**Содержание**

Введение

. Требования к энергоэкономичности освещения

.1 Эффективность электрического освещения

.2 Повышение эффективности освещения

. Современные источники искусственного освещения

. Системы управления освещением

Заключение

Список использованной литературы

**Введение**

Представленная работа посвящена теме "Энергосбережение при эксплуатации внутреннего и наружного освещения".

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.

Вопросам исследования посвящено множество работ. В основном материал, изложенный в учебной литературе, носит общий характер, а в многочисленных монографиях по данной тематике рассмотрены более узкие вопросы проблемы энергосбережение в системах освещения. Однако, требуется учет современных условий при исследовании проблематики обозначенной темы. Дальнейшее внимание к вопросу о проблеме энергосбережение в системах освещения необходимо в целях более глубокого и обоснованного разрешения частных актуальных проблем тематики данного исследования.

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 автором 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.

Теоретической и методологической основой проведения исследования явились законодательные акты, нормативные документы по теме работы. Источниками информации для написания работы по теме "Энергосбережение при эксплуатации внутреннего и наружного освещения" послужили базовая учебная литература, фундаментальные теоретические труды крупнейших ученых в рассматриваемой области, результаты практических исследований видных отечественных и зарубежных авторов, статьи и обзоры в специализированных и периодических изданиях, посвященных тематике "Энергосбережение при эксплуатации внутреннего и наружного освещения", справочная литература, прочие актуальные источники информации.

**1. Требования к энергоэкономичности освещения**

В нашей стране основным документом, устанавливающим требования к освещению, являются «Строительные нормы и правила 23-05-95 <http://www.expertunion.ru/normyi-osvescheniya/stroitelnyie-normyi-i-pravila-rossiyskoy-federatsii.-estestvennoe-i-iskusstvennoe-osvesch.html>». Кроме этого документа, имеются «Санитарные правила и нормы СанПиН 2.21/2.1.1.1278-03 <http://www.expertunion.ru/normyi-osvescheniya/index.php>», «Московские городские строительные нормы МГСН 2.06-99 <http://www.expertunion.ru/normyi-osvescheniya/mgsn-estestvennoe-iskusstvennoe-i-sovmeschennoe-osvesc.html>» и множество отраслевых норм. В Европе с 2003 года вводятся единые «Европейские нормы освещённости EN 12464-1 <http://www.expertunion.ru/normyi-osvescheniya/evropeyskie-normyi-osveschennosti.html>», 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 - Wo (Вт/м2/100 лк), а также световая отдача используемых (источников света <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/index.php> 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 характеризуемых 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 а, b, h соответственно длина, ширина и высота помещения.

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

Нормативные базовые значения Wo 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.

Световая отдача источников света, применяемых для внутреннего освещения по СНиП 23-05-95 <http://www.expertunion.ru/normyi-osvescheniya/stroitelnyie-normyi-i-pravila-rossiyskoy-federatsii.-estestvennoe-i-iskusstvennoe-osvesch.html>\* представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Световая отдача источников света

|  |  |
| --- | --- |
| Тип источника света | Световая отдача, лм/Вт не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи Ra |
|  |  Ra >80 | Rа>60 | Rа>45 | Rа>25 |
| Люминесцентные лампы | 65 | 75 | - | - |
| Компактные люминесцентные лампы <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/kompaktnyie-lyuminestsentnyie-lampyi.html> | 70 | - | - |  |
| Металлогалогенные лампы <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/metallogalogennyie-lampyi.html> | 75 | 90 | - |  |
| Дуговые ртутные лампы |  | \_ | 55 |  |
| Натриевые лампы высокого давления | - | 75 | - | 100 |

**1.1 Эффективность электрического освещения**

Полная стоимость осветительной установки зависит от капитальных вложений и стоимости эксплуатации.

Стоимость эксплуатации определяется:

желаемой освещенностью;

эффективностью ламп и коэффициентом полезного действия светильников;

коэффициентом использования системы освещения;

стоимостью ухода;

временем использования;

постоянной или периодической работой осветительной установки.

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 <http://www.expertunion.ru/prochee/osveschennost-i-normyi-osveschennosti-ustanovlennyie-v-rossii.html>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.

**1.2 Повышение эффективности освещения**

Любая сфера жизнедеятельности: производственная, социальная, культурно-бытовая - требуют организации освещения помещений, дорог, транспортных средств, объектов, сооружений и многого другого.

