

Виктор Алексеев, к. ф.-м. н.

Низкопрофильные источники питания для светодиодных информационных систем производства Mean Well

Базовые параметры светодиодных информационных систем

Тайваньская фирма Mean Well Enterprises Co Ltd (Mean Well, MW), основанная в 1982 году, является одним из ведущих мировых производителей источников питания (ИП). Среди огромной номенклатуры изделий фирмы, включающей более 2000 наименований, особой популярностью во всем мире пользуются ИП для светодиодных информационных систем (СИС) [1]. Светодиодные экраны встречаются буквально повсюду: на улицах города, вокзалах, аэропортах, на стадионах, концертных площадках, в магазинах и на транспорте. Различного вида светодиодные индикаторные табло используются также в промышленных системах контроля и автоматики.

Базовым элементом светодиодного экрана является светодиод (СД, LED). Для изготовления СД в настоящее время используются гетероструктуры с широкой зоной *p-n*-перехода, ширина запрещенной зоны которых превышает 1,9 эВ. Современные технологии позволяют получать СД, излучающие во всем видимом диапазоне, в ближнем ИК и УФ в широком динамическом диапазоне яркостей.

Небольшое энергопотребление и гибкость конструирования оптики, формирующей диаграмму направленности излучения, делают СД крайне полезными при создании различного рода полноцветных экранов и табло.

Светодиодный экран, по существу, — это большой монитор, состоящий из светодиодных кластеров (LED cluster), которые объединяют в одном устройстве несколько совместно работающих СД. Эти СД управляются по одной линии и представляют собой единый световой излучатель. Различают два типа светодиодных кластеров. Одноцветный состоит из нескольких СД одного цвета. Многоцветные и полноцветные кластеры содержат СД нескольких цветов, как правило — красный, зеленый и голубой, что позволяет получать излучение любого цвета. Светодиодные кластеры обычно размещают в отдельном корпусе. Кроме того, существуют конструкции, объединяющие в одном корпусе несколько кластеров. Такие сборки получили название светодиодный кластерный блок.

Очень коротко напомним основные определения базовых технических ха-



ра характеристик СИС, которые позволяют сравнивать качество продукции различных производителей.

В модульных экранах вводится понятие «пиксель» (picture element), обозначающее элементарную цветную точку, совокупность которых образует изображение. Пиксель является основным элементом растровых изображений. Возможны различные варианты содержания пикселя:

- 2R-1G-1B (два красных, один зеленый, один синий);
- 1R-1G-1B (один красный, один зеленый, один синий);
- 4R-2G-1B (четыре красных, два зеленых, один синий);
- комбинации приведенных выше состояний.

Для получения желаемого цвета нужно, с помощью изменения интенсивности излучения диода, просто смешать три основных цвета: красный (R), зеленый (G) и синий (B). В том случае, когда все три цвета излучают с одинаковой интенсивностью, при их оптическом наложении получается свечение белого цвета.

В любой СИС имеется система управления (СУ), которая предназначена для формирования на светодиодном экране законченного изображения. Эта система разделяет все изображение на отдельные фрагменты, количество которых соответствует количеству светодиодных кластеров видеоскрена. На следующем этапе эти фрагменты передаются через контроллеры на соответствующий кластер. Кроме того, СУ корректирует общие характеристики изображения, а также контрастность и баланс цветов. Изменение информации на каждом СД происходит 25 раз/с (количество кадров в секунду в видеосигнале). Учитывая общее количество СД в больших табло, к СУ предъявляются достаточно жесткие требования по быстродействию (до 1 ГГц). СУ может быть расположена как в непосредственной близости к экрану, так и в удаленном офисе. В этом случае, как правило, управление экраном производится по сети Интернет.

Светодиодные экраны по принципу построения делятся на два типа: «кластерные» и «матричные». В кластерных каждый пиксель, содержащий от трех до нескольких десятков СД, заполнен герметизирующим компаундом и размещен в изолированном от света других пикселей корпусе. Сами кластеры закрепляются при помощи винтов на лицевой поверхности экрана. Каждый

кластер с помощью отдельных кабелей подключается к схеме управления и ИП. Эта классическая схема светодиодных экранов постепенно замещается на более современную конструкцию, получившую название «матричные светодиодные экраны». В матричных светодиодных экранах кластеры и управляющая плата объединены в одном устройстве (матрице), состоящем из СД и коммутирующей электроники.

