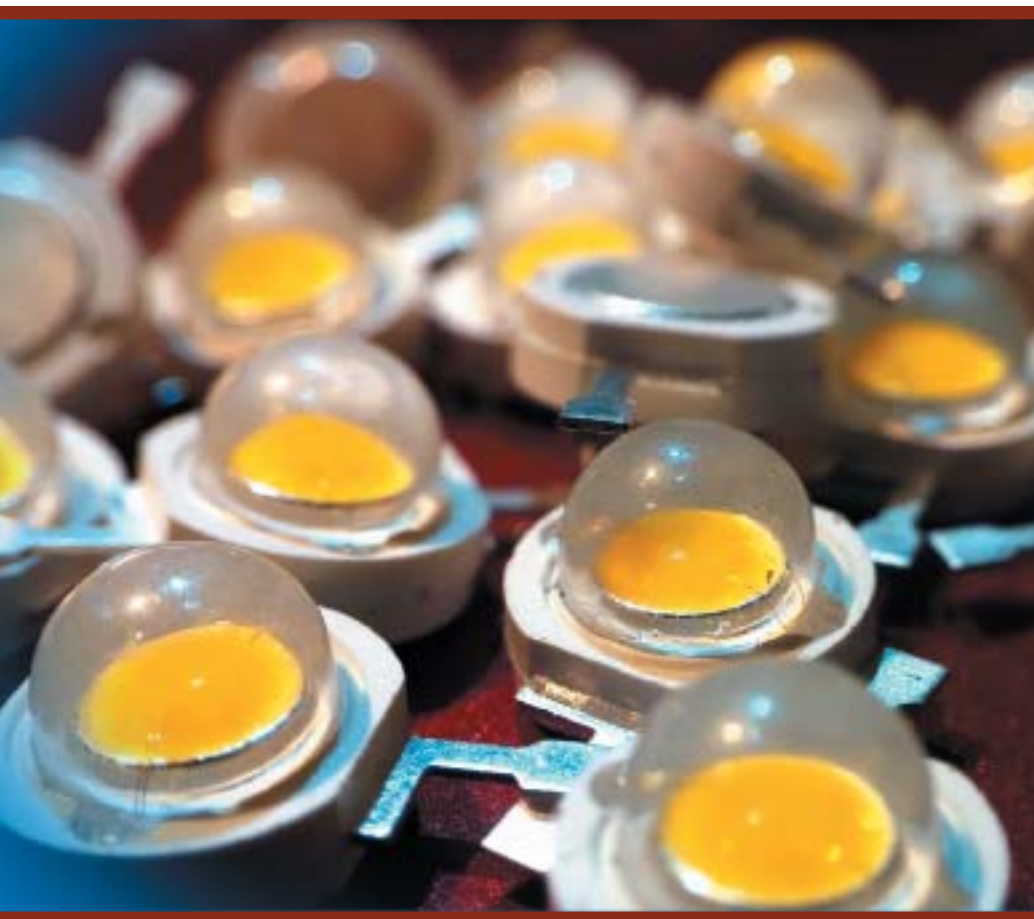


Рациональное питание светодиодов — ключ к «здоровью» светотехнических устройств на их основе



Прошедшее десятилетие для светотехнической отрасли ознаменовалось появлением и последующим завоеванием соответствующего рыночного пространства, по утверждению производителей, «крайне надежными и имеющими непревзойденный срок службы светодиодными осветительными приборами и установками на их основе». Однако первичный опыт внедрения этих приборов в реальных условиях эксплуатации отнюдь не подтвердил столь обнадеживающие высказывания, в какой-то мере разочаровав потребителей и расстроив ожидания энергетиков и эксплуатационных служб. На этапе промышленного освоения производства светодиодных устройств и опыта их применения сбылись опасения разработчиков о том, что в указанных светильниках имеются не только сильные стороны (светодиоды с прогнозируемым огромным сроком службы), но и слабые звенья. И, как оказалось, ими являются не столько некачественные светодиоды или их критические температурные режимы, сколько вторичные источники питания (ИП), без которых работа светильников невозможна. Различные попытки ухода от применения сложных схем источников или вообще от использования их самих не увенчались успехом. А комплектация светильников достаточно примитивными вариантами ИП привнесла целый букет проблем, связанных с несоответствующей электромагнитной совместимостью и электробезопасностью готовых устройств. И — что самое главное — снова не обеспечила должную надежность осветительных установок. С того времени отношение ко вторичным ИП светодиодных устройств обрело необходимую серьезность и, как результат, появился целый класс таких преобразователей, которые предназначены только для питания светодиодов и матриц на их основе и учитывают все необходимые нюансы этой нелинейной и быстродействующей нагрузки. В настоящем выпуске «Круглого стола» с помощью ряда специалистов, участвующих в индустрии производства и разработки ИП для светодиодов, мы постараемся разобраться в тонкостях этих крайне

важных и ответственных узлов устройств светотехники, пренебрежение вниманием к которым сводит на нет всю заложенную в самой идее светодиодных осветительных приборов многолетнюю надежность и высокую экономичность. Мы не подвергли коррекции ответы

спикеров и признаем, что в некоторых из них может присутствовать весьма субъективная аргументация. Также обращаем внимание читателей на то, что некоторые мнения, высказанные участниками «Круглого стола», могут не совпадать с мнением редакции.

? С развитием широкой номенклатуры светодиодных светотехнических устройств образовался целый класс вторичных источников питания (ИП) для нужд этой индустрии. Как оказалось в процессе его формирования, отнюдь не любая схема ИП подходила для питания светодиодов и кластеров на их основе. Некоторые проблемы таких устройств не решены до сих пор. Как вы считаете, каковы самые важные из них? В каком направлении сейчас работает инженерная мысль в плане усовершенствования ИП?

Илья Ошурков, «БЛ ГРУПП»

Основная проблема, которая не решена до сих пор, — как за 10 копеек сделать компактный источник питания, который проработает сотни лет. Именно такие источники хочет потребитель. Всегда хотел.

На сегодня установился ряд схемотехнических решений для разных диапазонов мощностей, позволяющих создавать сбалансированные в плане надежности, компактности и стоимости ИП. Принципиально новых решений не возникает. Основные тенденции развития этих установившихся решений все те же, что и для электроники в целом: удешевление и миниатюризация. Причем на удешевление ИП в области светодиодных светотехнических устройств делается больший упор, чем на миниатюризацию, поскольку доля стоимости ИП в светильнике становится все больше в связи со снижением стоимости лм/Вт у светодиодов. При этом по габаритам в большинстве случаев особого стеснения не возникает. С другой стороны, светодиоды становятся все надежнее и неприхотливей, и ИП начинает играть все большую роль в надежности всего светильника. А в ИП, на фоне подтянувшейся по качеству элементной базы, большая часть проблем приходит из сети. Это и микросекундные импульсы большой энергии, возникающие в результате молниевых разрядов или коммутационных процессов на линии питания, и обрыв нулевого проводника, и подача линейного вместо фазного напряжения при монтаже. В условиях отечественных сетей имеется определенный спрос на «неубиваемые» ИП. На мой взгляд, проблема повышения надежности ИП на данный момент наиболее важная,

хорошо, что ей стали уделять пристальное внимание. Помимо этого, инженерная мысль продолжает развивать интеллектуализацию ИП и их интеграцию в системы управления освещением; в последнее время наблюдается еще и тенденция внедрения цифрового управления. Появился целый класс микросхем, сочетающий в себе цифровую и аналоговую части для управления преобразователем в ИП светодиодов.

Альберт Куреной,
ООО «ТРИАЛАН»/TM LEDinGRAD

Если под словом «проблема» понимать неразрешимую задачу, то на сегодня принципиальных проблем в разработке и выпуске известных нам ИП светодиодов нет.

С проблемой приходится сталкиваться при выборе оптимального сочетания таких характеристик ИП, как цена, качество, надежность, функционал. Под последней из перечисленных характеристик понимается, например, коэффициент пульсаций параметров на его выходе, возможность дистанционного управления, заданный уровень (запас) показателей электромагнитной совместимости и ряд других.

