

О светодиодах без прикрас...

«нет дыма без огня...»

Повышенный интерес к альтернативным *мощным электрическим источникам света* (МЭИС) в последние несколько лет обуславливается как повсеместным внедрением энергосберегающих технологий, так и постепенным дорожанием электроэнергии (как, впрочем, и других энергоносителей тоже). Немаловажным фактором является и *совокупная стоимость владения*, ведь такие, ранее малорассматриваемые, факторы, как *стоимость обслуживания* – приобретают в ней все больший удельный вес.

При этом *именно светодиодные* МЭИС имеют, пожалуй, наибольшую «неоднозначность», ни какие другие МЭИС не имеют столько явно противоречивых сведений и отношение к ним меняется от резкого неприятия до «щенячьей верности»... Видимо, одной из самых важных причин этому есть малое количество достоверной информации, которой можно было бы доверять. Голословные эпитеты, не подкрепленные техническими испытаниями и статистикой, а так же отсутствие осведомленности в принципах действия (читай – воздействиях, влияющих на поведение светодиодов), а также *явных отличиях* от более «традиционных» (и – привычных) МЭИС – являются тому главной виной.

Однако «нет дыма без огня» - раз о светодиодных МЭИС так много говорят, значит прецедент есть. И после изучения принципа действия, параметров, влияющих на эффективность и особенностей использования – количество вопросов значительно уменьшится, а неопределенность – вообще исчезнет. Так сказать – «каждый сделает свой выбор»! Целью настоящего материала является не склонить к повсеместному (и, зачастую – необоснованному) использованию светодиодных МЭИС. Цель – дать толчок к пониманию «основ» и самостоятельному решению – где и когда применять, а где – нет.

«блажен неведающий»
или «в знании – сила»?

Для того, чтобы понять достоинства и недостатки того или иного МЭИС, вовсе не нужно изучать тонны справочных материалов, и – уж тем более – десятки рекламных статей. Достаточно знать основы и особенности, причем, как минимум трех основных направлений. С чем и предлагаем «соприкоснуться».

Исторически сложилось так, что в процессе эволюции «выжили» всего несколько МЭИС, в основном это *лампы накаливания* (и их усовершенствованные «дети»), *люминесцентные лампы* и альтернативные направления, в которые (пока еще) и входят *светодиодные* МЭИС. Для понимания важности тех или иных условий и воздействий нужно в первую очередь понять, каким параметрам следует уделить максимум внимания, а каким – по мере необходимости.

Наиважнейшим параметром МЭИС, является «*эффективность*», показывающая сколько Люмен света дает каждый, расходуемый МЭИС Ватт электроэнергии. По сути этот параметр является отображением Коэффициента Полезного Действия, ведь он так-же отображает какая часть всей выполненной работы (потраченного электричества) является «полезной», то есть собственно ожидаемой (ради которой работа и выполнялась). Как показала практика, измерять и указывать «мощность» МЭИС *не совсем корректно*, ведь 100Ваттный МЭИС одного типа может давать гораздо меньше Люмен света, нежели 25Ваттный МЭИС другого типа.

Не менее важным показателем является «*расчетный период эксплуатации*», который отображает - в течение скольких часов качественные значения характеристик МЭИС ухудшаются не более чем на треть (иногда – в половину). Очень часто этот показатель путают со «*сроком службы*», который, в свою очередь показывает – сколько всего часов проработает