В отличие от других технологий, светодиодные экраны обладают рядом преимуществ, таких, например, как высокая яркость, возможность сборки экрана больших размеров (до нескольких сотен метров), высокая надежность, возможность постоянного использования на открытом воздухе.

Светодиодные кластеры и экраны представляют собой нелинейную нагрузку, характерной особенностью которой является резкое изменение динамического сопротивления. Это связано с прямыми и обратными вольт-амперными характеристиками светодиодов (ВАХ) [3]. Известно, что для СД существуют допустимые значения прямого и обратного падения напряжения питания U_{maxF} и U_{maxR} . При падении напряжения, выходящего за рамки этого диапазона, наступает электрический пробой, и СД выходит из строя. Прямое падение напряжения у стандартных СД колеблется, в среднем, от 1,8 до 3,6 В. Мощные СД работают при прямом падении напряжения в диапазоне 4–5 В. Минимальное значение падения напряжения питания U_{min} определяет начало процесса свечения СД. Диапазон питающих напряжений между U_{min} и U_{max} , называемый «рабочей зоной», обеспечивает свечение СД. Величина тока для СД является основным параметром и, в зависимости от типа СД, может находиться в диапазоне 10–80 мА. Ток через СД регулируется включенным последовательно резистором, через который СД подключается к ИП. Интенсивность излучения СД определяется именно током. Следует обратить особое внимание, что, вследствие нелинейности ВАХ, ток, протекающий через СД, очень сильно зависит от величины падения напряжения в рабочей зоне. Так, например, изменение прямого напряжения на одну десятую вольта у светодиода AlInGaP/Ga (2,2–2,3 В) вызывает увеличение тока, протекающего через СД, с 20 до 30 мА. Этот факт необходимо учитывать при выборе ИП для светодиодных панелей. Предпочтение отдается тем ИП, которые

обеспечивают наилучшую стабилизацию по току. Можно также отметить, что СД имеют невысокое обратное пробивное напряжение. Поэтому системы питания СД должны иметь защиту от импульсов обратной полярности.

Важное значение для характеристики СД имеет зависимость динамического сопротивления от прямого тока. Динамическое сопротивление СД резко падает с увеличением прямого тока. При этом потребляемая мощность быстро увеличивается. Из-за нелинейности ВАХ при малых значениях прямого падения напряжения динамическое сопротивление СД составляет сотни ом. При увеличении прямого падения напряжения и выходе на рабочий режим динамическое сопротивление падает до единиц ом.

Следует также отметить, что заметное влияние на ВАХ СД оказывает и температурный эффект. При увеличении температуры *p-n*-перехода уменьшается значение прямого падения напряжения при фиксированном протекающем токе [4]. В результате при фиксированном токе уменьшается мощность, рассеиваемая на СД. Отрицательное значение температурного коэффициента напряжения в совокупности с разбросом технологических параметров может привести к резким броскам мощности в различных кластерах светодиодного экрана. Кроме того, изображение на экране и яркость свечения СД могут меняться с очень большой частотой.

Из основных требований, предъявляемых к ИП, предназначенным для работы со светодиодными экранами, можно выделить следующие:

- рабочие токи от единиц до десятков ампер, обеспечивающие питание большого количества светодиодных кластеров;
- стабилизация по току;
- коррекция мощности;
- высокие скорости переключения;
- скоростные системы регулировки интенсивности излучения СД;
- минимальные габаритные размеры при максимальной мощности.

