

# ЭЛЕКТРОННЫЕ НАГРУЗКИ АКИП – ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ТЕСТИРОВАНИЯ LED-ДРАЙВЕРОВ

Д.Серков info@prist.ru

Сегодня большое внимание уделяется технической аттестации разнообразных источников питания, в том числе используемых для работы со светодиодами. Для решения этих задач удобно использовать электронные нагрузки. В статье рассмотрена новая серия модульных электронных нагрузок АКИП-1334, АКИП-1335, АКИП-1336 и, в частности, их возможности для тестирования LED-драйверов.

**В** последние несколько лет светодиоды широко применяются при организации локального освещения, в аудио- и видео-аппаратуре, в промышленности и электронном дизайне, в автомобилестроении, бытовой технике и медицине. Они безопасны, имеют малое энергопотребление, большой срок службы, высокую прочность, широкую цветовую палитру и миниатюрные габариты. Но, в отличие от обычных ламп накаливания, для корректной работы светодиода нужно выполнить определенные условия.

У каждого типа светодиодов нормируется такой параметр, как номинальный ток. Если подключить светодиод к источнику питания, нестабилизированному по току, то через него может протекать ток в несколько раз выше номинального, что приведет к его сгоранию. Поэтому для питания светодиодов нужно использовать стабилизированные по току источники питания, называемые LED-драйверами.

Неотъемлемая часть сертифицированного производства любого современного электронного устройства – его тестирование и выходной контроль. Тестирование LED-драйвера – длительная и дорогостоящая процедура. Так, для полноценного тестирования необходимо множество светодиодов с различными характеристиками в одиночном исполнении или соединенных последовательно или параллельно. Именно

такие сочетания и конфигурации в дальнейшем могут быть использованы при монтаже светотехнических устройств или во время эксплуатации готовых систем освещения. Все эти тесты могут обеспечить специализированные модули электронных нагрузок.

Электронные нагрузки – это особый тип оборудования, предназначенный для имитации нагрузки как первичных, так и вторичных источников электропитания. Электронная нагрузка способна выполнять роль не только нагрузочного элемента, но и средства измерения основных параметров источников питания. Электронные нагрузки могут эмулировать режимы постоянного тока (Constant Current – CC), постоянного сопротивления (Constant Resistance – CR), постоянного напряжения (Constant Voltage – CV), динамической нагрузки (табл.1), а также режим короткого замыкания.

Нагрузки АКИП-133х (рис.1, табл.2) наряду с перечисленным набором стандартных режимов имеют так называемый режим LED, предназначенный для тестирования LED-драйверов. В этом режиме электронная нагрузка имитирует светодиод с определенными параметрами. В число задаваемых параметров входят: количество светодиодов ( $N_D$ ); пороговое напряжение светодиода ( $V_D$ ); рабочее напряжение светодиода ( $V_O$ ), равное выходному напряжению LED-драйвера; номинальный рабочий ток светодиода ( $I_O$ ); рабочее сопротивление



Рис.1. Электронная нагрузка АКИП: а – модуль АКИП-1134; б – шасси 3305F

светодиода ( $R_d$ ); сопротивление токоограничивающего резистора ( $R_r$ ). Из вольт-амперной характеристики видно (рис.2а), что в режиме LED через нагрузку будет протекать ток только при достижении значения напряжения, большего  $V_d$ .

Если точно известны спецификации имитируемого светодиода, то необходимо использовать их для настройки параметров режима LED. Значение  $V_d$  различно для разных моделей светодиодов и зависит от материала, из которого он изготовлен, например, GaAs (арсенид галлия) – 1 В; GaAsP (арсенид-фосфид галлия) – 1,2 В; GaP (фосфид галлия) – 1,8 В и т.д. При отсутствии конкретных спецификаций для настройки нагрузки можно воспользоваться параметрами тестируемого LED-драйвера: выходное напряжение LED-драйвера ( $V_o$ );  $V_d$  – 70–90% от установленного значения  $V_o$  (по умолчанию – 80%); максимальный выходной уровень тока LED-драйвера ( $I_o$ ),  $R_d = (V_o - V_d) / I_o$ .

Для корректной работы светодиода необходимо, чтобы напряжение источника питания было выше уровня его порогового напряжения. Если это условие не выполняется (т.е. при  $V_o < V_d$ ), необходимо ввести дополнительный параметр – сопротивление токоограничивающего резистора. Зависимость  $I(V)$  при таком типе подключения будет иметь другой вид (рис.2б). Рабочее сопротивление в этом случае рассчитывается по формуле:  $R_{d^*} = (V_o - V_d) / (I_o - V_o / R_r)$ .