Сейчас, по итогам разработки ряда принципиальных схем ИП для светодиодов и освоения их производства, есть четкое понимание, как реализовать схему ИП с высоким уровнем КПД и коэффициента мощности в широком диапазоне режимов работы, а также с практически нулевым уровнем пульсаций светового потока светильника. В ходе многочисленных конструкторских проработок и исследований выявлены основные источники помех электромагнитного свойства и найдены решения по обеспечению требований ЭМС



Ошурков Илья Анатольевич, ведущий инженер, холдинг «БЛ ГРУПП»



Куреной Альберт Викторович, технический директор ООО «ТРИАЛАН»/ TM LEDinGRAD



Стив Робертс, технический директор компании RECOM Power

не только самого ИП, но и светильника, в котором он установлен.

Поэтому можно сказать, что инженерную мысль в ее пути по усовершенствованию ИП «занесло в бурлящие воды» коммерции, где «штормовой» бал правит цена источника. Ее, по сути, и можно назвать той сегодняшней проблемой, о которой идет речь.

Стив Робертс, RECOM Power

Одна из проблем, с которой мы столкнулись, — время разработки новых светодиодов гораздо меньше, чем время, необходимое для разработки вторичного источника или драйвера LED. Новый светодиод анонсируется с новой характеристикой напряжение/ток. К тому времени как мы разработали соответствующий ИП, прошли долгую и дорогостоящую сертификацию, новая версия светодиода была выпущена на рынок с совершенно другой вольт-амперной характеристикой. Компания RECOM экспериментировала с цифровым светодиодным драйвером с программируемыми диапазонами тока и напряжения, но оказалось, что заказчики не готовы платить дополнительную стоимость за универсальность решения. Чтобы сделать по-настоящему универсальный светодиодный драйвер для большинства применений, необходим выходной диапазон по напряжению в 3–60 В, ток от 150 мА до 2,4 А и выходная мощность в диапазоне 1–60 Вт. Как можно себе представить, данное решение дешевым быть не может! Компании, такие как Zhaga, пытаются принести какую-то взаимозаменяемость на рынок светодиодов, но, до тех пор пока производители конкурируют друг с другом и предлагают новые светодиодные решения с новыми свойствами (например, подстройка цветности), новые корпуса (COB — chip-on-board, «чип на плате») или новые технологии (O-LED), стандартизация невозможна.

Денис Качалов, «Завод Lampyris»

Узкий диапазон рабочих температур и необходимость в теплоотводе от отдельных элементов конструкции ограничивают применение импульсных ИП, особенно встроенных. Также существует проблема запуска ИП при низких температурах, решение которой неизбежно ведет к удорожанию светильника — этот

факт негативно сказывается на динамике вытеснения традиционных источников света, которые по-прежнему широко используются в решениях для уличного освещения.

Александр Лапетов, ООО «ТК Аргос-Трейд»

Мне видятся две основные ветви развития вторичных ИП на отечественном рынке. Первая — это, конечно же, ветвь с минимальной ценой на готовый продукт, при этом с соблюдением всех норм и требований на соответствующее оборудование. Вот тут-то и требуются новые подходы и решения. Например, применение топологий построения каскадов преобразования, которые могут быть взяты из других областей электроники, на первый взгляд не связанных с ИП. Разработчику ИП для светодиодного освещения всегда приходится балансировать между требованиями по высокому коэффициенту мощности, минимальным пульсациям выходного тока, высокому КПД и соответствию нормам ЭМС. И задача, которая будет всегда стоять перед разработчиками, — это выполнение указанных выше требований за минимальную цену. И не забудем упомянуть при этом о постоянном требовании к повышению надежности! В этой области тоже есть куда развиваться: от поиска оптимальных компонентов до схемотехнических решений по активной защите от высоковольтных импульсов по сети.

Вторая ветвь развития — это интеллектуальные ИП. Цена здесь отходит на второй план, а на первое место выходят такие требования, как наличие цифрового протокола диммирования (например, DALI), наличие функции программирования выходных параметров, встроенные таймеры и т. д. В общем, все эти требования приближают нас к построению так называемых цифровых ИП, основным управляющим звеном которых является микроконтроллер. Такие решения еще не очень популярны на нашем рынке, однако все именитые производители микроконтроллеров уже вовсю предлагают свои решения для построения таких ИП.

Андрей Пожидаев, ПКФ «Светотехника»

Схемотехника ИП и научная база для их создания достигли такого уровня, что явные проблемы, стоящие в начале пути, давно решены, или известны пути их развития



Качалов Денис Михайлович, руководитель проектно-конструкторского отдела ООО «Завод Lampyris»

и решения. Сегодня прогресс в области проектирования и производства ИП в большей мере сдерживается уровнем элементной базы. В LED-светильниках ИП остаются слабым звеном, определяющим ресурс всего изделия. Проблемы ИП массового сегмента:

- Низкая надежность ИП, две основные технические причины которой — использование недорогих комплектующих и (или) использование их с небольшим коэффициентом запаса по основным параметрам, близким к границе области безопасной работы (ОБР).
- Схемы защиты от импульсных помех по цепи питания имеют недостаточную энергию поглощения, часто менее 40–60 Дж, хотя доступными средствами можно достичь 200–400 Дж.
- Недостаточно эффективные системы защиты ИП от нештатных режимов. Отсутствие режима «мягкого» старта даже в дорогих моделях ИП. Кто-то скажет — лишнее все это, в «железе» контроллеров ИП есть все необходимое. Все есть, но статистика отказов ИП в момент запуска, по нашему наблюдению, — около 44% от количества всех отказов.
- Проблема ЭМС — это проблема квалификации разработчиков и компромисса «цена–качество». Работа на «стыке» наук — силовой электроники, импульсной техники, топологии ВЧ-устройств — требует высокой квалификации разработчиков.

В целом, технически важные проблемы создания ИП сегодня успешно решаются разработчиками и производителями. Создано огромное количество специализированных электронных компонентов для ИП: ШИМ-контроллеры, силовые ключи, быстродействующие диоды, конденсаторы с высокой рабочей температурой и большим ресурсом. Существующий уровень схемотехники устройств и параметры основных комплектующих позволяют создавать ИП, практически лишенные «детских болезней» начального периода развития рынка ИП.

Все же есть еще проблема, и лежит она не в технологической или инженерной плоскости, и, на мой взгляд, состоит в следующем: снижение надежности изделий массового ценового сегмента, где «давление» рынка заставляет экономить на разработке и элементной базе.

При этом на рынке присутствуют ИП очень высокого качества — как правило, это брен-

довые модели от крупных компаний. Их высокая цена соответствует качеству и находит спрос у производителей высококачественных систем освещения. Создание же качественного ИП требует больших затрат на разработку, тестирование, доводку изделия, что — при использовании качественной элементной базы — повышает стоимость готового изделия. Это доступно не всем компаниям. Производители ИП для среднего и низкого ценового сегмента зачастую идут по пути «ценового» приоритета при разработке изделий, что приводит к снижению ресурса и надежности их продукции.

Ожидаемые пути развития ИП:

- Совершенствование элементной базы ИП и повышение степени интеграции позволит увеличить удельную мощность ИП.
- Использование специализированных микропроцессорных устройств в системах управления ИП позволит значительно сократить количество элементов схемы ИП, интегрировать в ИП системы управления (от простых до сложных сетевых решений), получить развитые системы защиты от нештатных ситуаций.
- Разработка надежных пассивных и недорогих активных систем защиты позволит увеличить реальный ресурс ИП до 60–100 тыс. ч с процентом отказа менее 1% на 1000 шт.

Вот только нужен ли сверхнадежный ИП производителям и устроит ли цена заказчика? Время и рынок дадут ответ.

Максим Фомичев, ГК «Гуд Лайт»

С одной стороны, производители драйверов стараются максимально закрепить на рынке, а большинство потребителей, с другой стороны, требует соблюдения требований ГОСТ, внимательно выбирая при этом минимальную стоимость драйвера. В итоге по известной схеме — «спрос рождает предложение» — рождается недорогая схема драйвера с электролитическими конденсаторами, которые, как известно, недолго служат, особенно если режимы работы предельные. Также недостаток, на который обычно закрывают глаза, — собственные потери мощности драйвера. Пусть это мелочи, но стремиться есть к чему. Еще есть проблема безопасности драйверов. Это касается не только низкого качества гальванической развязки, но и возможности возгорания некоторых



Лапетов Александр, ООО «ТК Агрос-Трейд»



Позидаев Андрей Николаевич, директор ООО «ПКФ «Светотехника»



Фомичев Максим Владимирович, главный инженер, завод светодиодных светильников «Good Light»

моделей драйверов определенных производителей. В основном причина все та же: чрезмерное желание сэкономить.

