простом передатчике быть не может. Кроме того, учитывая ёмкостный характер осветительной сети, выигрыш по помехозащищённости при одинаковой выходной мощности передатчика относительно нижнего диапазона невелик.

В результате, выбор был остановлен на системе частотной манипуляции в диапазоне частот 12...10 кГц и мощностью передатчика 30 Вт. При данной мощности, в зависимости от длины и ёмкости линии такой передатчик развивает до 7,5 В (типичное - около 1 В). При этом гарантированная вероятность ошибки на бит - не менее 10^{-3} . Для повышения помехозащищённости используется модуляция шумоподобным сигналом с базой равной 15 на бит информации, и минимизацией вероятности ложного срабатывания. Для дополнительной надёжности со стороны центрального пульта возможно периодическое (например, каждый час) повторение команды переключения режима освещения. Структурная схема приемника приведена на рис. 4.

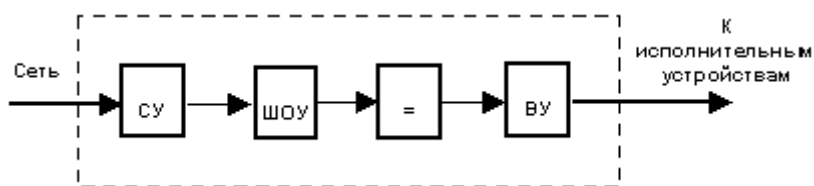


Рисунок 4 - Структурная схема приёмника

СУ - согласующее устройство, ШОУ - широкополосный усилитель - ограничитель - узкополосный фильтр на 15 КГц с нулями в областях 20...25 КГц и 8...10 КГц, компаратор и вычислительное устройство, которые обеспечивают селекцию и декодирование принятых сигналов.

Благодаря наличию на рынке современных RISC -микроконтроллеров, со встроенными средствами защиты, компаратором и имеющих производительность 8-12 MIPS при потребляемом токе 2...5 мА, а также счетверенных операционных усилителей,

приёмник удалось реализовать всего на двух интегральных схемах в виде отдельного блока и стоимостью, не более 20% от стоимости ЭПРА, при хороших энергетических параметрах. При интеграции устройства в саму ЭПРА возможно ожидать ещё большей эффективности.

Передачик отличается от приёмника тем, что в схему добавлен ключевой усилитель мощности - модулятор и согласующее устройство - фильтр. При этом сигнал передачи формируется целиком с помощью микроконтроллера, что дополнительно упрощает схему.

Так как ГОСТ нормирует уровень ВЧ помех только на частотах выше 150 КГц, подавление высших гармоник передаваемого сигнала обеспечивается фильтром L.C. совместно с ёмкостью линий, которая, как правило, составляет 5 мкФ или более. По затратам передачик отличается от приёмника добавлением в схему 5 транзисторов, нескольких пассивных элементов и незначительном изменении источника питания, что естественно вызывает незначительное удорожание модуля [4].

В большинстве случаев потенциальные возможности и дополнительные функции расширяются с увеличением сложности устройств и данная разработка - не исключение. Помимо перспектив и особенностей, определяемых непосредственно принципом и частотным диапазоном передачи сигналом (они были отмечены выше) существует и специфические перспективы связанные с выбранной элементной базой и схемотехникой устройств приёмника и передатчика. Основные из них такие:

Возможность использования накопителя энергии для передатчика, в виду кратковременного характера передачи сигналов, что позволит использовать для питания модема, встроенного в ЭПРА бестрансформаторный источник - минимальные затраты для создания "интеллектуального" светильника,

Возможность упрощения самого ЭПРА за счет большего запаса вычислительной мощности микроконтроллера вплоть до прямого управления силовыми ключами преобразователя или стабилизирующего корректора мощности.

Таким образом, предлагаемая структура АСУО с передачей информации по проводам сети оказывается не только экономически выгодной, но и перспективной системой.

Заключение

В заключение данной темы можно отметить, что использование полного комплекса мероприятий по совершенствованию систем искусственного освещения, современного светотехнического оборудования и энергоэкономичных способов освещения, позволяет

получить суммарную экономию электроэнергии до 20-70%. Что довольно ощутимо в современных условиях экономического кризиса и роста цен на электроэнергию.

Список использованной литературы

1. Айзенберг Ю.Б., Рожкова Н.В. Энергосбережение в светотехнических установках // Новости светотехники. М.,1999 вып. 4.
2. Искусственное освещение зданий. Раздел 4 проекта норм МГСН 2.01-98 «Энергосбережение в зданиях» Светотехника – 1999, №3.
3. Хайнрих М. Возможности экономии электроэнергии при применении электронных пускорегулирующих аппаратов и светорегулирующей системы Luxcontrol в осветительных установках. // Светотехника – 1997, №1.
4. Энергосбережение на промышленных предприятиях. Учебное пособие/ Под ред. М.И. Яворского, 2000 г.