Помимо тестирования LED-драйверов, электронная нагрузка позволяет провести контроль светодиодов на мерцание и проверку регулирования яркости их свечения. Для этого в нагрузках АКИП-133х предусмотрен режим DIM (имитация диммера). Диммер – это электронное регулирующее устройство, с помощью которого можно варьировать яркость источника света. Электронная нагрузка имитирует аналоговый

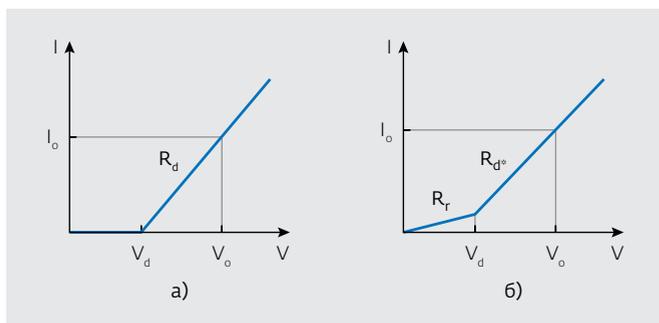


Рис.2. Вольт-амперная характеристика электронной нагрузки в режиме LED при выходном напряжении LED-драйвера большем (а) и меньшем (б) порогового напряжения светодиода

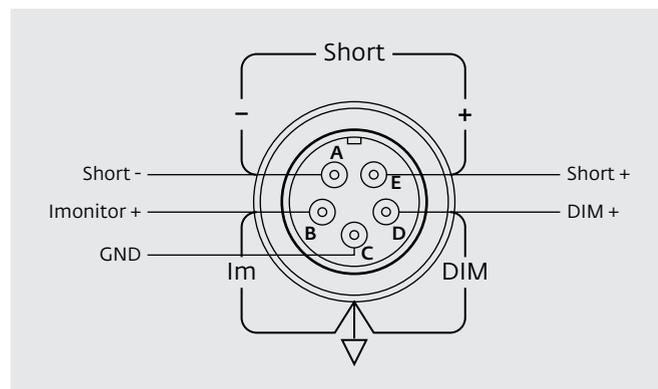


Рис.3. Разъем для коммутации цепей в режимах LED, Short и подключения внешнего осциллографа

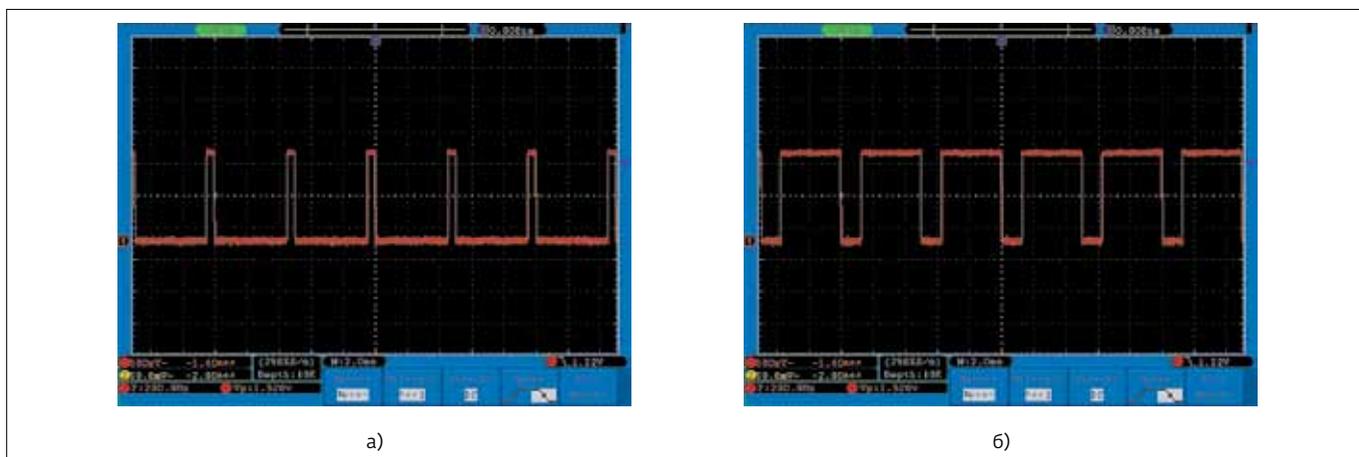
Таблица 1. "Классические" режимы работы электронной нагрузки