Александр Герасимов, НПП «Ирбис»

Самая важная и сложная проблема сегодня — это повышение надежности ИП при одновременном снижении его цены. Именно этой проблемой заняты головы инженеров.

Денис Дрозд, НПП «Ирбис»

Одними из важных проблем современных ИП являются:

- Низкочастотная пульсация выходного тока и, следовательно, светового потока светодиодных осветительных приборов, что отнюдь не положительно сказывается на здоровье людей, длительно находящихся в зоне такой освещенности. В некоторых ИП проблема пульсаций не решена на должном уровне.

? Известно, что большинство отказов светодиодных осветительных приборов случается по вине их вторичных ИП. В то же время большинство ресурсов по реализации их надежности и повышению срока службы уже исчерпаны. Имеются ли пути дальнейшего решения этих проблем?

Илья Ошурков, «БЛ ГРУПП»

Позволю себе не согласиться. Ресурсы для повышения срока службы по-прежнему есть. Зачастую эти ресурсы не могут быть применены, т. к. повлекут за собой повышение стоимости ИП. Реализацию всех возможностей повышения надежности могут позволить себе крупные производители с большими НИОКР, ресурсами, опытом и объемами.

На мой взгляд, количество отказов, связанных с элементной базой ИП, стало значительно меньше количества отказов, связанных с воздействиями по цепи питания. Часто эти отказы вызваны нарушением условий эксплуатации ИП, например, когда ИП для внутреннего освещения применяют в уличном светильнике. К проблеме надежности можно подойти с другой стороны: соблюдать условия эксплуатации ИП, привести в порядок сети питания и т. п.

Альберт Куреной, ООО «ТРИАЛАН»/TM LEDinGRAD

Пути дальнейшего решения этих проблем есть, но их можно отнести к разряду практически пройденных.

- Соответствие стандартам по ЭМС, в частности, допустимый уровень создаваемых ИП помех и эмиссия гармонических составляющих потребляемого тока из сети. Для многих ИП эта проблема является актуальной.

Алексей Панкрашкин, «Интех Инжиниринг»

На мой взгляд, современная электронная компонентная база и схемотехника (прямоходовые, обратноходовые, квазирезонансные и др. схемы) на ее основе позволяют получить необходимый высокий КПД, коэффициент мощности, все необходимые защиты, необходимые параметры по ЭМС, надежность. И далее основной проблемой становится цена такого ИП. Чтобы сохранить конкурентной цену ИП при использовании качественных электронных компонентов, производство должно быть очень массовым — сотни тысяч штук в месяц.

К числу основных факторов, влияющих на ресурс источника, относятся качество применяемых компонентов и схемотехнические решения. Для первого из этих факторов принципиальную роль играют, опять же, ценовые ограничения при производстве ИП.

С точки зрения схемотехнических решений: имеется успешный собственный опыт создания ИП специального применения, для которых такой влияющий на ресурс показатель, как наработка на отказ, составляет около 120 тыс. ч. Поскольку не требуется, как сказано в одном известном произведении, «вечная игла для примуса», то сделать ИП со сроком службы, сопоставимым с декларируемыми 50–100 тыс. ч для светодиодов, проблемы не составляет.

Реализация заданных ресурсных параметров ИП зависит, прежде всего, от предельно установленной верхней планки его цены, определяемой стоимостью электронных компонентов. И, как было сказано выше, от соответствующего опыта его разработчика.

Стив Робертс, RECOM Power

За исключением сегмента уличного освещения, долговременная надежность игнорируется большинством заказчиков.



Герасимов Александр Алексеевич, к. т. н., начальник отдела перспективных разработок, НПП «Ирбис»

Поскольку постоянно разрабатываются новые модели светодиодов, а устаревшие снимаются с производства, соответственно, один и тот же светильник редко производится на протяжении нескольких лет. Поэтому заказчикам нет смысла беспокоиться о сроке службы. В настоящее время на рынке ведется много дискуссий об увеличении надежности, но они так и остаются разговорами. Когда дело доходит до просчета стоимости, заказчики часто выбирают самое дешевое решение на рынке. Срок службы в три года удовлетворяет порядка 90% пользователей, даже если они утверждают противоположное в официальных обсуждениях.

Денис Качалов, «Завод Lampyris»

Один из путей очевиден: применение качественной элементной базы и соблюдение технологических норм проектирования и монтажа печатных плат вкупе с продуманной конструкцией корпуса. Это путь к созданию надежного ИП, который способен проработать долгие годы. Производство ИП высокого качества по конкурентной цене — задача, которая под силу только крупному производителю, который должен иметь широкую номенклатуру ИП для различных применений и предлагать гибкий подход при создании ИП под индивидуальные требования (это возможность выбора выходных параметров, различных систем защиты, конструктивных особенностей корпуса, применяемой кабельной продукции).

Александр Лапетов, ООО «ТК Аргос-Трейд»

Надежность вторичного ИП складывается из трех основных составляющих:

- правильное схемотехническое решение и подбор компонентов;
- качество комплектующих изделий;
- контроль выпускаемой продукции при производстве.

И ни по одному из этих направлений нельзя сказать, что возможности уже исчерпаны.

Постоянно появляется новая элементная база, имеющая больший срок наработки на отказ (например, полимерные конденсаторы). Также появляются новые микросхемы-контроллеры, требующие в своей обвязке меньшего количества компонентов, что также увеличивает

общую надежность изделия. Поэтому в нашей компании инженеры постоянно взаимодействуют с мировыми производителями и поставщиками электронных компонентов в поиске новой элементной базы и новых схемотехнических решений.

Проблема качества компонентов напрямую зависит от стоимости компонентов и стоимости готового изделия. Поэтому этот процесс тоже еще имеет большие возможности по развитию. Постоянное ведение переговоров с производителями компонентов по оптимизации цены, проведение сравнительных испытаний, постоянная обратная связь с поставщиками дают нашей компании возможности по поиску лучших комплектующих по оптимальным ценам.

Третий элемент надежности — контроль выпускаемой продукции при производстве. По этой теме можно отдельно и много говорить, однако, в основном, при тестировании крупносерийных партий ИП применяют функциональное тестирование от простого включения вторичного ИП до включения ИП на разных режимах работы с контролем входных и выходных характеристик, что мы и применяем в нашем производстве. Здесь, для повышения процента отбраковки, необходимо увеличивать время проведения испытаний и ужесточать внешние условия (температуру, сетевое напряжение и т. д.).

Андрей Пожидаев, ПКФ «Светотехника»

Пути прежние, нового ничего нет:

- использование современных качественных компонентов — особенно важно для нижнего и среднего ценового сегмента;
- улучшение качества сборки (культуры производства);
- использование систем пассивной и активной защиты;
- использование систем резервирования ИП для особо надежных систем.

Часто слышу от разработчиков: «Мы готовы разработать надежный ИП по ТЗ заказчика, но цена на готовое изделие на рынке заставляет удешевлять продукт».

Рынок определит баланс между ресурсом ИП (качеством) и ценой, в итоге часть разработок станет доступной в массовом производстве, а часть — останется на столе разработчиков.



Дрозд Денис Вячеславович, инженер-разработчик, НПП «Ирбис»



Панкрашкин Алексей Владимирович, к. т. н., генеральный директор ООО «Интех Инжиниринг»

Максим Фомичев, ГК «Гуд Лайт»

Не соглашусь, что ресурсы исчерпаны. Сначала были свечи, потом лампы накаливания и энергосберегающие лампы, сейчас — светодиоды. Только это уже показывает, что прогресс никогда не стоял на месте. На заре светодиодов проблемы были не столько с надежностью драйверов, сколько с чрезмерным желанием производителей «сэкономить» (или по незнанию) и продать товар заведомо некачественный, также по причине недостаточно продуманной конструкции/схемы. Поэтому у некоторых потребителей сложилось неверное представление о ненадежности светодиодов.

Если говорить о сроке службы прибора, то здесь основная проблема — отсутствие верной информации о продукте у конечного потребителя. Неподготовленному потребителю сложно разобраться в большом количестве параметров и реализаций драйверов, и, как правило, потребитель выбирает дешевое

? Статистика говорит, что большая часть отказов ИП — воздействие импульсных помех по цепям питания. Почему массово не используются активные схемы защиты, отключающие ИП до восстановления штатного режима? Для современных систем промышленного освещения увеличение стоимости ИП при этом будет незначительным, но позволит снизить количество отказов и связанных с ними эксплуатационных расходов по гарантии.