МЭИС до выхода из строя. Путаница возникла еще тогда, когда альтернативные МЭИС не были распространены, ведь для лампы накаливания, которая «либо светит, либо – нет», расчетный период эксплуатации = сроку службы! Во многом это же касается и люминесцентных ламп, ибо когда такая лампа «мигает», не может зажечься, то это вина не лампы, а питающего ее напряжения или пускового аппарата. В то же время к концу эксплуатации т.н. «катафорелез», проявляющийся в потемнении концов лампы – делает эксплуатацию затруднительной, но «кое-как» лампа работать еще может. В итоге разница между расчетным периодом эксплуатации и сроком службы все равно невелика. Для светодиодных-же МЭИС разница между расчетным периодом эксплуатации и сроком службы может быть очень большой, так как в процессе работы происходит «деградация» светоизлучающего кристалла, особенно если светильник неправильно спроектирован и имеет место *перегрев* светодиодов и (или) *превышение их рабочего тока*. При этом снижается эффективность светодиода, изменяется спектр излучаемого света (относится к светодиодам белого света), хотя светодиод по прежнему «светит», и, если перегрев незначителен, будет светить еще долго. Для светодиодов разница между периодом эксплуатации и сроком службы может достигать 50%! Однако следует учитывать, что эти 50% светодиод будет «работать» гораздо хуже, чем «заплатили». Зачастую этим пользуются недобросовестные поставщики, указывая именно срок службы (иногда – просто фантастический – 100...200 тысяч часов!!!), вместо расчетного периода эксплуатации, который куда скромнее, и у корректно спроектированного светильника может достигать 50 тыс. часов, к примеру.

Такой параметр, как «*качество света*» - практически не используется, а зря – ведь он показывает – насколько получаемое освещение отличается от требуемого (в процентах). Например – тяжело читать книгу, освещаемую синим светом... Для того чтобы понять «визуально» качество света, достаточно осветить в темное время белый лист бумаги – полученный оттенок и будет отображать качество света, так у ламп накаливания оттенок будет желтым, у обычной люминесцентной лампы – синеватый, у усовершенствованной люминесцентной – от голубоватого к желтоватому. Идеальным источником света (со 100%), к сожалению, является только Солнце. Касательно-же светодиодов – диапазон качества их света простирается от «холодно-белого» (с синеватым оттенком) до «тепло-белого» (с желтоватым), кроме того – в процессе эксплуатации качество света может сильно меняться. Наилучшим показателем обладают «составные» светодиодные светильники, в которых белый свет создается смешиванием трех основных цветов (красный, зеленый и синий), однако такие светильники намного дороже обычных, кроме того - у них в разы меньше эффективность. К сожалению - в процессе эксплуатации периодически приходится «подстраивать» индивидуальную светимость каждого из составных цветов для получения «баланса белого», что еще больше увеличивает «итоговую стоимость владения». В итоге очень часто возникает *характерная для недорогих светильников ситуация*, когда «вроде-бы сильно светящий» светильник дает совершенно «жуткое» нарушение цветов на освещаемой поверхности!

Очень важен и параметр «*итоговой стоимости владения*», он является арифметической суммой *всех* затрат на освещение, во всем периоде эксплуатации. Состоит из «*начальных затрат*», то есть стоимости светильников, их монтажа и подключения. И «*последующих*» или «*эксплуатационных*» затрат, состоящих из стоимости обслуживания, оплаты потребляемой электроэнергии и, возможно, стоимости «расходных материалов». Зачастую вклад начальных затрат в итоговую стоимость владения бывает столь малым, что делается ошибочный вывод – «это именно то, что мне по карману». И наоборот – начальные затраты могут быть настолько большими, что даже осознание факта их «доли» в итоговой стоимости владения на уровне 90% - не повлияет на вывод - «баснословно дорого»!

*Пример 1 : Светильник на основе галогенной лампы, потребляемой мощностью в 500Ватт*час, сроком службы в 3 000 часов и эффективностью 30Лм/Вт.*

Начальные затраты – 10 «условных единиц» стоимость светильника (о-как дешево) + 20у.е. за монтаж;

Итоговые затраты на 5 лет (20 тыс.часов) :

- электроэнергия ($10\,000\text{ кВт}\cdot\text{часов} \times 0,03\text{ у.е.}$)=300у.е.;

- обслуживание (замена лампы 7 раз, сильно приукрашенный случай) = 140у.е.

В сумме = 470 у.е. (при начальных затратах в 30у.е.; то есть около 7%).

Пример 2 : Светодиодный светильник, потребляемой мощностью в 50Ватт*час, сроком службы в 50 000 часов и эффективностью 90Лм/Вт.