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. Таким образом, при внедрении энергоэффективного освещения, необходимо, наряду с экономией энергии, повышать уровни освещённости, равномерность освещённости, снижать блескость источников света и удовлетворять прочим качественным показателям освещения.

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. Это определяется как разнообразием вкусов потребителей, так и тем, что на рынке существует огромное количество источников света и светильников, различающихся своими характеристиками.

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 “лобовое” 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 запылении заменяется на диффузное (ламбертово рассеяние).



Рисунок 1 - Кривая силы света лампы накаливания



Рисунок 2 - Кривая силы света компактной люминисцентной лампы

Разнообразие осветительных приборов на современном рынке, многообразие видов зрительной работы, фантазия дизайнеров по свету, быстрое внедрение самых современных источников света (например, лазеров, световодов) в быт, в индустрию развлечений, настоятельно требуют повышения уровня подготовки специалистов-светотехников <http://job.expertunion.ru>, которые владели бы основами инженерных светотехнических расчетов, понимали бы цену и значение освещения для жизнедеятельности человека и практически могли бы осуществлять системный подход при устройстве энергоэффективного освещения. Существующая практика, когда любого человека с “высшим образованием” быстро “доучивают” до светотехника, изжила себя. Она совершенно неприемлема в такой динамично развивающейся области как энегоэффективная светотехника, светоника, светодизайн, дизайн световых приборов. Дело даже не столько в том, что точки роста светотехники как науки смещаются в сторону архитектуры и искусства, психологии зрительного восприятия, сколько в том, что для овладения уже имеющимся арсеналом требуется совершенно другой подход, иная общеобразовательная база хотя бы только для эксплуатации современного светотехнического оборудования и измерительной светотехнической, а не электрической аппаратуры.

**2. 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 характеризируются стабильной светоотдачей и отличной цветопередачей (Ra=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.

Преимущества галогенных ламп:

высокая светоотдача;

стабильно яркий свет на протяжении срока службы;

долгий срок службы;

миниатюрная конструкция;

возможность регулирования светового потока;

высокий уровень безопасности, особенно в условиях повышенной влажности (низковольтные лампы);

Недостатки галогенных ламп:

до стеклянной поверхности лампы лучше не дотрагиваться голыми руками, так как на ней остаются жирные пятна, что может привести к оплавлению в этом месте стекла колбы. Лампу необходимо брать, используя кусок чистой ткани, а если колба чем-то испачкана, то нужно протереть ее медицинским спиртом;

галогенные лампы очень чувствительны к скачкам напряжения сети, поэтому их следует включать через стабилизатор напряжения, а низковольтные - через трансформатор;

температура колбы может достигать 500°С, поэтому при установке ламп следует соблюдать нормы противопожарной безопасности (например, обеспечить достаточное расстояние между поверхностью перекрытия и подвесным потолком).

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 (Ra=80), а лампы с пятиполосным люминофором имеют отличную цветопередачу (Ra=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.

Преимущества люминесцентных ламп:

широкий диапазон цветности <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/tsvetovaya-temperatura.html>;

по сравнению с лампами накаливания обеспечивает такой же световой поток, но потребляют в 4-5 раз меньше энергии;

имеют низкую температуру колбы;

повышенный срок службы;

недостатки люминесцентных ламп:

снижает световой поток при повышенных температурах;

содержание ртути (хотя и в очень малых количествах, 40-60 мг). Эта доза безвредна, однако постоянная подверженность пагубному воздействию может нанести вред здоровью;

люминесцентные лампы не приспособлены к работе при температуре воздуха ниже 15-20 °С.

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.

Преимущества компактных ламп по сравнению с лампами накаливания:

до 80% меньшее потребление тока при том же количестве света; - люминесцентных ламп: срок службы в 6-15 раз больше по сравнению с обычными лампами накаливания и составляет, соответственно, 6000-15 000 часов в зависимости от типа;

люминесцентных ламп: меньшие потери на обслуживании за счет длительного времени службы; люминесцентных ламп: возможность выбора цвета свечения.

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 <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/metallogalogennyie-lampyi.html> - 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 <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/metallogalogennyie-lampyi.html> 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.

Достоинства металлогалогенных ламп:

высокая световая отдача (60 - 110 лм/Вт);

большой срок службы (до 15000 часов); компактные размеры;

Недостатки металлогалогенных ламп:

не подходят для плавной регулировки;

долгое зажигание и перезажигание.

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).