Илья Ошурков, «БЛ ГРУПП»

Наверное, не стоит обобщать. В области внутреннего освещения все смирились с заменой люминесцентных ламп и стартеров. Со светодиодными светотехническими установками может сработать схожий принцип при условии крайне низкой стоимости ИП и простоты его замены. Здесь необходимость применения схем защиты неочевидна. Другое дело — уличное и промышленное освещение, где стоимость светотехнической установки и ее замены существенна. Почему до сих пор массово не внедряются активные схемы защиты ИП, отключающие его от сети? Сложный вопрос. На мой взгляд, не сформирован достаточный спрос на такие решения и не сформулированы четкие требования как к ИП, так и к конструкции светотехнической установки, реализация которых позволила бы снизить количество отказов.

Альберт Куреной, ООО «ТРИАЛАН»/TM LEDinGRAD

Обозначенная тема действительно имеет важное значение для ИП. Анализ этой

и не всегда надежное решение. На мой взгляд, эффективным будет решение быть честным по отношению к потребителю, чтобы он понимал, за что платит.

Александр Герасимов, НПП «Ирбис»

Основной ресурс — разработка и массовое производство специализированных микросхем, которые требуют минимального количества дополнительных элементов обвеса и обеспечивают выполнение всех основных требований, предъявляемых к светодиодным драйверам.

Денис Дрозд, НПП «Ирбис»

Надежность и срок службы ИП во многом зависят от применяемой элементной базы, и дальнейшее улучшение этих параметров является непростой задачей, часто приводящей к значительному неоправданному удорожанию изделия или ухудшению массо-габаритных показателей или па-

раметров ИП, в частности, это относится к электролитическим конденсаторам как к наименее надежным компонентам, применяемым в ИП.

Также важно обеспечить должную защиту ИП от высоковольтных помех импульсного характера, и здесь, на наш взгляд, есть некоторые возможные пути совершенствования ИП.

Алексей Панкрашкин, «Интех Инжиниринг»

Основная проблема — это использование качественных электронных компонентов и контроллеров с высокой наработкой на отказ, возможностью работы при низких температурах, и в первую очередь, электролитических, пленочных или керамических конденсаторов, что приводит к существенному удорожанию ИП. На сегодня, в общем-то, один и тот же источник питания можно реализовать, в зависимости от используемых компонентов, в нескольких ценовых категориях.

Так называемые импульсы низкой энергии могут появиться в цепях питания вследствие скачков напряжения при работе «специфических» потребителей, имеющих индуктивный характер нагрузки и подключенных к общей со светильниками сети. Конечно же, принудительная изоляция помех от них необходима, и реализуется она опять же применением специальных устройств. Тем не менее при разработке последнего поколения наших ИП было обращено особое внимание не только на выбор параметров компонентов входного контура, но и на расчет и выбор режимов совместной работы микросхемы и ключа. Тщательный расчет в сочетании с экспериментальной проверкой принятых решений при разработке схемы позволяют существенно повысить устойчивость ИП к импульсным помехам, исключив из зоны их влияния наиболее чувствительные компоненты.

Стив Робертс, RECOM Power

Импульсные помехи, способные действительно вывести вторичный преобразователь из строя, обычно наводятся при ударах молний в непосредственной близости. Технически невозможно быстро отключить ИП при на-

личии такого высокоэнергетического всплеска. На рынке существует множество устройств защиты от импульсных (грозовых) перенапряжений, в том числе и для светодиодных драйверов. Основная проблема заключается в том, что каждый разряд «ослабляет» такое устройство. После 10 срабатываний его необходимо заменять. Соответственно, в регулирующих документах указано о наличии визуальной или аудио-индикации выработки ресурса. Большинство заказчиков избегают использования устройств, которые необходимо заменять с определенной периодичностью.

Другая причина возникновения высокоэнергетического всплеска кроется в выключении мощного оборудования, при этом напряжение на линии подсакивает до 300 В АС или выше. Тем не менее основное реле не может отключиться достаточно быстро, чтобы отработать такой всплеск. Электронные реле срабатывают быстрее, но достаточно дороги. Гораздо дешевле специфицировать источник на рабочее напряжение 90–305 В АС, чем использовать дополнительные устройства защиты.

Денис Качалов, «Завод Lampyris»

В настоящее время выбор зачастую происходит в пользу наиболее экономичных решений, однако такая ситуация должна меняться к лучшему вместе с постепенным выходом из строя дешевых «одноразовых» решений.

Александр Лапетов, ООО «ТК Аргос-Трейд»

Почему же не применяют? Нашей компанией разработаны и серийно производятся ИП с «защитой от 380 В», как мы это назвали. Такой дополнительной опцией могут быть оснащены источники от 50 и до 80 Вт. А источники мощностью от 80 Вт уже в базовой версии включают такую защиту. Принцип работы нашей защиты заключается в том, что при увеличении входного сетевого напряжения более чем до 280 В ИП выключается. Такая защита позволяет источнику выдерживать подъем входного напряжения до 380 В длительно, что довольно часто происходит в уличных и промышленных сетях. Эта же активная защита помогает бороться и с импульсными помехами. Однако такая схема оказывается не такой простой, как кажется на первый взгляд. Основная сложность при построении такой защиты — это обеспечить высокую скорость срабатывания.

Нужно успевать выключать ИП так, чтобы увеличивающееся входное напряжение не смогло вывести из строя силовые цепи.

Однако применение активной цепи защиты в ИП до 80 Вт увеличивает их стоимость примерно на 20%, что далеко не всегда могут себе позволить производители светильников для офисного сегмента. А вот для уличного применения использование источника с такой защитой, по нашему мнению, является обязательным, поэтому мы и комплектуем ею все источники в герметичных корпусах мощностью свыше 80 Вт.

И тем не менее применяемая нами схема еще не защищает ИП на 100% от всех возможных скачков напряжения со стороны сети, так как не происходит полного фактического отключения его входных цепей от питающих проводов. Наша защита выключает управляющую микросхему при превышении сети. Следующий этап развития такой активной защиты — это полное отключение входных цепей ИП от сети, однако на сегодня такое решение еще более дорогостоящее, и пока известных случаев применения такой защиты в серийных изделиях мы не знаем.

Андрей Пожидаев, ПКФ «Светотехника»

Активные системы защиты (АСЗ) практически не представлены на рынке. Причины: высокая цена и непонятная заказчику целесообразность их применения. На рынке появились ИП с недорогими системами защиты, позволяющие ИП кратковременно выдерживать напряжение до 420–450 В. Это скорее исключение из правил, правда, хорошее. Мы не тестировали «на убой» такие ИП, но в течение 12 мес. из партии 300 шт. отказов нет. Стоимость же активной системы защиты сопоставима со стоимостью ИП.

Мы тестировали собственную АСЗ ИП, работающую по принципу запирающего высоковольтного полевого транзистора в момент превышения напряжения в сети выше 240 В. Помимо этого, происходит переход ключа в режим фазового управления: отсекается часть синусоиды для удерживания напряжения в нужном интервале на выходе устройства. В результате ИП, включенный после такой системы защиты, мог работать неограниченное время в штатном режиме при напряжении на входе защитного устройства АС 480 В.

Но идея ушла «в стол». Основное преимущество АСЗ — работа светильника в диапазоне

напряжения питания 100–600 В в штатном режиме. Пока нет спроса на такие изделия. Да и надежность такой системы требует экспериментального подтверждения.

Максим Фомичев, ГК «Гуд Лайт»

Почему же массово не используются? Многие модели светильников под торговой маркой Good Light для уличного и промышленного исполнения содержат в своей конструкции драйверы, которые имеют защиту не только от импульсных и грозовых помех, но и от 380 В. Уверен, что в скором времени многие производители будут иметь в своем ассортименте драйверы с защитой и от 380 В.

