

Аркадий Камчатов, к. т. н. | ledingrad@mail.com |  
Александр Цуриков, к. т. н. | a.tsurikov@ledingrad.ru | Антон Гальцов | galtsov@ledingrad.ru

# Разработка и испытания источника постоянного тока LEDinGRAD

## для светодиодов

**Компания ООО «НеваРеактив» представляет серию высокоэффективных отечественных LED-драйверов под торговой маркой LEDinGRAD — одних из самых компактных и эффективных на российском рынке, областью применения которых являются светодиодные светильники офисного, промышленного, а также бытового назначения.**

Источник питания (ИП) светодиодов ИПТ-035-0350-40-3 (рис. 1) разрабатывался прежде всего для применения при производстве светильников типа «Армстронг». Благодаря малым основным размерам (Д×Ш×В: 115×23×29 мм, масса: 80 г), а также особенностям корпуса, источник питания, расположенный вплотную к стенке светильника, практически неразличим под светорассеивателем в корпусах толщиной от 30 мм. Эти же показатели в сочетании с техническими характеристиками предопределили возможность его применения и в других типах светодиодных светильников. Он, например, размещается во внутренней полости распространенных алюминиевых профилей для линейных светильников.

Применение светодиодных светильников позволяет решить ряд задач снижения экологически вредной нагрузки на потребителей и на окружающую среду, а именно, вредного для здоровья спектра излучения, прежде всего в ультрафиолетовом диапазоне. Вместе с тем про-

веденные нами в партнерстве со специалистами в области электромагнитной совместимости (ЭМС) испытания рассматриваемых источников питания ряда отечественных и зарубежных производителей показали, что они могут представлять собой довольно существенный источник помех электромагнитной природы, что в ряде случаев значительно уменьшает положительный эффект от использования светодиодных светильников. Результаты испытаний на электромагнитную совместимость в дальнейшем планируются к публикации, но уже сейчас могут быть предоставлены для ознакомления заинтересованным специалистам.

Поэтому при формировании требований к создаваемому ИП рассматривалась задача оптимального сочетания его характеристик как экономичного источника постоянного тока сравнительно небольших габаритов, так и высокоэффективного LED-драйвера светодиодов с уровнем пульсаций напряжения не более 1%, соответствующего требованиям по ЭМС.

Для нас было важно освоить промышленный выпуск серии LED-драйверов торговой марки LEDinGRAD в партнерстве с высококвалифицированными разработчиками и производителями комплектующих, которые расположены в ближайшем регионе и имеют соответствующий опыт. Это позволяет нам, как производственному предприятию, не только повысить оперативность и качество обслуживания потребителей готовой продукции, но и на базе полученного опыта реализовать в кратчайшие сроки перспективные планы разработки новых и совершенствования выпускаемых изделий.

Учитывались также рыночные требования к уменьшению себестоимости комплектующего изделия и обеспечить возможность его применения в светодиодных светильниках высокого качества.

## Основные исходные требования к разработке ИП

В соответствии с требованиями новые драйверы должны обеспечить светодиодам мощность до 35 Вт с диапазоном выходного напряжения 75–96 В, что оптимально для последовательного соединения светодиодных линеек в светильниках типа «Армстронг». Ток питания 350 мА, ставший практически стандартным в полупроводниковой офисной светотехнике, позволяет использовать светодиодные линейки и модули всех основных производителей.

Для применения в других сферах светотехники и возможности установки мощных светодиодов предусмотрены варианты модификации драйвера, в том числе с током питания 700 мА и выходным напряжением соответственно 36–48 В.

Важным параметром офисного осветительного устройства является коэффициент пульсаций создаваемой им освещенности, поэтому к разрабатываемому источнику питания предъявлялись жесткие требования по уровню пульсаций выходного напряжения: на начальном этапе — не более 5% (при использовании в выпускаемых