Режим работы	График зависимости
<p><b>Режим постоянного тока (CC)</b> – через электронную нагрузку будет протекать ток в соответствии с заданным значением, и это значение будет поддерживаться постоянным при изменении входного напряжения источника питания. Режим CC используется для тестирования источников напряжения и определения их основных параметров – погрешности установки и нестабильности выходного напряжения.</p>	
<p><b>Режим постоянного напряжения (CV)</b> – значение напряжения на выходе нагрузки поддерживается постоянным при изменении входного тока источника питания. Режим CV используется для тестирования источников тока, а также зарядных устройств.</p>	
<p><b>Режим постоянного сопротивления (CR)</b> – на электронной нагрузке устанавливается определенное значение сопротивления. Это означает, что через нагрузку будет протекать ток, линейно пропорциональный входному напряжению в соответствии с заданным сопротивлением. Режим CR можно использовать для тестирования источников напряжения или тока при определении предельно возможных (минимальных и максимальных) значений выдаваемого тока.</p>	
<p><b>Режим постоянной мощности</b> – на электронной нагрузке устанавливается значение потребляемой мощности. Это означает, что на ней будет рассеиваться заданное значение мощности (<math>P=IU=const</math>). При этом изменение напряжения (тока) на выходе источника приведет к изменению силы тока (напряжения), протекающего через нагрузку, таким образом, что мощность, рассеиваемая на нагрузке, останется постоянной.</p>	
<p><b>Режим динамической нагрузки</b> – сброс и наброс нагрузки происходит практически мгновенно от холостого хода до максимального значения и обратно. При этом частота изменения нагрузки находится в пределах от единиц герц до единиц килогерц. Такой режим применяется для тестирования переходных процессов в источниках питания.</p>	

\* Выходное напряжение подключенного к нагрузке источника питания.

Таблица 2. Характеристики электронных нагрузок АК ИП

Параметры	АКИП-1334	АКИП-1335	АКИП-1336
Напряжение на нагрузке, В	0–300	0–100	0–500
Ток в нагрузке, А	0–0,6   0–2	0–6   0–20	0–0,6   0–2
Потребляемая мощность, Вт	150	300	300
Минимальное входное напряжение, В	6 (при 2 А)	0,7 (при 20 А)	6 (при 2 А)



**Рис.4.** Экран осциллографа, подключенного к электронной нагрузке в режиме DIM: а – скважность 10%; б – скважность 75%.  $F=200$  Гц;  $V_p=1,5$  В

диммер с регулируемым напряжением ( $V_p$ ) от 0 до 10 В, частотой управляющего ШИМ-сигнала ( $F$ ) от 0 до 1 кГц и скважностью от 1 до 99%.

Для тестирования светодиода его нужно подключить к специализированному выходу на передней панели (рис.3) (в комплекте поставки для этого есть специальный кабель). Затем необходимо установить уровень выходного напряжения и частоту сигнала. Регулируя скважность, можно изменять яркость свечения светодиода, а при уменьшении частоты выходного ШИМ-сигнала светодиод начинает мигать. Визуально мерцание светодиода различимо при частоте ниже 40 Гц.

Если к тому же разъему подключить осциллограф, то можно визуально проконтролировать форму и параметры ШИМ-сигнала (рис.4). Осциллограф можно подключать и в других режимах и наблюдать форму тока, наличие пульсаций и шумов тока, а также измерять их значения. Все эти функции расширяют эксплуатационные возможности электронных нагрузок АК ИП-133х по сравнению с прочими моделями АК ИП и аналогами других производителей.

К разъему (см. рис.3) можно подключать и источники питания при их тестировании в режиме короткого замыкания. Так как источники питания имеют очень малое внутреннее сопротивление, схемы их защиты должны включаться при достижении предела по выходному току, например, в условиях короткого замыкания, – это защищает источник питания от повреждения. Нагрузки АК ИП позволяют эмулировать короткое замыкание одним нажатием кнопки, поэтому нет необходимости использовать внешние короткозамыкатели. В данном режиме значения токов

и напряжений короткого замыкания будут отображаться на встроенных в нагрузки дисплеях.

Электронные нагрузки АК ИП-133х имеют модульное исполнение и для их работы необходимо управляющее шасси (системный блок) (см. рис.1). Доступны три типа шасси на различное число модулей: шасси 3300F позволяет установить одновременно до четырех модулей, шасси 3302F – один модуль, а 3305F – два модуля. В одном шасси возможна комбинация различных модулей нагрузок.

Электронные нагрузки могут опционально комплектоваться интерфейсами RS-232, GPIB, LAN или USB для дистанционного управления (ДУ) с внешнего компьютера. В режимах ДУ и программирования электронная нагрузка обеспечивает управление всеми режимами работы и настройками. Программирование организовано при помощи набора команд (язык SCPI). Каждый тип шасси (3302F, 3305F, 3300F) имеет только один слот для установки опциональных модулей с ДУ.

Электронные нагрузки АК ИП – это современные приборы, которые позволяют проводить тестирование классических источников питания (в статическом и динамическом режимах), специализированных источников питания светодиодов (LED-драйверов), а также светодиодных ламп под управлением диммера. Встроенные в электронные нагрузки дисплеи позволяют минимизировать число других средств измерения (СИ), используемых при разработке, отладке и проверке продукции.

Сейчас проводятся испытания электронных нагрузок АК ИП-1334, АК ИП-1335 и АК ИП-1336 для утверждения типа и внесения в Госреестр СИ РФ. ●