Александр Герасимов, НПП «Ирбис»

Спектр и энергоемкость помех, с которыми эксплуатанты встречаются на практике, очень широк: от наносекундных низкой энергии до прямого попадания грозового разряда в провод. Защита от превышения входного напряжения до 380 В и от микросекундных импульсов по ГОСТ Р 51317.4.5 реализована у большинства производителей драйверов, и стоимость этой реализации сравнительно невелика. Защита от импульсов, выходящих за пределы ГОСТ Р 51317.4.5, возможна, но требует гораздо больших затрат. Цена дополнительных элементов может быть соизмерима со стоимостью самого драйвера.

Денис Дрозд, НПП «Ирбис»

Любая дополнительная функция зачастую в той или иной степени приводит к удорожанию изделия, простые схемные решения защит не всегда удовлетворяют параметрам быстродействия и надежности, но применение их необходимо и оправдано в ИП, используемых для уличного освещения, в промышленных зонах, подверженных сильным помехам в сети от работы высоковольтного оборудования или с большой вероятностью грозовых разрядов молнии.

Алексей Панкрашкин, «Интех Инжиниринг»

Активные схемы защиты, отключающие ИП для восстановления штатного режима, массово используются многими производителями ИП, и нами в том числе, никакой проблемы тут нет, и принципиального удорожания не происходит.

? *Разработчики и производители ИП вынуждены искать компромисс между выполнением обязательных требований по ЭМС и электробезопасности и стоимостью изделий. Имеется ли некий сложившийся вариант решения этой проблемы или здесь также есть перспективы совершенствования? Особенно, если учесть, что большинство светодиодных светильников на практике не соответствуют требованиям указанных стандартов, хотя и имеют соответствующие сертификаты.*

Илья Ошурков, «БЛ ГРУПП»

Да, имеется ряд стандартных решений, позволяющий обеспечить компромисс между удовлетворением норм ЭМС, пожаробезопасностью и стоимостью. Не считаю поиск компромисса проблемой как таковой, это абсолютно нормальное явление. Другое дело — несоответствие светильников заявленным стандартам. Умышленно это происходит или нет, но такая проблема, действительно, имеется. Опять же, хотелось бы разграничить: даже если ИП соответствует нормам ЭМС, это не гарантирует того, что светильник будет соответствовать. Поэтому утверждать, что проблема исключительно на стороне ИП, нельзя. Вопрос комплексный. Если абстрагироваться от светотехнической отрасли и рассмотреть кондуктивные помехи от ИП вообще, то нет стопроцентной гарантии, что два устройства, подключенные к одной сети, смогут нормально функционировать, даже если каждое из них соответствует нормам ЭМС по кондуктивным помехам.

Альберт Куреной,
ООО «ТРИАЛАН» / TM LEDinGRAD

При разработке третьего поколения ИП LEDinGRAD акцент был сделан на решении задачи минимизации электромагнитных помех при обеспечении заданной себестоимости изделия, поскольку требуемые показатели КПД, коэффициента мощности и пульсаций светового потока были достигнуты на предыдущих этапах работ. В этих условиях путь применения специальных средств подавления генерируемых помех не устраивал вследствие его дороговизны.

В ходе многочисленных испытаний и проверок показателей ЭМС разрабатываемого ИП и аналогичных изделий других производителей были сделаны принципиальные для разработчика выводы. В частности, ряд источников удовлетворял требованиям ЭМС только при условии их заземления, что вполне реализуется в их конструкции, но в ряде

случаев не может быть выполнено при монтаже светильников. Другие ИП показывали удовлетворительные результаты ЭМС, потому что были хорошо «упакованы» дорогостоящими компонентами для подавления уже сгенерированных в их недрах помех. Наблюдалось заметное увеличение уровня электромагнитных помех при размещении ИП в его штатном месте внутри светильника. Существенное изменение уровня электромагнитного излучения ИП вызывает изменение взаимного расположения ряда основных компонентов.

Вследствие этого в разработанном и освоенном в производстве ИП реализован вариант решения задачи ЭМС, в основе которого — тщательный расчет режимов работы основных компонентов и проработка их схемно-компоновочных решений. При этом обеспечен достаточный запас по помехам в сравнении с допустимыми предельными значениями, что существенно при сертификации светильника. Такой подход позволил нам найти разумный компромисс между выполнением обязательных требований по ЭМС и электробезопасности и стоимостью изделия.

Стив Робертс, RECOM Power

У компании RECOM есть собственная комплексная лаборатория тестирования ЭМС, поэтому для нас не составляет труда проводить тесты, реконструировать и заново тестировать прототипы — до тех пор, пока требования по ЭМС не будут выполнены. Когда мы тестировали источники конкурентов, многие из них с треском провалились.

Александр Лапетов, ООО «ТК Аргос-Трейд»

В настоящий момент единственный известный нам вариант решения данной проблемы — это применение полноценного сетевого фильтра. Его размеры и количество звеньев будут зависеть от мощности ИП и от частоты работы цепей преобразования. По-другому

обеспечить требования по ЭМС на сегодня не представляется возможным. Да, многие производители отказываются от применения таких фильтров, часть производителей просто не придает этому значения, а часть ставит неполные фильтровые цепи и, не имея испытательного оборудования, не может проверить достаточность таковых. Полноценный сетевой фильтр, справляющийся со своей задачей, к сожалению, является весомой добавкой и к стоимости, и к габаритам изделия. Поэтому изделия конкурентов, не отвечающие требованиям по ЭМС, часто выглядят более привлекательно по цене и габаритам, но, по сути, это лишь обман потребителя.

Андрей Пожидаев, ПКФ «Светотехника»

В этой «формуле» присутствует цена. Этот фактор важнее требований ГОСТ и других нормативных документов. Способы решения известны:

- Обязательная сертификация всех импортируемых ИП. Доля «серого» импорта не поддается измерению, именно там значительная часть ИП ввозится по принципу «чем дешевле, тем лучше».
- Запрет на продажу ИП без подтверждения качества и безопасности изделия. Введение единого символического стандарта на дополнительную маркировку готовой продукции (по аналогии с буквенной маркировкой класса электропотребления), где в простой форме указываются показатели изделия по уровню безопасности и иным требованиям. Это позволит заказчику, незнакомому с требованиями регламентов и ГОСТов, ориентироваться в этой информации. Наличие такой маркировки изделия должно стать конкурентным преимуществом и даже обосновать более высокую цену на безопасную продукцию.

Но на практике запреты и ограничения не всегда эффективны. Поскольку параметры ЭМС готовых изделий не стали значимыми для большинства заказчиков недорогих

продуктов, то ожидать от производителей и разработчиков массового улучшения качества ИП пока не приходится.

Максим Фомичев, ГК «Гуд Лайт»

Есть и сложившиеся варианты решения проблемы, и перспективы совершенствования, несомненно, также есть. Возможно, кем-нибудь будет открыта ранее неизвестная, но очевидно более простая реализация схмотехнического решения. Возможно, что на рынке появятся более дешевые компоненты с улучшенными характеристиками, что позволит строить решения, которые будут создавать конкуренцию сложившимся решениям. И тогда все остальные производители подтянутся. Прогресс не стоит на месте.

? Зачастую даже известные светодиодные компании используют не только гальванически не развязанные источники, но и с существенно повышенным относительно сетевого напряжением. Речь идет о светильниках, а не бытовых лампах на основе светодиодов. Каков, на Ваш взгляд, основной смысл таких ИП, перспектива и оправданность их применения?

Илья Ошурков, «БЛ ГРУПП»

Действительно, существует такой подход, обусловленный повышением КПД ИП и снижением стоимости некоторых его компонентов. Насколько это оправданно, затрудняюсь сказать. С одной стороны, таким образом можно повысить эффективность светильника, с другой — отсутствие гальванической развязки и высокое напряжение на выходе ИП предъявляет повышенные требования к конструкции и материалам светодиодного модуля в частности и светильника в целом. Например, во время проверки электрической прочности изоляции светильника при использовании алюминиевой печатной платы светодиодного модуля все испытательное напряжение будет приложено к тонкой пленке диэлектрика, отделяющего проводники печатной платы от алюминиевого основания. Соответственно, эта пленка должна выдерживать напряжение амплитудой около 1500 В. К сожалению, наиболее бюджетные печатные платы такое напряжение не выдерживают. Придется делать светодиодный модуль на более дорогой печатной плате. В условиях, когда подавляющее большинство алюминиевых печатных плат производится в Китае, придется еще и тщательно

Александр Герасимов, НПП «Ирбис»

Вероятно, здесь речь идет о выполнении требований ГОСТ CISPR 15-2014. Набор помехоподавляющих компонентов на входе драйвера, который реально соответствует требованиям по ЭМС, приблизительно одинаков у всех производителей. Эти компоненты хорошо известны, производятся десятками предприятий и приблизительно одинаково стоят. Другое дело, что кто-то их ставит, кто-то нет, экономя деньги на комплектации. Вряд ли что-либо поменяется в этой сфере в ближайшее время, если не будет изменена на государственном уровне мера ответственности производителя за продажу оборудования, не соответствующего нормативам по ЭМС.