Светодиодные экраны в зависимости от назначения могут содержать до десятков тысяч кластеров. Поэтому для питания профессиональных СИС требуются ИП, рассчитанные на работу с большими токами. Необходимость точной стабилизации по току обусловлена резкой нелинейностью ВАХ СД. Особое значение в ИП для СИС

уделяется схемам коррекции мощности. Как было отмечено выше, экспоненциальные формы зависимости падения напряжения и динамического сопротивления от тока, протекающего в цепи светодиодного кластера, приводят к резким броскам потребляемой мощности. С одной стороны, такие броски мощности могут привести к проблемам в магистральных электросетях. Например, в момент включения мощных ИП с нелинейной нагрузкой в магистральной сети могут наблюдаться сильные импульсные наводки. С другой стороны, такие устройства работают с небольшой эффективностью. Чтобы обезопасить магистральные сети от импульсных бросков мощности, разработаны международные и национальные стандарты по гармоническим составляющим потребляемого тока и коэффициенту мощности для систем электропитания всех типов осветительного оборудования с нелинейными нагрузками, например IEC 61000-3-2, DIN VDE 0712, IEC 555, EC 1000-3-2 и др.

В цепях с нелинейными нагрузками используется понятие коэффициента мощности, определяемого как отношение активной составляющей мощности к полной мощности. В общем случае задача схемы коррекции коэффициента мощности (ККМ) сводится к увеличению величины коэффициента мощности. Существуют два базовых метода ККМ — низкочастотный (частота 100–120 Гц) и высокочастотный (частота 20–100 кГц). В низкочастотных ККМ используются мощные силовые выпрямители. В результате работы низкочастотного ККМ форма тока имеет квазисинусоидальный вид и содержит в основном низкие гармонические составляющие. Коэффициент мощности в таких устройствах может достигать 0,96. Несмотря на явные преимущества, низкочастотные ККМ имеют один существенный недостаток — большие массо-габаритные параметры. В случае высокочастотной

ККМ буферные устройства, включенные между сетевым выпрямителем и выходным преобразователем, формируют синусоидальный входной ток с помощью сложных интегральных схем. Современные управляющие микросхемы объединяют в одном корпусе микроконтроллер, ККМ и ШИМ-контроллер. Такие микросхемы, управляющие силовыми транзисторами ККМ, обеспечивают их безопасное переключение.

Низковольтные драйверы, предназначенные специально для СИС, работают при напряжениях питания 4–5 В, то есть при таких напряжениях, которые необходимы и для питания светодиодных матриц.

Подробную информацию о современных ККМ можно найти в работе [5].

Следует обратить внимание, что конструктивные особенности ИП для СИС являются одним из параметров, по которым идет конкурентная борьба между различными производителями. При прочих равных условиях предпочтение отдается тем ИП, конструкция которых является оптимальной для данного типа СИС. Так, например, для настенных световых табло разработчики стараются использовать ИП, имеющие минимальную толщину.

Одна из актуальных проблем в проектировании СИС связана с регулировкой яркости свечения светодиодных кластеров. В первых моделях СИС яркость регулировалась с помощью изменения тока, протекающего через СД. Такой подход имеет ряд недостатков, усложняющих и удорожающих как конструкцию самой панели, так и конструкцию блоков питания. Позднее было обнаружено, что глаз человека устроен таким образом, что воспринимает мерцание СД на определенных частотах как непрерывный свет различной интенсивности. Этот принцип был взят за основу при проектировании СУ интенсивностями свечения СД с ис-

пользованием ШИМ. В этом случае через СД протекает импульсный ток постоянной амплитуды. В зависимости от длительности этих импульсов глаз человека воспринимает свечение СД как более или менее яркое. Системы контроля интенсивностей свечения на базе ШИМ управляются с помощью внешних процессоров и специального программного обеспечения (ПО). Поскольку амплитуда импульсов прямого тока через СД остается постоянной, то остается стабильным и большинство ключевых параметров СД, таких, например, как люмен-амперная характеристика, зависимость полуширины спектра излучения, вольт-амперная характеристика. В таких системах практически единственным источником нестабильности является температурный эффект СД. Однако современная схемотехника позволяет успешно решить и эту проблему. Поэтому СУ интенсивности с использованием ШИМ обеспечивают долговременную надежную и стабильную работу светодиодных экранов. Подробно принципы действия и методы проектирования светодиодных экранов рассмотрены в [5].

NEL — новая бюджетная серия ИП для светодиодных экранов

Серия ИП NEL-200, NEL-300, NEL-400 предназначена для использования в светодиодных экранах средней мощности и в устройствах типа «бегающая строка» [6].