Начальные затраты – 100 «условных единиц» стоимость светильника (ого-го как дорого) + 20у.е. за монтаж;

Итоговые затраты на 5 лет (20 тыс.часов) –

- электроэнергия ($1\,000\text{ кВт}\cdot\text{часов} \times 0,03\text{ у.е.}$)=30у.е.;

- обслуживание не требуется (идеальный случай).

В сумме = 150 у.е. (при начальных затратах в 120у.е.; то есть более 80%).

Комментарии, как говорится – излишни. НО! Следует, все-же быть реалистом, и учитывать бОльшую освещенность первого варианта и «неестественную» цветопередачу второго варианта. Кроме того – электронные модули питания светодиодных МЭИС имеют как правило много меньший самих светодиодов срок службы – около 20 тыс.часов. Таким образом – продление эксплуатации второго варианта потребует замену модуля питания (около 30 у.е.).

«не устоит здание без фундамента»

Для того, что-бы следать правильный выбор (на основе определенных требований) и потом не жалеть о нем, нужно хотя-бы поверхностно знать принципы действия разных типов МЭИС и диапазон их параметров.

Исторически первым МЭИС была т.н. «лампочка Ильича», которая представляла собою два угольных электрода, помещенных в стеклянную колбу из которой выкачан воздух. Свет образовывала *электрическая дуга*, возникающая между электродами при прикладывании к ним напряжения. Светила ярко, но «недолго» - буквально десятки часов – электроды быстро разрушались и лампа выходила из строя. Измерить другие параметры не представляется возможным ввиду отсутствия подобных ламп в настоящее время.

Развитием «лампочки Ильича» стала замена угольных электродов *нитью накала*, изготовленной из очень тугоплавкого сплава и замена вакуума в колбе на инертный газ, препятствующий быстрому испарению нити накала. Так и появилась привычная всем и по-прежнему самая распространенная «*лампа накаливания*». Совершенствование производства сделало ее фантастически дешевой, буквально десятые доли «условной единицы». Что, не взирая на многие недостатки, такие как явная желтизна издаваемого света и малый срок службы, делает ее основным источником света в бедных и развивающихся странах (по причине крайне низких начальных затрат). В более развитых странах лампы накаливания уже *снимают с производства* ввиду наличия более совершенных источников света. Лампа накаливания очень чувствительна к качеству питающего напряжения, так при его снижении – резко (в геометрической прогрессии) *снижается светоотдача*, а при даже незначительном повышении – резко снижается срок службы, вплоть до *выхода из строя*! В процессе эксплуатации нить накала истончается, поэтому лампа накаливания «боятся» частых включений, ведь при включении сопротивление холодной нити накала в разы меньше чем у разогретой, это порождает «пусковой» бросок тока, *способный повредить* нить накала. Кроме того - тонкая нить накала очень «боятся» *тряски*, так же приводящей к ее разрушению.

Люминесцентная лампа изначально применялась на производстве, где требовалось освещать очень большие площади, а эксплуатационные расходы не должны были быть очень большими (кроме того – частая остановка производства для замены «перегоревших» ламп,

так-же была неприемлемой). Люминесцентная лампа очень сильно отличается от лампы накаливания. Она представляет собою баллон, покрытый особым веществом – «люминофором», которое излучает видимый свет при воздействии на него потока электронов или ультрафиолетового излучения. Внутри баллона находится особый газ, при пропускании через который высокого напряжения и возникает излучение, «активирующее» люминофор. За десятилетия производства состав люминофора был значительно усовершенствован, и теперь существуют разные виды люминофоров, излучающих свет от желтоватого к синему. В быту распространены «холодно-белый», «тепло-белый» и «близкий к естественному». Для облегчения пуска внутри баллона размещены подогревающие электроны, упрощающие возникновение электрического разряда через газ. Первые люминесцентные лампы были дорогими и излучали неестественный свет. Кроме того - первое поколение «пуско-регулирующей аппаратуры» (ПРА) (дополнительное электрооборудование, создающее высокое напряжение для лампы из относительно низкого сетевого) создавало *неприятный гул* с частотой питающей сети (низкочастотное гудение). Ввиду чего в домашнем быту практически не применялись, а только на производстве, где ценилась фантастическая экономичность (до пяти-крат по сравнению с лампой накаливания) и очень большой срок службы, до десятикратно БОЛЬШОЙ чем у ламп накаливания. Это делало эксплуатационные затраты в десятки раз меньшими. В дальнейшем усовершенствование технологий и увеличение объемов производства сделало люминесцентные лампы «приятными для глаз» и доступными по цене. В конце XX века широкое распространение получил электронный ПРА, который значительно улучшал характеристики светильника на люминесцентной лампе, так например неприятный гул – отсутствует. При снижении питающего напряжения лампа не «мигает» и светоотдача снижается незначительно. Кроме того – *плавный выход на режим* и электронное регулирование тока подогревателя еще более увеличило срок службы лампы. Даже в настоящее время эффективность люминесцентной лампы – одна из лучших.