контролировать качество этих более дорогих печатных плат, т. к. даже в одной партии пробивное напряжение диэлектрика может сильно отличаться. Кроме того, нужно при разработке светильника и светодиодного модуля уделять большее внимание путям утечки и воздушным зазорам. При выходе из строя ИП без гальванической развязки с большой долей вероятности сетевое напряжение приложится к светодиодному модулю с печальными последствиями для последнего. В результате менять придется не только ИП, но и светильник целиком.

Альберт Куреной, ООО «ТРИАЛАН» / TM LEDinGRAD

Такие ИП вполне перспективны, но, по-видимому, в ограниченной области применения. Отсутствие выходного конденсатора или, по крайней мере, существенно меньшие его размеры заметно сокращают габариты ИП. Повышение напряжения положительно сказывается на эффективности ИП вследствие снижения тока. Однако применение таких ИП приводит к необходимости реализации более жестких требований по электробезопасности светильника, кроме того, повышенный уровень пульсаций светового потока таких светильников не соответствует ряду требований.

Денис Дрозд, НПП «Ирбис»

Сложившийся вариант решения этих проблем — это применение помехоподавляющих фильтров на входе ИП, построение ИП с гальваническим разделением входа и выхода, с коррекцией коэффициента мощности. Зачастую попытка удешевления ИП приводит к ухудшению параметров, в том числе и электробезопасности.

Алексей Панкрашкин, «Интех Инжиниринг»

Сложившегося варианта решения этой проблемы нет. Каждый разработчик и производитель ИП решает эту проблему по-разному, в зависимости от того, какой контроллер используется, каковы топология схемы, конструктив ИП и т. д.

На предприятии мы провели испытания светодиодных светильников с рассматриваемыми ИП в реальных условиях эксплуатации и не обнаружили, в частности, проблем при видеофиксации камерами наружного наблюдения изображения прилегающих освещаемых территорий.

Стив Робертс, RECOM Power

Если светодиодный светильник расположен вне досягаемости, необходимости в гальванической изоляции нет. Такого рода повышающие неизолированные ИП могут использоваться в потолочном или многоярусном освещении, где требуется высокая яркость (другими словами, длинные светодиодные цепочки, работающие при высоком напряжении питания). Тем не менее данная топология не должна использоваться для домашнего или офисного освещения, так как не удовлетворяет нормам безопасности и может привести к летальному исходу.

Денис Качалов, «Завод Lampyris»

Если при проектировании конструкции светильника было уделено должное внимание электробезопасности, применены подходящие материалы и соответствующие технические решения, и при этом себестоимость изделия

осталась конкурентоспособной — то почему нет?

Александр Лапетов, ООО «ТК Аргос-Трейд»

Применение гальванически не развязанных ИП — вопрос спорный. Минусы такого решения — вопросы безопасности, ужесточение требований к светодиодным модулям (повышенное пробивное напряжение на подложку), особые требования к конструкции светильника. Плюсы такого решения — габариты и цена. На сегодня мы внимательно отслеживаем рынок на предмет наличия спроса на гальванически не развязанные ИП, и мы видим, что в некоторых сегментах такие запросы есть. Поэтому приходится подготавливаться к использованию гальванически не развязанных источников.

Андрей Пожидаев, ПКФ «Светотехника»

Смысл применения таких ИП — экономия. Такие устройства не соответствуют требованиям по электробезопасности. Сертифицировать изделие с таким устройством нельзя. В сочетании с некачественными LED-модулями и линейками возможно разрушение изоляционного слоя на плате модуля, там может присутствовать весь потенциал напряжения питающей сети. Такие факты есть. Это реальная угроза жизни людей. Но прецеденты применения таких ИП есть: их создают потребители, часто

не знающие о том, какой ИП применен в светильнике, и производители, умалчивающие об этом.

Оправданно или нет применение таких ИП в серийном производстве? На мой взгляд, однозначно нет. Но в частном порядке, при использовании УЗО, вполне возможно.

Максим Фомичев, ГК «Гуд Лайт»

Гальванически не развязанные ИП есть смысл применять там, где человек не способен прикоснуться к металлическим конструкциям светильника, на которых возможно возникновение опасного потенциала в процессе эксплуатации. Например, если корпус пластиковый и служит диэлектриком, то очевидное преимущество у драйвера без развязки ввиду его относительно низкой стоимости.

Высокое напряжение означает, что будет низкий ток, а это является способом повысить КПД. Высокое напряжение подразумевает ремонт и обслуживание светильника квалифицированным персоналом. Потребитель должен быть информирован об этом, это должно быть обязанностью производителей ИП. Также для производителя важно максимально защитить потребителя от опасного потенциала.

Александр Герасимов, НПП «Ирбис»

Единственный плюс ИП без развязки — он дешевле. Незначительно,

но дешевле аналогичного по остальным параметрам ИП с развязкой. В то же время светодиоды в светильнике, снабженном ИП без развязки, в значительно большей степени подвергаются риску пробоя высоковольтными импульсами через паразитные емкости подложки. Вопросы электробезопасности решаются значительно сложнее.

Денис Дрозд, НПП «Ирбис»

Основной смысл ИП без гальванической развязки — более низкая стоимость, которая, к сожалению, идет в ущерб электробезопасности. В некоторых случаях, на наш взгляд, такое применение может быть оправдано, однако при этом соблюдение электробезопасности от ИП уже не зависит и полностью ложится на конструкцию светильника. Учитывая то, что в процессе работы светодиоды выделяют тепловую энергию, обеспечение электробезопасности при хорошем теплоотводе может быть затруднительно. Перспектива масштабного применения ИП без гальванической развязки, на наш взгляд, маловероятна.

Алексей Панкрашкин, «Интех Инжиниринг»

Все зависит от сегмента применения светильника, требований по безопасности, КПД и т. д. В некоторых случаях использование светодиодных светильников с такими ИП вполне оправданно.

? *Прежняя лампа накаливания не имела вторичного ИП — он попросту ей не нужен. Она с успехом (практически без изменения параметров) работает при таких температурах окружающей среды, которые даже не снились современным ИП. Не кажется ли Вам, что такая техническая простота (и поэтому дешевизна) явно выигрывает у достаточно сложной и поэтому менее надежной (по сравнению с ней) схемотехникой полупроводниковых ламп и светильников? Может ли это объяснить то, что даже высокая световая отдача и энергоэффективность светодиодов не являются убедительными аргументами?*

Илья Ошурков, «БЛ ГРУПП»

Лампа накаливания не вечна. Вопрос, как долго она проработает при температурах, недостижимых для ИП? Особенно при высоких. Лампы накаливания тоже выходят из строя. Они тоже не любят обрыв нулевого проводника. Да, они конструктивно просты. Да, до сих пор есть области применения, где лампа накаливания прочно удерживает свои позиции. Нельзя однозначно утверждать, что более простое техническое решение окажется надежнее сложного. Это вопрос

области и условий применения, а не отсутствия ИП.

Альберт Куреной,
ООО «ТРИАЛАН» / TM LEDinGRAD

Лампы накаливания и в будущем не исчезнут, прежде всего, в силу причин, указанных в этом вопросе, но световая отдача и эффективность светодиодных светильников продолжат наступление на их «зону обитания». Переносные фонари с такими лампами уже практически переместились на «музейно-антикварную»

полку. Ресурс нити стандартной лампы накаливания, составляющий год-полтора, по-видимому, достиг своего предела при имеющейся световой эффективности лампы. Люминесцентные лампы и светильники различного типа не проявляют существенной разницы в надежности по сравнению со светодиодными, уступая им по эффективности, да и проблемы их утилизации играют далеко не последнюю роль.

Так что убедительных аргументов в пользу перспектив ламп с нитью накаливания не особо и видно. Тем не менее

с их заменой, например в саунах, можно повременить, если не «париться круглые сутки подряд».