Достоинства натриевых ламп:

высокий уровень светоотдачи (до 150 лм/Вт);

длительный срок службы (до 32 000 часов); энергетическая экономичность;

Недостатки натриевых ламп:

плохая цветопередача <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/tsvetoperedacha.html> (Ra = 20);

долгое зажигание и перезажигание (до 10 минут).

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.

Преимущества ртутных газоразрядных ламп:

широкий диапазон мощностей;

достаточный уровень световой отдачи (30-60 лм/Вт);

большой срок службы (до 12 000 часов);

ртутно-вольфрамовые лампы не требуют пускорегулирующего аппарата; - компактные размеры;

недостатки ртутных газоразрядных ламп:

плохая цветопередача;

долгое зажигание и перезажигание (до 5 минут).

Лампы будущего

По мнению большинства специалистов, будущее освещения - за лампами и светильниками на светодиодах. "На данный момент они еще не так востребованы на рынке, как люминесцентные лампы или лампы накаливания, и в основном применяются в архитектурном, ландшафтном и декоративном освещении", - говорит Сергей Бобыкин.

"Особое внимание хотелось уделить светодиодам, продуцирующим большой световой поток, как правило, эти светодиоды с мощностью от 1 Вт до 15 Вт. Данные источники света имеют достаточно большую светоотдачу, приближающуюся уже к значению светоотдачи газоразрядных ламп, большой срок службы, компактные размеры и достаточно большую яркость. Все эти свойства открывают новые возможности применения светодиодов, как для общего, так и для прожекторного освещения", - говорит Вадим Бидненко, технический специалист компании Osram.

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.

Светодиоды можно применять для ландшафтной подсветки, интерьера, можно вмонтировать его в брусчатку, асфальт или стену. Это идеальное средство для световой разметки и подсветки дорожек, автомобильных парковок и мест, где замена ламп достаточно трудоемка, например, в подводных светильниках.

**3. Системы управления освещением**

лампа светодиод освещение энергоэкономичность

Среди способов сокращения расхода электроэнергии <http://www.expertunion.ru/metodiki-osvescheniya/povyishenie-effektivnosti-osvescheniya.html> на нужды освещения одним из наиболее эффективных является применение систем управления освещением <http://www.expertunion.ru/metodiki-osvescheniya/upravlenie-osvescheniem.html>(СУО). Такие системы в готовом виде или в виде разрозненных компонент выпускаются многими фирмами - Zumtobel Lighting, Philips, Helvar, TridonicAtco и др. В СССР очень высококачественные СУО были разработаны еще в 80-х годах прошлого века во ВНИСИ, в Ленинградском НИИ точной механики, позднее - на заводе ЭНЭФ в г. Молодечно, однако серийный выпуск таких систем так и не был налажен.

Принципиально все СУО построены по одинаковой блок-схеме и содержат регуляторы светового потока, регулируемые источники света <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/index.php> 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 <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/epra.html>, электронные трансформаторы или фазовые регуляторы для ламп накаливания, конверторы для светодиодов).

Достижения современной электроники позволили создать полностью автоматизированные СУО, обеспечивающие наиболее комфортные условия освещения <http://www.expertunion.ru/prochee/osveschenie-i-zritelnaya-rabotosposobnost.html> 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.

Набор блоков modularDIM обеспечивает дистанционное включение/выключение светильников <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/shemyi-vklyucheniya-lyuminestsentnyih-lamp.html>, плавное регулирование их светового потока. Блоки, входящие в этот набор, могут управляться только цифровыми сигналами по стандарту DSI (применяемому исключительно фирмой TridonicAtco). В состав набора входят блоки modularDIM BASIC, modularDIM SC, modular-DIM DM, modularDIM LC, а также датчики SMART. Блок-контроллер modularDIM BASIC позволяет управлять одной, двумя или тремя группами (в каждой до 100 светильников) с люминесцентными лампами и соответствующими ЭПРА, а также с лампами накаливания и электронными трансформаторами или фазовыми регуляторами. Контроллер modularDIM SC позволяет создавать до четырех режимов управления освещением («световых сценариев»). Для подключения датчиков суммарной (естественной и искусственной) освещенности <http://www.expertunion.ru/programmyi/besplatnaya-programma-dlya-rascheta-osveschennosti.html> или датчиков присутствия служит блок modularDIM DM. Датчики освещенности SMART LS или универсальные датчики DSI-SMART, smartDIM Sensor I и smartDIM Sensor 2 могут встраиваться в потолки или непосредственно в светильники. Датчики позволяют осуществлять дистанционное управление светильниками с помощью инфракрасного пульта управления DSI-SMART Controller или программатора DSI-SMART Programmer. Блоки серии modular-DIM могут монтироваться в стандартных распределительных шкафах аналогично широко распространенным устройствам защитного отключения (УЗО).