Относительно недавно широкое распространение получили «галогенные» и особенно – «металлогалогенные» лампы. Галогенная лампа представляет собою значительно усовершенствованную лампу накаливания, так ощутимо доработан состав сплава нити накала и газов, наполняющих колбу. Вследствие чего испаряемый с нити накала металл частично осаждается назад и не осаждается на стекле колбы, что повышает светоотдачу, позволяет весомо уменьшить размеры колбы и значительно продлевает срок службы такой лампы.

Металлогалогенная лампа вообще лишена нити накала, и, по сути, является сильно усовершенствованной «лампочкой Ильича», так как свет излучается *электрической дугой*, проходящей между двумя очень близко расположенными электродами. При этом колба заполнена особым составом газов, что в совокупности со сложным строением электродов позволяет добиться исключительных характеристик. Несмотря на высокое давление в колбе и высокую ее рабочую температуру - металлогалогенная лампа имеет наилучшую на сегодня эффективность и достаточно большой срок службы. В настоящее время металлогалогенные лампы очень широко используются в прожекторах, наружном освещении и -кино-концертной осветительной аппаратуре.

*«...и тут пришел он. И
затмил всех своим
великолепием»*

О свечении *полупроводникового перехода* было известно очень давно, еще с начала XX века, гораздо раньше изобретения полупроводникового транзистора. Сначала это свечение считалось паразитным, и особого внимания не привлекло. Но после полупроводниковой революции относительная долговечность и неприхотливость полупроводников дала начало целой отрасли малогабаритных переносных устройств. Тогда-то и «извлекли из-под сукна» свойство полупроводника излучать свет – так и появились индикаторные светодиоды, которые очень широко применялись в бытовой аппаратуре прошлых лет. Наверняка каждому знакома

маленькая красненькая лампочка, загорающаяся при включении магнитофона, усилителя, телевизора. Реже встречались желтые и зеленые, в основном в магнитофонах (индикация режима работы) и усилителях. На этом уровне их развитие и замерло. Иного использования не предвиделось, ведь не смотря на высочайшую экономичность и очень большой срок службы (а так же отсутствие при работе нагрева) мощность индикаторных светодиодов очень мала. Кроме того - долго не удавалось создать светодиод синего цвета. Именно поэтому буквально десять лет назад сама мысль использования светодиодов в освещении как минимум вызывала улыбку... Так было вплоть до появления и широкого распространения разнообразных мобильных устройств с экраном на жидких кристаллах, *требующем подсветки*, вот тут никакой альтернативы светодиоду просто быть не могло, ведь в миниатюрных мобильных устройствах нужны малые массогабариты, высокий срок службы и экономичность. Никакого нагрева, хрупких колб, пусковых процессов, и не дай Бог высоких напряжений. Только «включен/выключен» и ... И точка. Но светодиоды того поколения *не давали белого света*. Наверняка Вы помните ядовито-зеленый (реже – янтарный) цвет свечения экранов первых мобильных телефонов и пейджеров. Здесь то и включилась вся мощь исследовательского аппарата крупных компаний, ведь первый, кто выходит на рынок с «эксклюзивом» - получает наибольшую прибыль. Вскоре был получен светодиод синего цвета свечения, что дало возможность скомбинировать красный+зеленый+синий и получить в итоге желаемый белый. Но в тоже время исследования показали, что светодиоды обладают очень большим потенциалом, ведь это практически единственный источник, свет в котором образуется почти прямым преобразованием электричество -> свет. Без «посредников» типа электродов, нитей накала и пр. А это теоретически дает возможность достичь невероятно высокого КПД. Правда у светодиода есть одна «особенность» - он излучает некогерентный свет, то есть в очень узком диапазоне, образно говоря только одного цвета! Например – красный – значит «только красный», не розовый и не оранжевый. Когда это касается «глазка» светофора, то это – очень хорошо – чистый красный свет, а не отсеченная светочерным красная часть белого. (*Что подтверждается нынешней практикой повальной замены светофоров на светодиодные*). Но для привычных источников света это *не характерно*, а значит - такой свет будет очень неестественным и малоподходящим для использования в освещении. Поэтому белый свет с использованием светодиодов получают двумя способами – сложением трех основных цветов (красный, зеленый и синий) или – посредством уже хорошо знакомого люминофора, когда светодиод излучает ультрафиолетовый свет, активирующий люминофор, который уже излучает видимый белый свет.