Стив Робертс, RECOM Power

Светодиоды являются полупроводниковыми устройствами и не могут работать при тех же высоких температурах, что и лампа накаливания. Также необходим драйвер для обеспечения постоянного тока, требуемого для питания светодиодов. Для некоторых моделей, например серии Acriche, возможно запитать светодиоды напрямую без драйвера. Но могут быть сложности с обеспечением норм безопасности, кроме того, 50 Гц пульсации и слабые характеристики диммирования не сделали данную серию популярным продуктом.

В сравнении с лампами накаливания или флуоресцентными лампами может показаться, что светодиодное освещение слишком сложно реализовать. Тем не менее высокий КПД, возможность изменения цвета и длительное время жизни являются преимуществами светодиодного освещения. Существует также политическая воля для перехода на светодиодное освещение (лампы накаливания запрещены в силу низкой эффективности, флуоресцентные содержат токсичную ртуть и будут запрещены в конечном итоге по причине их небезопасности). Светодиодные технологии достаточно молоды по сравнению с традиционным освещением, где за спиной десятки лет разработок и совершенствования для снижения стоимости. По прошествии нескольких лет мы увидим много новых возможностей в светодиодном освещении (например, передача данных по Li-Fi, биоритмическое освещение, чтобы увеличить производительность или способствовать крепкому сну, персонализированный свет и т. д.).

Денис Качалов, «Завод Lampyris»

Разные сферы применения предъявляют различные требования к источникам света. Для тех задач, где техническая простота и стоимость решения стоят на первом месте, тоже существуют полупроводниковые альтернативы, и таким источникам света вовсе не обязательно иметь вторичный ИП.

Александр Лапетов, ООО «ТК Аргос-Трейд»

Можно, конечно, рассуждать на эту тему, но факт остается фактом: светодиоды активно и массово вытесняют старые решения в области светотехники, а уж тем более лампы накаливания. И происходит это не только потому, что это модно или поддерживается государством. Этот переход действительно нравится потребителям. Потребителю приятнее осознавать, что он уже сегодня расходует меньше электроэнергии и может забыть про постоянную замену сгоревших лампочек, а соответственно, и платит меньше, несмотря на то, что вчера ему пришлось делать для этого крупные капиталовложения.

Но надежность и другой букет неожиданностей, такой как появление помех на любимой радиостанции и т. д., — действительно большой минус такого перехода. И наша задача сегодня — сводить к минимуму эти побочные действия.

Андрей Пожидаев, ПКФ «Светотехника»

Лампа накаливания имеет несколько параметров, часто недостижимых для LED-светильников, например: рабочие температуры, идеальная ЭМС, устойчивость к электромагнитному импульсу.

Есть проблемы: ресурс, виброустойчивость, проблемы холодной нити при включении, но самая основная — низкая эффективность. По простоте конструкции лампа накаливания, конечно, выигрывает у LED-светильников, но это преимущество уже ничего изменить не может — LED-системы освещения имеют несоизмеримо больший по сравнению с лампой накаливания ресурс и эффективность. Наши заказчики говорят: «мы покупаем три вещи: ресурс, люмены, гарантию». Так что именно ресурс и энергоэффективность становятся убедительными аргументами в пользу LED-систем освещения, несмотря на их высокую цену.

Максим Фомичев, ГК «Гуд Лайт»

Полезные качества светодиодов прочно заняли свою нишу в повсеместном применении. Светодиодные лампочки уже несколько лет светятся на нашем предприятии без замены. Хотя остались некоторые специфичные области применения источников света. Пример с фарами автомобиля: самый простой

и дешевый способ осветить дорогу (пусть с низким КПД) — лампа накаливания. Лампа не боится высоких температур под капотом и стоит недорого. Хотя уже есть в продаже светодиодные аналоги, но они достаточно дороги. Но опять же, прогресс не стоит на месте, и возможно, что новые открытия человечества позволят преодолеть и эти проблемы.

Александр Герасимов, НПП «Ирбис»

Самокат или велосипед — тоже средства передвижения и, конечно, проще и дешевле автомобиля. Может ли это объяснить, что скорость и комфорт при езде в автомобиле не являются убедительными аргументами?

Денис Дрозд, НПП «Ирбис»

В некоторых условиях действительно световая отдача и энергоэффективность могут быть недостаточными аргументами для применения светодиодного освещения. У лампы накаливания есть некоторые преимущества перед светодиодными светильниками: это и отсутствие электромагнитных помех при ее работе, изначально высокий коэффициент мощности, широкий диапазон рабочих температур, простота и дешевизна. Однако светодиодные системы освещения, кроме энергоэффективности и световой отдачи, имеют и другие преимущества: более высокая долговечность и большая устойчивость к механическим воздействиям, что в совокупности является решающим фактором.

Алексей Панкрашкин, «Интех Инжиниринг»

Высокая световая отдача и энергоэффективность светодиодов плюс надежность и долгий срок работы при правильном проектировании светильника являются убедительными аргументами. Все же некорректно сравнивать лампу накаливания и светодиодный светильник. Корректнее сравнивать светодиодную «филаментную» лампу и лампу накаливания, а, например, уличный светодиодный светильник сравнивать с традиционным светильником с натриевой лампой. Соответственно, при таких сравнениях лампа накаливания при ее простоте и дешевизне проигрывает по надежности, необходимости частой замены, эффективности и т. д.

? *Как Вы считаете, низкочастотная пульсация светового потока светодиодных источников, за формирование которой ответственен ИП, в его недрах уже побеждена окончательно? Или это представляется значительной проблемой, решение которой требует существенного удорожания ИП?*

Илья Ошурков, «БЛ ГРУПП»

Проблемы низкочастотных пульсаций светового потока, как таковой, не существует. Была проблема необоснованно завышенных требований по пульсации светового потока, которым производители светильников и ИП вынуждены были удовлетворять. Как только возникла необходимость, появились технические решения. Например, активный фильтр на выходе ИП. Наличие активного фильтра незначительно влияет на стоимость ИП, иногда даже возможно удешевление.

Альберт Куреной,
ООО «ТРИАЛАН» / TM LEDinGRAD

Уровень низкочастотных пульсаций светового потока светильника определяется низкочастотной пульсацией тока на выходе ИП, что, в свою очередь, является следствием необходимости обеспечить высокий уровень коэффициента мощности источника в однокаскадном преобразователе. Уменьшить этот уровень можно применением дополнительного каскада стабилизации выходных параметров ИП или увеличением емкости конденсатора выходного контура. Этих средств сегодня вполне достаточно, чтобы не только «победить» рассматриваемую низкочастотную пульсацию, но и не дать этой проблеме возникнуть.

Стив Робертс, RECOM Power

Высокие пульсации на выходе объясняются использованием однокаскадного преобразователя, где входной сигнал не сглаживается для увеличения коэффициента мощности. Недостатком данной топологии является наличие высоких пульсаций на выходе с удвоенной частотой (100 или 120 Гц). Пульсации могут достигать значений в 25–30%. Человеческий глаз обладает пониженной чувствительностью при изменениях при высокой яркости. Таким образом, если не использу-

ется диммирование, мы не видим данных пульсаций. Тем не менее при диммировании (уменьшении тока через светодиод) и снижении яркости пульсации могут вызвать просадку выходного напряжения ниже падения напряжения на светодиоде. В этом случае светодиод будет мерцать с частотой 100–120 Гц. Использование ШИМ-диммирования позволяет избавиться от данного эффекта, но вызывает артефакты при съемке на видеокамеры, а также стробоскопический эффект при движении. Таким образом, для бюджетных решений без диммирования однокаскадный преобразователь является приемлемым компромиссом для соответствия нормам по коэффициенту мощности. Для источников с диммированием необходимо использование двухкаскадного решения (ККМ+драйвер), что значительно лучше, но и дороже, соответственно.

Денис Качалов, «Завод Lampyrus»

На данный момент получение низких пульсаций при сохранении высокого коэффициента мощности требует компромиссных решений в сегменте недорогих ИП. Стоимость ИП, лишенных таких компромиссов, обеспечивающих близкий к нулю коэффициент пульсаций при высоком КПД и РЭ, имеющих функции диммирования и термокомпенсации, отличается многократно.