Набор блоков comfortDIM работает по командам цифровых сигналов в общеевропейском стандарте DALI. В состав этого набора входят блоки питания DALI PS (PS 1), контроллеры групп DALI GC, контроллеры режимов DALI SC, реле DALI RM, датчики освещенности и присутствия DALI RD с пультом дистанционного управления. Этот набор позволяет управлять 16 группами светильников, в каждой из которых может быть до четырех светильников, и создавать 4 режима освещения («световых сценария»). Оба контроллера отличаются очень малыми размерами и могут встраиваться в коробки стандартных клавишных выключателей.

Один контроллер групп DALI GC позволяет включать, выключать и регулировать две группы светильников. Для управления большим числом групп (до 16) можно использовать несколько таких модулей. Модуль DALI SC позволяет заранее устанавливать и затем вызывать до четырех «световых сцен» (режимов освещения, т. е. сочетаний светильников, каждый из которых настроен на определенную яркость). Настройка контроллеров и последующий вызов групп светильников и режимов освещения в стандарте DALI осуществляется простой последовательностью нажатий обычных одно- или двухклавишных выключателей. Процесс настройки прост и может осуществляться даже неподготовленным персоналом.

Блоки питания DALI PS (PS 1) обеспечивают ток до 200 мА, которого достаточно для питания управляющих входов всех 64 светильников системы luxCONTROL с аппаратами, работающими в стандарте DALI, и контроллеров. Напряжение в стандарте DALI - от 9 до 22,5 В, наиболее распространенное - 16 В. Управляющие сигналы передаются по тем же проводам, по которым осуществляется питание, то есть прокладка отдельных управляющих проводов не требуется. Европейские стандарты допускают прокладку проводов системы DALI в общем кабеле или в одной трубе с силовыми проводами с напряжением 220-240 В; лучше всего для этого использовать пятижильные кабели (две жилы - силовое напряжение, две жилы - DALI и нейтраль).

Использование стандарта DALI делает систему comfotrDIM значительно более гибкой и функциональной, чем система modularDIM, работающая в стандарте DSI, и чем системы с аналоговым управлением напряжением 1-10 В.

Для обеспечения возможности использования пускорегулирующих аппаратов и трансформаторов, работающих только в стандарте DSI, имеется преобразователь сигналов DALI/DSI. Подключение к компьютерам осуществляется через специальный интерфейс DALI SCI. Панель управления DALI TOUSHPANEL позволяет управлять группами светильников, режимами их работы, а также программировать эти режимы для отдельных светильников или групп. В отличие от стандарта DSI, в котором все подключенные светильники <http://masv.ru/svetotehnika/index.php> регулируются одновременно и одинаково, стандарт DALI позволяет осуществлять независимое адресное управление отдельными светильниками или группами светильников.

Стандарт DALI обеспечивает управление осветительными установками по заранее разработанной программе. Фирма TridonicAtco специально для этой цели создала программу winDIM, версия которой winDIM-@net имеется в Интернете. Эта программа позволяет также увязывать в единую систему все службы инженерного обеспечения зданий и осуществлять управление ими с единого централизованного диспетчерского пункта. Еще одно достоинство стандарта DALI - он обеспечивает «обратную связь» в осветительных установках, то есть позволяет получать постоянные сообщения о неисправностях ламп и ЭПРА, режимах их работы и т. д.

Для работы в СУО luxCONTROL фирмой TridonicAtco производится широкий ассортимент аппаратуры: регулируемые электронные ПРА для линейных и компактных люминесцентных ламп <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/kompaktnyie-lyuminestsentnyie-lampyi.html>, электронные трансформаторы для галогенных ламп накаливания, фазовые регуляторы с отсечкой по переднему или заднему фронту для обычных ламп накаливания, конверторы для питания светодиодов.

Наличие управляемых ЭПРА, трансформаторов и конверторов открывает возможности создания цветодинамичных установок с использованием цветных люминесцентных ламп или галогенных ламп накаливания и особенно светодиодов.

Все последние разработки фирмы в области регулируемых ЭПРА, электронных трансформаторов и конверторов выпускаются в исполнении оne4all, то есть допускают регулирование как по стандарту DALI, так и по стандарту DSI, а также прямое управление простыми клавишными выключателями SWITCH и датчиками SMART. Это делает возможным использование в системе luxCON-TROL аппаратов, воспринимающих команды в различных цифровых стандартах, и, кроме того, позволяет управлять светильниками с помощью постоянного напряжения (1-10 В) или потенциометрами.