В отличие от других серий модели NEL-200/300/400 рассчитаны на работу с входными напряжениями только в европейских диапазонах 180–264 В переменного тока и 254–370 В постоянного тока. Кроме того, в этой серии нет ККМ. Эти факторы позволили значительно снизить стоимость моделей и сделать их наиболее привлекательными в своем классе по соотношению цена/качество. Блок-схема ИП NEL-200/300/400 показана на рис. 1.

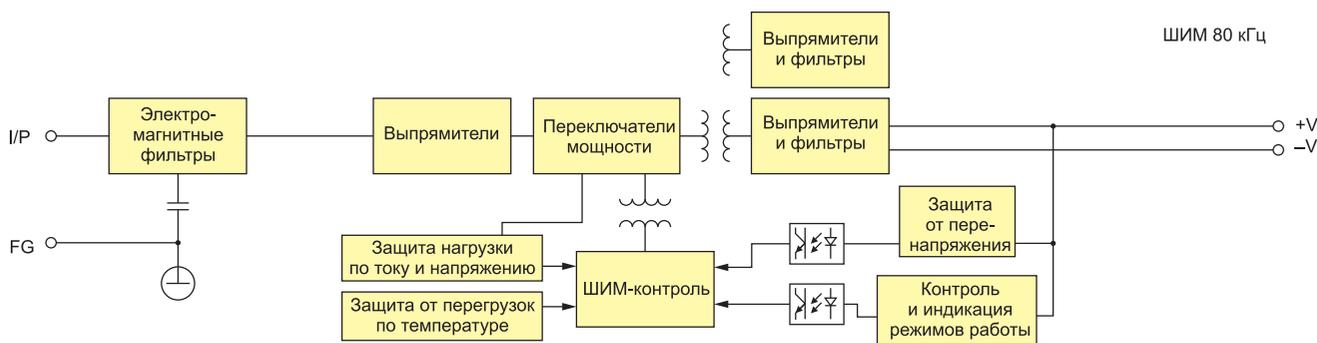


Рис. 1. Блок-схема источников питания серии NEL-200/300/400

ИП включает в себя следующие модули: электромагнитные фильтры, выпрямители, переключение и контроль мощности, петли обратной связи, индикация режимов работы.

Серия NEL-200/300/400 относится к классу так называемых ИП с регулируемой мощностью (Switch-Mode Power Supply, SMPS). Отличительной особенностью таких устройств является автоматическая регулировка мощности при нелинейном характере изменения нагрузки. При этом переключение мощности от минимального до максимального значения производится за очень короткое время. Следует обратить внимание на еще одну характерную черту данной серии: очень тонкий корпус с высотой всего 30 мм. Все модели имеют специальное покрытие печатной платы, защищающее источник от влаги и пыли, что позволяет использовать их в экранах, расположенных на открытом воздухе. Рабочий температурный диапазон составляет $-20...+60^{\circ}\text{C}$.

Модель NEL-200 имеет только пассивное конвекционное охлаждение. В NEL-300/400 установлен вентилятор для принудительного охлаждения. ИП имеют защиту от перегрузок по току и напряжению в диапазонах 105–140% от номинальных значений. Кроме того, эти устройства оснащены системой защиты от перегрева. Все модели имеют три дополнительные модификации, рассчитанные на напряжения 2,8, 4,2, 5 В, которые соответствуют большинству типов выпускаемых в настоящее время RGB-светодиодов.

Наименование модели содержит: название серии, мощность модели, выходное постоянное напряжение. Например, NEL-200-5 обозначает модель серии NEL мощностью 200 Вт и выходным напряжением 5 В. Основные технические характеристики устройств серии NEL-200/300/400 приведены в таблице 1.

Модели серии NEL имеют высокую температурную стабильность: температурный коэффициент составляет всего $\pm 0,03\%$ на градус Цельсия. Выходное напряжение остается линейным в диапазоне рабочих температур при изменении нагрузки 0–100%. ИП данной серии выдерживают вибрации до 3g с частотой до 500 Гц в течение 10 мин.