Александр Лапетов, ООО «ТК Агрос-Трейд»

Разработчики светодиодных источников имели достаточно времени для решения проблемы низкочастотных пульсаций. И сегодня можно сказать, что для каждой топологии уже есть свои наработанные решения. Даже некоторые производители полупроводников стали выпускать специализированные микросхемы выходных фильтров, специально для светодиодных ИП. Поэтому при желании разработчик легко может

решить эту проблему. Другой вопрос, что все же это решение не является бесплатным.

Андрей Пожидаев, ПКФ «Светотехника»

В ИП, построенных по современным стандартам схемотехники, проблема пульсации светового потока решена окончательно. Это базовая характеристика ИП, технические решения «учтены» в цене изделий, в дополнительных решениях нет необходимости.

Максим Фомичев, ГК «Гуд Лайт»

Низкочастотная пульсация побеждена на время срока службы электролитического конденсатора, имеющегося почти в каждом драйвере. Наверное, следующим этапом прогресса в этой проблеме будет изобретение дешевого аналога электролитического конденсатора.

Александр Герасимов, НПП «Ирбис»

В стабилизированных ИП пульсация напряжения не является проблемой и достижение минимальных значений возможно без существенного удорожания. А в самых простых ИП, построенных на коммутации двух-трех цепочек, получение низкой пульсации потребует применения значительных электролитических конденсаторов.

Денис Дрозд, НПП «Ирбис»

Сегодня существуют схемные решения, позволяющие добиться довольно низкого коэффициента пульсаций, незначительно удорожающих ИП. И применять их нужно там, где это необходимо.

Алексей Панкрашкин, «Интех Инжиниринг»

Эта проблема решена, но действительно решение становится дороже, и чтобы ИП был конкурентоспособен по цене, производство должно быть очень массовым.

? Сейчас производятся миллиарды ИП для светодиодных устройств. За последнее время это гораздо больше, чем человечество произвело ИП вообще (для любых нужд) за всю свою историю. Однако все они «съедают» до 10% энергии, которая тратится на освещение и которая могла бы быть использована еще для чего-либо. Это вынужденная плата за прогресс или повод продолжать разработки по совершенствованию КПД вторичных ИП, который может быть еще увеличен?

Илья Ошурков, «БЛ ГРУПП»

Эффективность светильника складывается не только из эффективности ИП, но и светодиодов. И даже если мы зафиксируем КПД ИП на текущем уровне, который всех удовлетворяет, с ростом эффективности светодиодов мы будем «съедать» все меньше энергии, которую можно потратить на другие нужды. При условии постоянства светового потока светильника, разумеется. Конечно, нет предела совершенству, и, возможно, в будущем мы увидим безумно дорогой передовой ИП для светодиодов с КПД 99%, но массово внедряться он начнет, когда ежегодный прирост эффективности светодиодов остановится, а стоимость электроэнергии взлетит до небес.

Альберт Куреной,
ООО «ТРИАЛАН»/TM LEDinGRAD

Не секрет, что любые процессы преобразования энергии не происходят без потерь. Об ИП: нами был разработан источник с гальванической развязкой, КПД которого составляет 97,5%. Использовать его для питания светодиодов проблематично, поскольку он предназначен для решения других задач. Тем не менее уровень его эффективности, не дотягивающий 2,5% до «перпетуум мобиле», относится к разряду практически предельных для рассматриваемого класса ИП.

Степень продвижения от указанных в вопросе 10% к этим 2,5% зависит, прежде всего, от цены, которую потребитель готов заплатить за изделие. То есть определяющим в достижении тех или иных значений КПД является опять же цена комплектующих. Здесь «дело не станет» из-за схемотехнических решений ИП. Вывод прежний: цена, «гуляя» между качеством и надежностью с одной стороны, и окупаемостью изделия — с другой, всегда находит свое место «где-то в рынке».

Стив Робертс, RECOM Power

Существует теоретический предел для эффективности светодиодов, порядка

290 лм/Вт, что при расчетах приводит к общему максимальному КПД в 50% (здесь речь идет об общем КПД, или эффективности светильника, включающем потери из-за собственной конструкции светодиода, потери в люминофоре, вторичной оптике и ИП). Это на порядок лучше, чем эффективность лампы накаливания в 4–5%, но никакие исследования не позволяют приблизиться к эффективности в 100%. Большинство исследований и разработок сконцентрированы не на увеличении эффективности, а на улучшении восприятия светодиодного света и приближении его к естественному. И это правильный подход! На рынок поставляется слишком много ярких и неестественным светом. Вопрос в выделении ресурсов для исследований и новых разработок. До тех пор пока рынок светодиодного освещения растет и приносит прибыль, будут выделяться ресурсы и деньги на новые разработки и исследования. При его насыщении, когда только «монстры» рынка смогут на нем зарабатывать, произойдет перераспределение ресурсов в другие области, такие как «Интернет вещей» или новая инициатива — Индустрия 4.0.

Денис Качалов, «Завод Lampyris»

Повод продолжать дальнейшее совершенствование чего угодно есть всегда, однако потери энергии на ИП вносят гораздо меньший вклад в результирующий КПД светильника, чем, например, эффективность оптической системы и КПД самих светодиодов, пути совершенствования которых на сегодня не исчерпаны.

Александр Лапетов, ООО «ТК Аргос-Трейд»

10% потерь общего КПД светильника за счет ИП светодиодов — это не плата за прогресс.

Во-первых, общий КПД светодиодных светильников с учетом и потерь встроенного ИП сейчас уже в 10–20 раз выше по сравнению с лампами накаливания и в два-три раза выше, чем у люминес-

центных светильников. Поэтому потери КПД примерно на 10% на фоне прироста на 1000–2000%, конечно, заметны, но не столь критичны. Важнее соответствующее выделение температуры светильника, что необходимо учитывать его производителям.

Во-вторых, потери около 10% КПД могут быть немного меньше. Над этим разработчики ИП постоянно работают. Например, у нас в производстве есть устройства с потерями 7–6% (т. е. с собственным КПД в 93–94%). В пределах, в некоторых случаях, можно поднять собственный КПД до 95 и даже до 96%, но это дается с трудом и не бесплатно.

Кстати, КПД самих светодиодов продолжает расти...

Андрей Пожидаев, ПКФ «Светотехника»

В эпоху ламп накаливания платой за прогресс была потеря 95% потребляемой на освещение энергии из-за их низкой энергоэффективности. 10% потерь в ИП — приемлемая величина. Повысить КПД импульсных ИП без значительных усилий крайне сложно. Это обусловлено физикой процессов в ИП, где существует свой технологический предел. В составе готового изделия потери в ИП с лихвой перекрываются эффективностью светодиодов.

Максим Фомичев, ГК «Гуд Лайт»

При словах «миллиарды ИП для светодиодных устройств» у меня возникает ассоциация с тоннами мусора на свалке. На самом деле, если, например, исполнение драйвера IP20 или разборное, то драйвер еще можно отремонтировать, а конденсаторы поменять на новые. А при исполнении IP65–68 при залитом корпусе получается «кирпичик» из компаунда и электронных компонентов, который в нашей стране рано или поздно отправится в мусорный контейнер. Огромная отрасль во многих странах, в том числе в Китае, работает в конечном итоге на свалку. На мой взгляд, это проблема, и люди создают ее будущему поколению. Хотя есть шанс,

что «неразлучную пару» — светодиоды и драйверы — в будущем могут сменить какие-нибудь новые изобретения и открытия, и прежние источники тока будут не востребованы и станут «динозаврами», которые со временем станут просто слоем пыли.

Александр Герасимов, НПП «Ирбис»

Увеличение КПД выше 90% — задача не сложная, но за это придется заплатить.

Совершенствование элементной базы делает этот процесс эволюционным.

Денис Дрозд, НПП «Ирбис»

На данный момент КПД может быть незначительно увеличен за счет дальнейшей оптимизации ИП, однако такие попытки обычно приводят к неоправданному удорожанию и усложнению процесса изготовления, что часто является нецелесообразным.

Алексей Панкрашкин, «Интех Инжиниринг»

На сегодня многими производителями уже массово выпускаются ИП с КПД до 92–94% при сохранении других параметров в необходимом диапазоне, поэтому речь идет о потерях уже не в 10%, а меньше — 6–8%. Это и есть плата за прогресс на сегодня. Можно получить КПД ИП и выше, но все же нужен паритет между ценой ИП и параметрами. ●