Оба способа имеют свои достоинства и недостатки. Так первый способ позволяет изменяя мощность каждого из составляющих цветов получить от десятков тысяч до миллионов цветов. Просто находка для *ландшафтного и интерьерного* дизайна. Кроме того многоцветные светодиоды интенсивно используются для создания огромных дисплеев, своего рода телевизоров площадью в десятки квадратных метров. Да еще с яркостью, *достаточной* для просмотра ярким солнечным днем. Но так как кристаллы каждого из составляющих цветов изготавливаются из разных материалов и по разным технологиям, это приводит к разной скорости деградации кристаллов. И, как следствие – необходимости периодически подстраивать «баланс белого». Хотя современная электроника уже давно делает это полностью самостоятельно. Для использования в простой подсветке белым светом составные светодиоды определенно дороговаты, да и потребность в периодической подстройке «баланса белого» подразумевает наличие недешевой и капризной электроники. А вот второй способ позволяет получить недорогой, высокоэффективный и долговечный источник белого света. Недостатком второго способа является *некоторое изменение цвета* в процессе эксплуатации (деградация или «старение» люминофора). А так как мощный светозлучающий кристалл фактически состоит из нескольких маломощных, размещенных на подложке относительно малой площади, то итоговый нагрев кристалла – весьма значителен! И, в отличие от ламп (для которых температура в сотни градусов – сущий пустяк) – полупроводник не должен нагреваться более *сотни* градусов, что приводит к необходимости применения довольно

изысканных способов *отвода тепла* от подложки. Перегрев кристаллов ведет к их быстрой деградации. Это очень важно. Нежелательно, чтобы температура подложки мощного светодиода нагревалась более 85 градусов Цельсия.

Еще одной, уже «приятной» особенностью светодиодов является наличие *встроенной оптической системы*, что делает излишним использование рефлекторов, отражателей и пр., а ведь они могут составлять до 90% стоимости светильника. Здесь, кстати, уместно ввести еще один параметр – *диаграмму направленности*. Традиционные источники света имеют диаграмму направленности в 360 градусов (всестороннюю) и поэтому этот параметр имеет смысл лишь у светодиодов, которые в принципе не могут иметь направленность в 180 градусов и более. Обычно мощные светодиоды имеют диаграмму направленности от 90 до 140 градусов. В случае, когда нужно сузить световой пучок, применяются так называемые «*коллиматоры*» - особые пластиковые *линзы* для мощных светодиодов – они собирают свет в узкий пучок, повышая его интенсивность. Так, например, для прожекторов – вполне достаточно светового пучка в 20-30 градусов.

«встречают по
одежке...»