Внешний вид блока питания NEL-400-5 показан на рис. 2. Серия изготовлена в конструктиве, который соответствует монтажу в стойку 1U low profile. Напомним,

Таблица 1. Параметры источников питания для СИС серии NEL-200/300/400

Модель	Выходное напряжение, В / Ток, А	Регулируемое выходное напряжение, В	Пulsации, мВ	Эффективность, %	Габаритные размеры, мм
NEL-200-2.8	2,8 / 0–40	2,5–3,0	150	85	215×115×30
NEL-200-4.2	4,2 / 0–40	3,6–4,4		87	
NEL-200-5	5 / 0–40	4,5–5,5		87	
NEL-300-2.8	2,8 / 0–60	2,5–3,0		81	
NEL-300-4.2	4,2 / 0–60	3,6–4,4		85	
NEL-300-5	5 / 0–60	4,5–5,5		86	
NEL-400-2.8	2,8 / 0–80	2,5–3,0		79	
NEL-400-4.2	4,2 / 0–80	3,6–4,4		83	
NEL-400-5	5 / 0–80	4,5–5,5		83	

что в международной литературе по ИП высоту корпуса принято обозначать в единицах 1U (One rack unit), которая равна 44,45 мм. Поэтому фирма Mean Well, так же, как и другие производители, под «низкопрофильными 1U» подразумевает ИП, имеющие высоту менее 44 мм.

На передней панели NEL-400-5 имеется светодиодный индикатор режимов работы. Линии входного напряжения (ноль и фаза), а также выходные напряжения (плюс и минус) выведены на мощные силовые клеммы. Сопротивление изоляции между входными и выходными клеммами не менее 100 МОм. Вес 750 г. Все модели этой серии соответствуют стандарту безопасности UL 60950-1.

Серия NEL-200/300/400 отличается высокой надежностью. Так, например, минимальная наработка на отказ для модели NEL-400 составляет 235 000 ч (в соответствии с требованиями MIL-HDBK-217). Гарантийный срок — два года. В качестве примера использования NEL-300 можно привести светодиодный экран Радио и Телевидения г. Ляонинг в Китае [7].

HSN — новая бюджетная серия ИП для светодиодных экранов

Новая серия HSN-200/300 предназначена для светодиодных экранов малой и средней мощности, для информационных табло «бегущие строки», а также для телевизионных светодиодных экранов. Структурная схема ИП этой серии аналогична схеме, показанной на рис. 7. Эти ИП также относятся к классу SMPS. В серию входят

Таблица 2. Параметры источников питания для СИС серии HSN-200/300

Модель	Выходное напряжение, В / Ток, А	Регулируемое выходное напряжение, В	Пulsации, мВ	Эффективность, %	Габариты, мм	Диапазон рабочих температур, $^{\circ}\text{C}$
HSN-200-4.2	4,2 / 0–40	3,6–4,4	150	87	210×62×31	$-25...+70$
HSN-200-5	5 / 0–40	4,5–5,5		88		
HSN-300-4.2	4,2 / 0–60	3,6–4,4		85	210×81×31	$-20...+70$
HSN-300-5	5 / 0–60	4,5–5,5		86		



Рис. 2. Внешний вид блока питания NEL-400-5

две модели. Отличительные особенности этой серии — уменьшенные габаритные размеры и два диапазона входных напряжений. Обе модели рассчитаны на работу со входными напряжениями переменного тока в диапазонах 90–132 и 180–264 В и имеют защиту от температурных перегрузок, а также перегрузок по току и напряжению. Эта серия имеет защитное покрытие платы и предназначена для работы на открытом воздухе. Конструктив данной серии позволяет успешно использовать эти ИП в наружных панельных светодиодных экранах.

Модели этой серии не имеют встроенного вентилятора и блока КKM. За счет этого они так же, как и серия NEL, отличаются от других источников аналогичного класса наилучшим соотношением цена/качество.

Основные параметры серии HSN-200/300 приведены в таблице 2. Остальные технические характеристики этих ИП совпадают с характеристиками NEL-200/300/400. Следует отметить, что линейность вы-



Рис. 3. Внешний вид источника питания HSN-300

ходного напряжения в интервале рабочих температур сохраняется при условии, что ИП будет смонтирован на алюминиевой теплоотводящей панели с размерами не менее 450×450×3 мм. Внешний вид источника питания HSN-300 показан на рис. 3

Входное переменное напряжение подается на разъем DG28C-B-03P-13-00AH. Выходное постоянное напряжение снимается с силовых клемм. При включении ИП загорается индикаторный светодиод. Нарботка на отказ моделей серии HSN-200/300 составляет 226 400 ч. Гарантийный срок — два года.