Рис. 1. Источник питания ИПТ-035-0350-40-3

Таблица 1. Результаты испытаний ИП на устойчивость к электромагнитным помехам

Вид испытательного воздействия	Значение параметров испытательного воздействия	Соответствие требованиям ГОСТа (критерий качества функционирования)
Электростатический разряд по ГОСТ 30804.4.2	Контактный ±6 кВ Воздушный ±8 кВ Степень жесткости 3*	Соответствует (A**)
Электромагнитное поле по ГОСТ 30804.4.3	10 В/м, 80–3000 МГц Степень жесткости 3	Соответствует (A)
Наносекундные импульсные помехи по ГОСТ 30804.4.4	Порт электропитания переменного тока 220 В, 50 Гц через устройство связи-развязки амплитудой ±2 кВ Степень жесткости 3	Соответствует (A)
Микросекундные импульсные помехи по ГОСТ Р 51317.4.5	Порт электропитания переменного тока 220 В, 50 Гц: «провод-земля» ±2 кВ; степень жесткости 3; «провод-провод» ±1 кВ; степень жесткости 2	Соответствует (A)
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями, по ГОСТ Р 51317.4.6	Порт электропитания переменного тока 220 В, 50 Гц напряжением 10 В, частотой 0,15–80 МГц Степень жесткости 3	Соответствует (A)
Динамические изменения напряжения электропитания по ГОСТ 30804.4.11	-30%, 500 мс -100%, 10 с	Соответствует (A)

**Примечания.** \* Степень жесткости 3 соответствует максимальной интенсивности испытательного воздействия (помехи) со стандартными (регламентированными в нормативной документации) параметрами. \*\* Критерий качества функционирования А означает отсутствие изменений в работе изделия при воздействии помехи со стандартными параметрами.

нами серийных светильниках соответствующих светодиодных линеек и модулей), с дальнейшим снижением этого показателя до 1% (без существенного изменения схемы и конструкции ИП). Вследствие малых габаритов корпуса и значительного выходного напряжения драйвера не удалось разместить электролитические конденсаторы, но после тщательного анализа и корректировки схемы и подбора компонентов удалось достичь показателя пульсаций напряжения менее 1% без значительного изменения

его компоновочных решений, а главное, без увеличения себестоимости.

Основные требования к источнику питания при его разработке включали:

- высокие КПД (до 90%) и коэффициент мощности (0,98);
- компактность;
- низкий уровень пульсаций напряжения;
- активную коррекцию коэффициента мощности;
- гальваническую развязку;

- схему обратной связи со светодиодами;
- высокие показатели электромагнитной совместимости;
- соответствие требованиям по величинам гармоник сетевого тока;
- набор необходимых защит (в том числе при возможных бросках напряжения на входе, защита при перегрузке);
- требуемые ограничения по выходной мощности;
- надежность;
- I класс защиты от поражения электрическим током;
- минимально достижимую себестоимость при обеспечении применения комплектующих изделий высокого качества.

### Результаты исследований источника питания ИПТ-035-0350-40-3

Испытания опытного образца источника питания ИПТ-035-0350-40-3 LEDinGRAD проводились с целью подтверждения основных требований к его характеристикам. В статье особое внимание уделено приведенным ниже результатам испытаний на электромагнитную совместимость. Более подробный анализ рассмотренных схемных решений источника питания и их влияния на его характеристики, прежде всего пульсационные, в дальнейшем планируется к публикации.

### Испытания на устойчивость ИП к помехам

Результаты испытаний источника питания на устойчивость к электромагнитным помехам приведены в таблице 1.

График наибольших зарегистрированных пиковых, квазипиковых и средних значений напряжения радиопомех  $U$ , создаваемых изделием в порту электропитания переменного тока 220 В, 50 Гц, и нормы квазипиковых и средних значений напряжения радиопомех  $U_{max}$  по ГОСТ Р 51318.15 представлены на рис. 2.

