

## Проблемы пульсации источников света

Студент гр. 10603219 Антипов А.Э.  
Научный руководитель - Автушко Г.Л.

Белорусский национальный технический университет

Несмотря на то, что проблема пульсаций не нова, последние разработки индустрии светоизлучающих диодов (СИД) выдвинули эту проблему для многих проектировщиков и производителей на передний план.

Жалобы на пульсации не новость для светотехнической отрасли. Однако специфические особенности светодиодного освещения создают уникальные проблемы. Самое простое определение пульсации — это «модуляция светового потока». Эта основная концепция, однако, не отражает многие сложные характеристики, которые в конечном итоге делают пульсацию трудно поддающейся количественной оценке. И в то время, как пульсации в электрическом освещении, как правило, считаются нежелательными, существуют ситуации (особенно с естественным светом), где они могут добавить освещению своеобразную атмосферу. Это, например, мерцание свечи или отражение солнечного света от поверхности воды. В данной статье мы сосредоточимся на нежелательных аспектах пульсации электрического освещения.

Помимо просто модуляции светового потока, важно выделить следующие виды пульсации:

- видимая пульсация — модуляция света, периодическая или прерывистая, которую может увидеть большинство людей даже в статических условиях.

- стробоскопическая пульсация — периодическая модуляция света, обусловленная используемым источником питания, которая ощущается только при движении источника света или наблюдателя.

Следует принять во внимание, что, в то время как жалобы обычно связаны с видимой пульсацией, эти два вида не взаимоисключающие: стробоскопическая пульсация может быть видимой или невидимой.

Даже при нормальной эксплуатации и в «идеальных» условиях традиционные источники света, такие как лампы накаливания (ЛН), имеют стробоскопическую пульсацию. Напряжение на ЛН, работающей на частоте 60 Гц (в Северной Америке), снижается до нуля 120 раз в секунду — нить накала лампы остывает, уменьшая световой поток. Однако теплоемкость нити накаливания защищает ее от значительного остывания на те 8 мс или около того, пока напряжение не начнет расти снова. Такую пульсацию можно обнаружить при тщательном измерении, но она почти никогда не является источником жалоб потребителей (рис. 1).

Сравним ЛН с люминесцентной лампой (ЛЛ), подключенной через электромагнитный балласт. В этом случае лампа гаснет и загорается 120 раз в секунду. ЛЛ не имеют теплоемкости, которая могла бы поддерживать свечение в течение какого-то времени, поэтому их свет гаснет примерно через миллисекунду (гораздо быстрее, чем у ламп накаливания). Пульсация у люминесцентных ламп с электромагнитным балластом заметна и может заставить людей, работающих при таком освещении, ощутить более тонкие эффекты этой стробоскопической пульсации, включая головные боли, напряжение глаз и дискомфорт, даже если эти пульсации невидимы. Но, в то же время, высокочастотные электронные балласты, большинство из которых работает на частоте около 40 кГц, почти полностью устраняют проблемы со стробоскопической пульсацией ЛЛ (рис. 2).

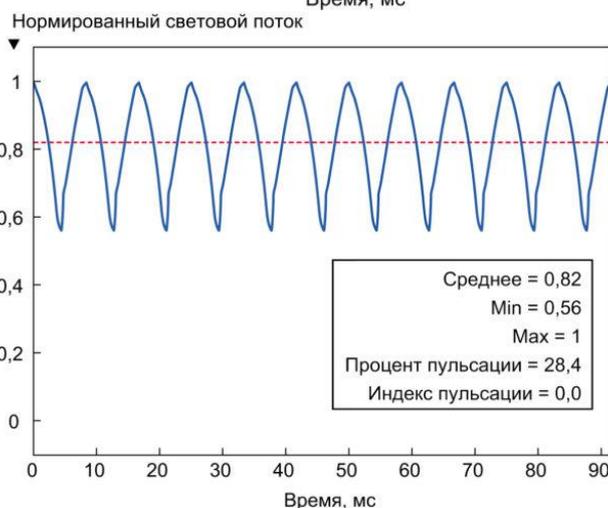
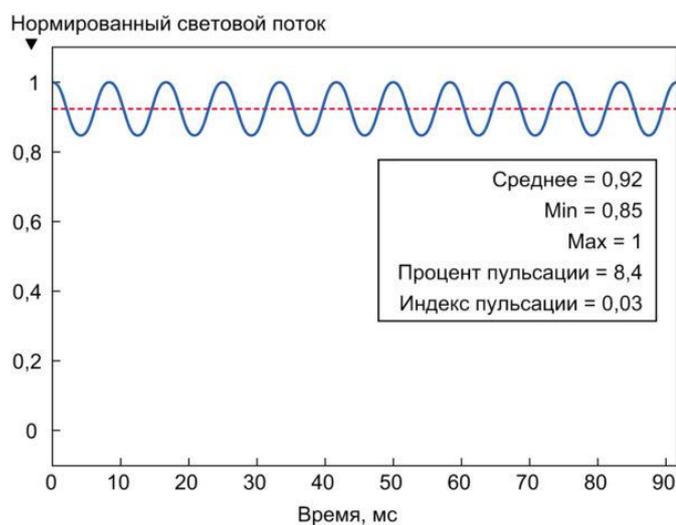