Для того, что бы правильно выбрать – какой МЭИС использовать в каждом конкретном случае – надо правильно понимать взаимодействие параметров и расставить приоритеты – какой параметр наиболее важен, а каким можно пренебречь. Вопиющим примером тому можно привести высказывание «*50Ваттный светодиодный прожектор лучше 150Ваттного металлогалогенного*». Более подробное ознакомление показывает, что светоотдача 50Ваттного светодиодного прожектора составляет 2500 Лм (эффективность 50 Лм/Вт). В то время как у металлогалогенного – целых 7500 Лм (при эффективности в те-же 50 Лм/Вт, хотя реально она может быть и бОльшей). А тот «феномен», что рекламный щит они освещают «на глаз» почти одинаково (светодиодный – с более синеватым оттенком) более корректно было бы выразиться «*светодиодный прожектор со встроенной оптической системой, не смотря на меньшую светоотдачу - вполне справляется с задачей освещения рекламного щита, обладая бОльшим сроком службы и меньшим энергопотреблением*». Так же в корне не верно опираться на мощность светодиодного МЭИС. Ведь, к примеру - прожектор, составленный из 12 мощных светодиодов по 1,25 Ватт/90 Люмен (общая мощность 15 Ватт) имеет светоотдачу в 1080 Люмен, в то время как другой, составленный из 9 светодиодов по 3 Ватт/140 Люмен (общая мощность 28 Ватт) имеет светоотдачу в 1260 Люмен – в итоге видим, что мощность отличается практически вдвое, а светоотдача лишь на 20% (!)

«цифры, цифры,
цифры ...»

Дабы освободить читателя от изучения технических справочников – уместно привести значения наиболее важных параметров МЭИС :

Лампа накаливания – при эффективности в 15-25 Лм/Вт обладает сроком службы – порядка 1 000 часов; требует хорошего качества питающего напряжения, его снижение продлевает срок службы, но значительно ухудшает светоотдачу. А повышение (даже – незначительное) напряжения резко сокращает срок службы вплоть до выхода из строя. Не требует дополнительной аппаратуры, кроме плафона. Большие габариты и сильный нагрев колбы в процессе работы – вплоть до тепловой деформации арматуры светильника. Боится вибрации. Хрупкий баллон из тонкого стекла. Не требует специальной утилизации.

Галогенная лампа – при эффективности в 30-50 Лм/Вт обладает сроком службы – порядка 3 000 часов; требования к качеству питающего напряжения аналогичны лампе накаливания. Не требует дополнительной аппаратуры. Обладает значительно меньшими

габаритами колбы и меньшей «желтизной» света. Боится вибрации. Хрупкий стеклянный баллон. Не требует специальной утилизации.

Люминесцентная лампа – при эффективности в 70-90 Лм/Вт обладает сроком службы – порядка 5 000 – 7 000 часов; при использовании качественного электронного ПРА малочувствительна к качеству питающего напряжения. Обязательно требует наличия *дополнительного* оборудования – ПРА. Как правило - имеет большие габариты баллона. Мало нагревается при работе. Боится вибрации. Хрупкий стеклянный баллон больших габаритов. **Содержит пары ртути**, требует осторожного обращения, в обязательном порядке **требует специальной утилизации!**

Металлогалогенная лампа – при эффективности в 80-120 Лм/Вт обладает сроком службы порядка 7 000 – 9 000 часов; так-же, как и люминесцентная лампа – требует дополнительной аппаратуры и при должном ее качестве малочувствительна к качеству питающего напряжения. Обладает малыми габаритами колбы, но большим ее нагревом. Характеризуется *наилучшим качеством излучаемого света*. Не боится вибрации. Хрупкий стеклянный баллон, сильно нагревающийся при работе. Требует специальной утилизации.

Светодиодный МЭИС – при эффективности (на сегодня) в 90-140 Лм/Вт обладает расчетным периодом эксплуатации порядка 50 000 часов; общий срок службы с ухудшением параметров может достигать 100 000 часов; для питания *требуют стабильного тока*, очень чувствительны к точности его поддержания. При снижении тока резко снижается светоотдача, а при превышении номинального значения происходит перегрев, сопровождающийся быстрой деградацией кристалла вплоть до его *разрушения*. Требует обязательного наличия токорегулирующей аппаратуры. Имеет очень малые габариты и *встроенную оптическую систему*. В отличие от вышеперечисленных МЭИС существует только в низковольтном исполнении. Не чувствителен к вибрации и влаге. Не содержит стекла и вредных веществ. Не требует специальной утилизации.