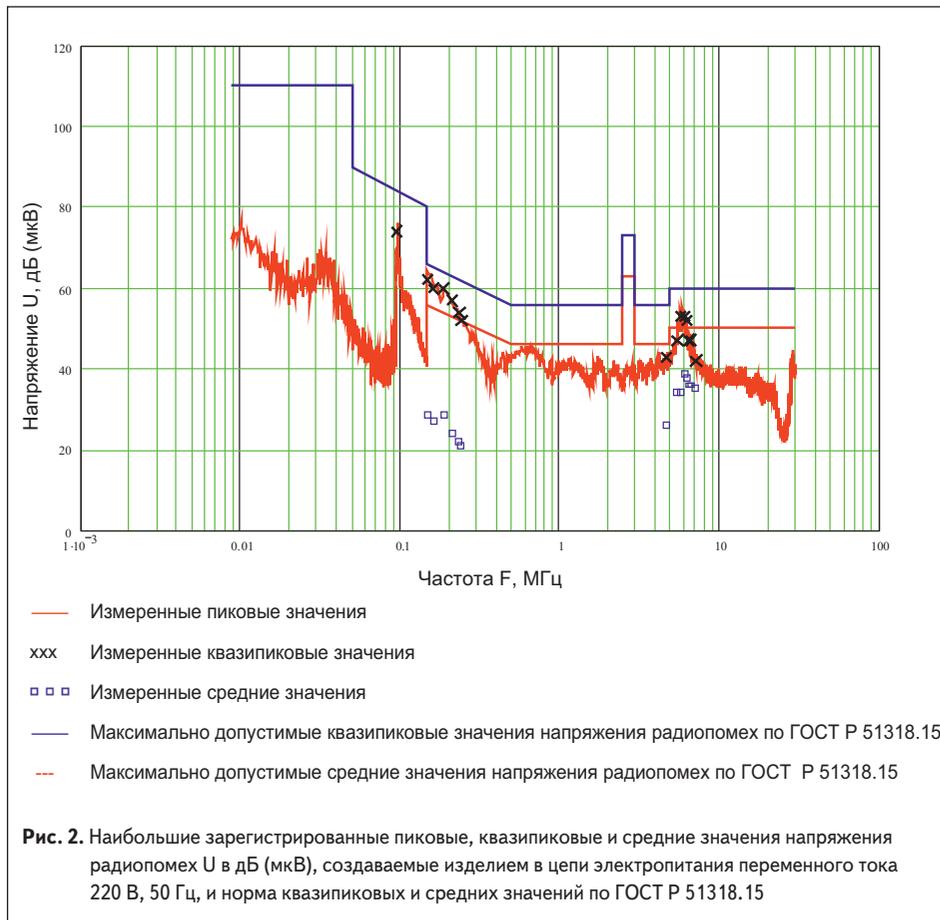
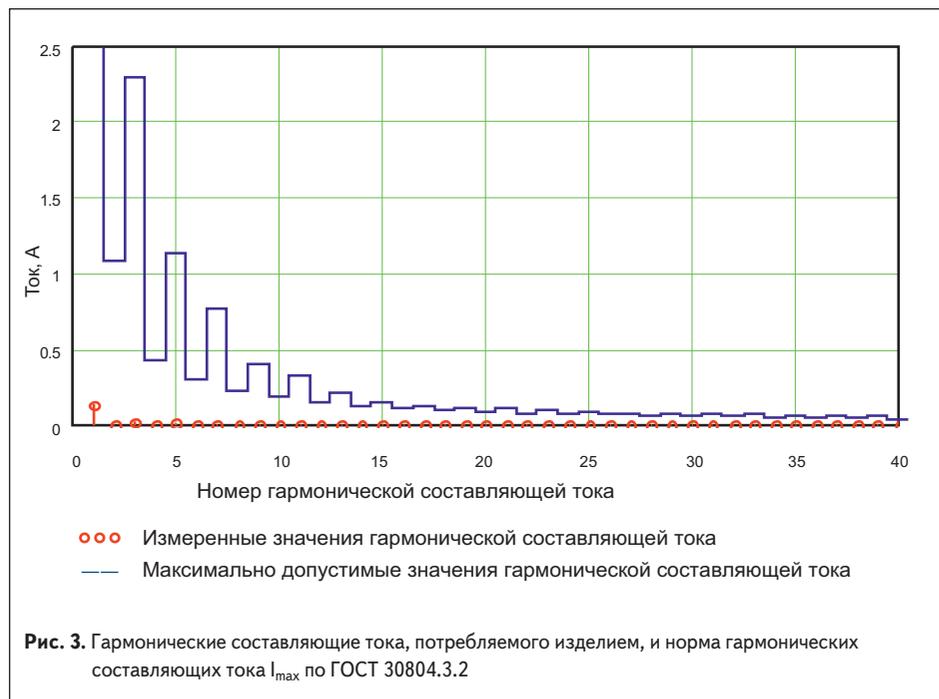