Рисунок 1 - Даже у обычной лампы накаливания можно обнаружить пульсацию, которая повторяет кривую переменного тока

Рисунок 2 - У люминесцентных ламп с высокочастотным электронным балластом проблема пульсаций практически устранена

В таком случае можно сделать вывод, что пульсация — это не просто неотъемлемое свойство используемого источника света, а результат его сочетания с соответствующей электроникой, такой как балласт для ЛЛ или драйвер для СИД. Кроме того, неидеальное электропитание, обусловленное источниками электронных шумов, распространенных в реальном мире, также вносит свой вклад в наблюдаемую суммарную пульсацию.

В отличие от других источников света, СИД не присуща способность продолжать излучать свет, если ток прекратится. Когда ток, протекающий через СИД, снижается до нуля, то световой поток также снижается до нуля — как правило, в пределах нескольких микросекунд. Например, из-за конкретно этой характеристики СИД часто используются в высокоскоростной волоконно-оптической связи. Пульсация является функцией источника света и стабильности соответствующей электроники. Поэтому любая флуктуация в источнике питания светодиода может стать флуктуацией света или пульсацией.

При оценке пульсаций перед нами встают вопросы о том, какая степень пульсации для человека приемлема и какие проблемы она может создать. Даже при «идеальных» условиях степень наблюдаемых пульсаций в данном применении может меняться в зависимости от многих различных переменных: частоты пульсации, и будет ли она периодической (стробоскопической) или нет; формы пульсаций; возраста и остроты зрения наблюдателя; общего уровня освещенности; позиции, интенсивности и возможной синхронности других источников света; относительного передвижения наблюдателя, источника света и/или близлежащих объектов.

Все эти факторы объясняют, почему так трудно выбрать один правильный, общепризнанный, количественный ответ на вопрос, есть ли пульсация источника света.

Диммирование светодиодных светильников добавляет еще одну переменную. Мало того, что диммер уменьшает уровни освещенности, создавая среду, где пульсация более очевидна, он добавляет еще один потенциальный источник нестабильности. Даже небольшие изменения в стабильности аналогового диммера, с фазовым управлением или управлением напряжением 0–10 В, могут привести к пульсациям в светодиодном драйвере. Особенно подвержены пульсациям низкокачественные светодиодные драйверы или драйверы, которые не разработаны и не протестированы для обеспечения надежной работы совместно с диммером. Специально разработанные и тщательно протестированные диммеры, предназначенные для использования с диммируемыми светодиодными светильниками, часто могут улучшить параметры диммирования и устранить или минимизировать пульсацию до уровня, обусловленного самим драйвером.

В то же время существующие и разрабатываемые промышленные стандарты не дают адекватного описания методик измерений и количественной оценки пульсаций светодиодных источников света (и связанной с ними электроники, включая драйверы и диммеры). Дальновидные производители и регулирующие органы активно участвуют в интенсивных попытках разработки усовершенствованной, воспроизводимой методики измерений. В ближайшие месяцы стоит следить за результатами этой захватывающей работы.

Эволюция светоизлучающих диодов (СИД) на рынке освещения не всегда была гладкой, но к сегодняшнему моменту технология прошла уже долгий путь. По мере развития СИД каждое поколение поднимает планку, побуждая потребителей и изготовителей стремиться к более высокой эффективности и более гибким системам управления. Производители также продолжают решать проблемы потребителей, улучшая качество света, стоимость, срок службы, эффективность и возможности диммирования. Тем не менее, пульсации света все еще остаются тем вопросом, который отрасль должна в полной мере осмыслить и учесть при разработке светодиодных светильников и приборов для управления ими, чтобы обеспечить возможность безопасного и комфортного освещения на основе СИД.

#### **Список использованных источников**

1. «Matching SSL and control technology remains a challenge (MAGAZINE)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bit.ly/1KIPW8C>.