«Да будет свет !!!»

Сфера применения светодиодных МЭИС необычайно широка и продолжает расширяться, завоевывая все новые сферы. В частности в таких изначально жестких областях, как малогабаритные надежные и высокоэффективные источники света, например для вело и мото техники, речного флота (бакены). Даже в таких «необычных» областях, как изготовление мебели, в бытовой технике и даже в стоматологии и хирургии (синий свет для ускорения отверждения зубных пломб, мощный белый свет, лишенный инфракрасной и ультрафиолетовой составляющей для освещения операционной, дабы не обжечь открытые внутренние органы). Дорогие *автомобили* уже всюду применяют светодиоды для наружной световой сигнализации. Появление-же высокоэффективных мощных светодиодов **второго поколения** (Cree X-Lamp; Edison K-2) сделало возможным создание на их базе светодиодных прожекторов с высокой светоотдачей в *тысячи Люмен!*

Сравнение светильников на базе светодиодных МЭИС со светильниками на базе традиционных МЭИС, таких как лампы накаливания, галогенные и люминесцентные лампы уже *потеряло всякий смысл*, так как они проигрывают по всем параметрам. В частности – галогенные и лампы накаливания – имеют значительно меньший срок службы и эффективность, кроме того, содержат хрупкий стеклянный баллон, в случае лампы накаливания – еще и больших размеров. Люминесцентные лампы имеют сопоставимую эффективность, но как правило содержат баллон больших размеров, кроме того – они содержат *опасные для здоровья пары ртути*, да и редко могут похвастать большой светоотдачей (обычно 3 000-5 000 Лм). Таким образом – единственным на данный момент конкурентом светодиодным МЭИС являются металлогалогенные, как сравнимые по параметрам, но существенно более дорогие. Хотя металлогалогенные лампы *малой*

мощности (до 50 Ватт) – очень редки, в отличие от светодиодных, которые могут иметь мощность от 0,5 Ватт. Этот *дополнительный аргумент* очень важен для светодиодных МЭИС, так как во многих сферах применения *вполне достаточно малой светотдачи*, и это «закрывает туда дорогу» металлогалогенным МЭИС.

По прогнозам ученых, в ближайшее десятилетие светодиоды достигнут технологического предела в 250-300 Лм/Вт (при теоретически максимально возможном в 680 Лм/Вт, то есть – при полном переходе электрической энергии в свет), при снижении цены, как минимум еще вдвое. А учитывая, что такие развитые страны как Япония и США имеют Национальные программы внедрения светодиодных источников света для значительной экономии электроэнергии (и – как следствие – сокращения выброса электростанциями в атмосферу вредных газов и борьбы с «парниковым эффектом») – светодиодным МЭИС уготовано «большое будущее».

Особенности светодиодных прожекторов с высокой светотдачей.

Светодиодный прожектор, как и металлогалогенный, устроен следующим образом (см. Рис.1) : Герметичный корпус из дюралюминия или силумина (1) содержит матрицу мощных светодиодов (2) с коллиматорными линзами (3), в зависимости от назначения, формирующими световой пучок 15-50 Градусов, светодиоды через термопасту (4) посажены на

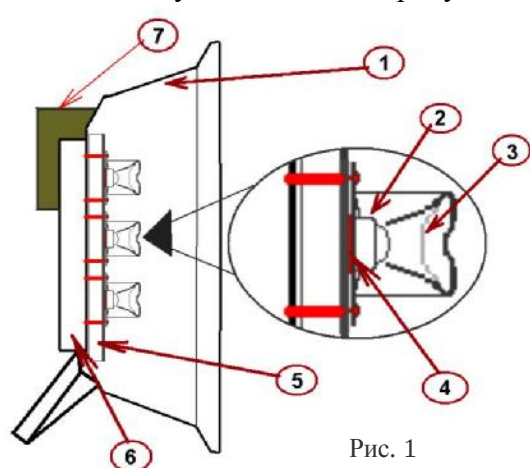


Рис. 1

теплособирающую пластину (5), которая отводит тепло к теплоотводящим ребрам корпуса (6). Для поддержания постоянного тока через светодиоды служит электронный стабилизатор тока (7), который может располагаться как в корпусе прожектора, так и в отдельно. Немаловажной частью является сетевой высокоэффективный Импульсный Источник Питания (ИИП) с высоким КПД (более 80%) и малым тепловыделением (рабочая температура 45-65 Градусов Цельсия), который выгодно выполнить отдельным устройством (8). Это позволяет снизить нагрев прожектора и, учитывая парность применения прожекторов, снизить начальную стоимость прожекторов благодаря применению одного ИИП на