Таблица 2. Варианты ИПТ LEDinGRAD

ИПТ LEDinGRAD	Диапазон входного напряжения, В	Ток светодиодной матрицы, мА	Диапазон выходного напряжения, В	Коэффициент пульсаций напряжения, %	КПД, %
ИПТ-035-0350-40-3	175–264	350	75–96	<1	90
Серия Xdrive, 350 мА	160–400	350	75–96	<1	>88
Серия 700 мА	175–264	700	36–48	<1	>90
Серия Xdrive, 700 мА	160–400	700	36–48	<1	>88



ИП соответствует требованиям по эмиссии кондуктивных радиопомех по ГОСТ Р 51318.15.

#### Отклонения напряжения при работе изделия по ГОСТ 30804.3.3

Отклонения напряжения переменного тока 220 В, 50 Гц при работе изделия:

- характеристика относительного изменения напряжения  $d(t)$  для интервала времени изменения напряжения 500 мс: 1%, что менее допустимого значения 3,3%;
- установившееся относительное изменение напряжения  $d_s$ : 1,03%, что менее допустимого значения 3,3%;
- максимальное изменение напряжения  $d_{\max}$ : 1,27%, что менее допустимого значения 4%;
- кратковременная доза фликера  $P_{st} = 0,99$ , что менее допустимого значения 1,0.

Изделие соответствует требованиям ГОСТ 30804.3.3. Гармоники потребляемого тока, создаваемые изделием,

не превышают допустимые значения по ГОСТ 30804.3.2. Гармонический состав потребляемого тока по цепи электропитания переменного тока 220 В, 50 Гц представлен на рис. 3. Изделие соответствует требованиям ГОСТ 30804.3.2.

Источник питания ИПТ-035-0350-40-3 соответствует требованиям по гармоническому составу тока и фликера по ГОСТ Р 51317.3.2, ГОСТ Р 51317.3.3.<sup>1</sup>

#### Выводы

Испытания ИП подтвердили как реализацию указанных выше основных исходных требований к разрабатываемому изделию с точки зрения его показателей экономичности и эффективности, так и отсутствие вредного взаимодействия с электроприборами и наличие защит от внешних электромагнитных и электрических воздействий. Испытания показали, что источник питания соответствует требованиям по величинам

гармоник сетевого тока, излучаемым в эфир помехам, имеет высокий показатель ЭМС, а также отвечает действующим нормативным документам применительно к этому классу продукции (табл. 2).

По результатам изготовления и испытаний в серию источников питания, в ближайшее время планируемую к выпуску, включен вариант исполнения типа Xdrive, предназначенный для работы в сетях с аномальными отклонениями сетевого напряжения. Возможна модернизация ИП применительно к сложным условиям эксплуатации, когда имеется существенная нестабильность параметров питающей сети электроснабжения.

Реализована поставленная задача вывести важнейшие показатели ИП на высокий уровень при его низкой себестоимости и тщательном подборе компонентов. Произведена оптимизация схемы источника питания путем контроля параметров тока питания светодиодов при активном подавлении пульсаций напряжения на выходе. Параллельно выполнено условие минимизации габаритов изделия.

Высокий уровень показателей экономичности (КПД, коэффициент мощности), сравнительно низкая себестоимость изготовления ИП в сочетании с большим ресурсом светодиодных светильников — такие требования к изготовителям источников питания светодиодных светильников диктуются сегодня рынком с целью сэкономить на затратах на освещение, в том числе с учетом тенденции снижения стоимости светодиодной продукции. Поэтому полученный опыт приобретает большое значение и в организационном плане: успешно реализован проект создания и освоения выпуска изделия в сотрудничестве с отечественными разработчиками и производителями ряда комплектующих изделий, позволивший предложить изготовителям и потребителям светодиодной продукции качественный источник питания по вполне конкурентоспособной цене.

Источник питания ИПТ-035-0350-40-3 LEDinGRAD — это базовая модель для разрабатываемых в настоящее время драйверов мощностного ряда 10–100 Вт с необходимыми техническими и стоимостными показателями.

<sup>1</sup> Исследования проведены испытательной лабораторией технических средств по требованиям электромагнитной совместимости Санкт-Петербургского государственного морского технического университета (СПбГМТУ). Действующий аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21МЭ56 выдан Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.