В связи с этим следует сказать, что в странах Западной Европы, США, Канаде, Японии и ряде других стран наличие двухпроводной сети постоянного тока с напряжением 10 В в административных зданиях является обязательным (система EIB или LONWORKS). По проводам этой сети могут передаваться и цифровые управляющие команды, поэтому создание осветительных установок с СУО там не вызывает дополнительных затрат на прокладку управляющих сетей.

Система luxCONTROL обеспечивает постоянство освещенности на рабочих местах: в зависимости от естественной освещенности регулируемые электронные аппараты (ПРА, трансформаторы или конверторы), получая сигналы от датчиков, так изменяют световой поток ламп, чтобы суммарная освещенность оставалась постоянной. Кроме этого, работающие в помещении сотрудники могут сами управлять освещенностью на своем рабочем месте с помощью установленных в удобных местах ручных регуляторов или пультов дистанционного управления аналогично тому, как регулируется громкость или переключаются каналы в телевизорах. Электронные ПРА исключают пульсации светового потока <http://www.expertunion.ru/istochniki-sveta/pulsatsiya-svetovogo-potoka.html> люминесцентных ламп, обеспечивают их мягкое, без миганий включение и бесшумную работу светильников. Это делает осветительные установки исключительно комфортными.

Последней новинкой фирмы TridonicAtco в области светорегулирования стали пульты управления x-toush-BOX и x-touchPANEL со встроенными секвенсорами (задатчиками последовательности включений). Эти пульты предельно просты в настройке и обслуживании, содержат встроенные секвенсоры с 99 независимыми световыми режимами. Каждый пульт может управлять 64 светильниками с аппаратами, работающими в стандарте DALI (ЭПРА для линейных или компактных люминесцентных ламп, электронные трансформаторы или фазовые регуляторы для ламп накаливания, конверторы для светодиодов). Информация выводится на плоские цветные дисплеи с диагональю 5,7 дюйма (145 мм). Встроенный «диспетчер» позволяет устанавливать определенные режимы работы для каждого из семи дней недели (время включения и выключения светильников, регулирование их светового потока по заданной программе), что открывает дополнительные возможности повышения комфорта и экономии электроэнергии. Для подключения пультов требуется только сетевое напряжение (от 110 до 240 В) и управляющие провода. Мощность, потребляемая пультом, - не более 10 Вт.

Главным достоинством автоматизированных СУО, аналогичных системе luxCONTROL, является то, что они не только повышают комфортность освещения, но и обеспечивают значительную экономию электроэнергии. Это достигается за счет того, что система учитывает естественную освещенность в помещениях, а также за счет отключения светильников при отсутствии в помещении людей (с помощью датчиков присутствия) и в нерабочее время (датчиками времени или заложенной программой). Специалисты подсчитали, что экономия может составлять до 75% от энергии, потребляемой неуправляемой осветительной установкой. В условиях Западной Европы срок окупаемости таких установок в административных зданиях за счет экономии электроэнергии составляет от полутора до трех лет.

Существующие системы управления наружным освещением <http://www.expertunion.ru/metodiki-osvescheniya/sistemyi-naruzhnogo-osvescheniya.html> 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 <http://www.expertunion.ru/metodiki-osvescheniya/upravlenie-osvescheniem.html> 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:



где KНЕР - коэффициент неравномерности освещенности, Emax - максимальная освещенность (Лк), Emin - минимальная.

Перечисленные выше системы управления нельзя назвать высокоэффективными c 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 приближенно 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 помехозащищенности 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 (типовое - 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 надежности 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.

Передатчик 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 передатчик отличается от приёмника добавлением в схему 5 транзисторов, нескольких пассивных элементов и незначительном изменении источника питания, что естественно вызывает незначительное удорожание модуля.

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.

. Строительные норы и правила РФ «Естественное и искусственное освещение», СНиП23-05-95.

. Искусственное освещение зданий. Раздел 4 проекта норм МГСН 2.01-98 «Энергосбережение в зданиях» Светотехника - 1999, №3.

. Хайнрих М. Возможности экономии электроэнергии при применении электронных пускорегулирующих аппаратов и светорегулирующей системы Luxcontrol в осветительных установках. // Светотехника - 1997, №1.

. Энергосбережение на промышленных предприятиях. Учебное пособие/ Под ред. М.И. Яворского, 2000 г.