два и более прожекторов. Кроме того – срок службы ИИП обычно меньше, чем у прожектора (15-20 тыс. часов), поэтому подобное решение *снижает* эксплуатационные расходы.

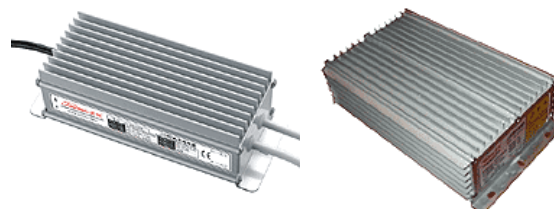
Зачастую недорогие прожектора имеют встроенный ИИП, и – как следствие – *высокий нагрев* теплоотводящей поверхности. Логично предположить их ориентацию на использование в регионах с холодным климатом. В случае-же когда летняя ночная температура превышает +20 Градусов Цельсия – возможен перегрев такого прожектора и, как следствие – *тепловая деградация* его светодиодов, значительно сокращающая срок службы.



Обычно прожектор строится на основе 9, 12 и более светодиодов мощностью от 1 до 5 Ватт. При этом часто бывает так, что эффективность прожектора меньшей мощности много выше более мощных моделей. Например – прожектор LEDD-“К”-15 состоит из 12 светодиодов второго поколения, мощностью 1,25Ватт и светотдачей 90Люмен каждый, итоговая мощность прожектора 15 Ватт при светотдаче в 1080 Люмен (эффективность 72 Лм/Вт).

Прожектор LEDD-“К”-35 состоит из 12 светодиодов второго поколения, мощностью 2,9Ватт и светоотдачей 140Люмен каждый, итоговая мощность прожектора 35 Ватт при светоотдаче в 1680 Люмен (эффективность 48 Лм/Вт). Прожектор LEDD-“К”-50 состоит из 12 светодиодов второго поколения, мощностью 4,2Ватт и светоотдачей 190Люмен каждый, итоговая мощность прожектора 51 Ватт при светоотдаче в 2280 Люмен (эффективность 45 Лм/Вт). При этом следует учитывать, что более мощные светодиоды нагреваются ощутимо сильнее. Напряжения питания всех моделей – 12...14Вольт, потребляемый ток соответственно 1,30/2,95/4,30 Ампер.

Для питания низковольтных прожекторов от стандартной сети переменного тока применяется ИИП, выпускаемый в исполнениях со стандартным и расширенным диапазоном питающих напряжений. Соответственно 140...240 Вольт (стандартный) и 110...380(!) Вольт (расширенный) переменного тока. ИИП помещен в герметичный корпус с залитыми компаундом кабелями ввода питающего напряжения и подключения прожекторов. Это сделано для обеспечения герметичности ИИП. Внутри имеется опасное для жизни высокое напряжение более 800 Вольт. Разбирать и пытаться самостоятельно ремонтировать **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**



Гарантийный период эксплуатации прожектора составляет 24 (36) месяцев, ИИП – 18 месяцев при условии правильного монтажа и соблюдения корректной эксплуатации.

В комплект входят два (четыре) прожектора и ИИП соответствующей мощности. Длина сетевого кабеля составляет три/пять/девять метров погонных (трехжильный наружный кабель для подключения к сети и заземлению), соединительных кабелей для подключения прожекторов – до пяти метров погонных. Кабели прожекторов желательно делать как можно короче. Эксплуатация ИИП без защитного заземления запрещена.

Данная статья является интеллектуальной собственностью ТМ «ДавыдовDesign». Все права защищены. Не разрешается полное или частичное использования без согласия правообладателя.