LRS — новая серия универсальных ИП

LRS-200/350 — универсальная серия, которая представляет собой одну из последних разработок Mean Well, предназначенную для использования в широком диапазоне приложений, таких, например, как системы промышленной автоматики и контроля, медицинское и научное оборудование, телекоммуникации, промышленные информационные экраны. Серия включает две модели — LRS-200 (200 Вт) и LRS-350 (350 Вт), каждая из которых имеет модификации, рассчитанные на выходные напряжения 3,3, 4,2, 5, 12, 15, 24, 36, 48 В [9]. Все модели этой серии выполнены в конструктиве, соответствующем

1U low profile. Высота ИП LRS-200/350 составляет 30 мм, что выгодно выделяет их на фоне аналогичных универсальных блоков других производителей. Следует особо подчеркнуть еще одну особенность ИП этой серии — исключительно малое энергопотребление на холостом ходу, не превышающее 0,75 Вт. Также следует отметить высокую эффективность этих моделей, которая может достигать 90% (для модели LRS-200-48).

LRS-200 и LRS-350 могут работать со входными напряжениями переменного тока в диапазонах 90–132 В (4 А) и 180–264 В (2 А), которые выбираются аппаратно для конкретной области применения. Кроме того, модели данной серии могут работать со входными напряжениями постоянного тока в диапазоне 240–370 В.

Модель LRS-200 имеет только пассивное конвекционное охлаждение. Встроенный вентилятор позволяет модели LRS-350 работать с полной нагрузкой в расширенном температурном диапазоне –30...+70 °С.

ИП серий LRS-200 и LRS-350 выдерживают кратковременные броски входного напряжения амплитудой до 300 В. Кроме того, они имеют повышенную виброустойчивость: 5 g, 500 Гц, 10 мин. Все модели имеют термическую защиту и защиту от перегрузок по току и напряжению. Основные технические параметры ИП серии LRS-200/350, которые предназначены для использования в СИС, приведены в таблице 3.

Внешний вид моделей серии LRS-200/350 показан на рис. 4.

Входные и выходные напряжения выведены на силовые клеммы, расположенные на передней панели. LRS-200/350 отличаются повышенной надежностью и увеличенным временем эксплуатации. Минимальная наработка на отказ составляет 3 475 ч. Гарантийный срок — три года.

Новые ИП для светодиодных экранов серии HSP с ККМ

Этот новый модельный ряд ИП был запущен в массовое производство

в 2014 г. (модель HSP-200 поступила в массовую продажу в 2015 г.) [10]. Серия HSP-150/200/250/300 спроектирована специально для питания светодиодных экранов, табло типа «бегущих строк» и больших светодиодных телевизионных экранов. Данная серия перекрывается в некоторых моделях по значениям выходных напряжений и токов с хорошо зарекомендовавшей себя серией RSP (см. далее) [11].

В то же время между сериями HSP и RSP существует ряд различий. Платы всех моделей серии HSP покрыты специальным лаком, защищающим электронику от пыли и влаги, что позволяет эксплуатировать их в светодиодных табло как в помещениях, так и на открытом воздухе. ИП серии HSP рассчитаны на работу со входными напряжениями переменного тока в диапазоне 90–264 В и постоянного тока в диапазоне 127–370 В. В серию HSP входят четыре модели мощностью 150, 200, 250 и 300 Вт. Модели серии HSP выпускаются с номиналами выходных напряжений 2,5, 3,6, 3,8, 4,2 и 5 В, которые соответствуют рабочим напряжениям большинства из современных RGB СД. Кроме того, в моделях этой серии предусмотрена тонкая подстройка выходного напряжения.

Все ИП серии HSP оснащены блоком активного ККМ ($\cos\phi > 0,95$). Модель HSP-250 имеет встроенный вентилятор и может работать в диапазоне температур –40...+70 °С. Остальные модели (HSP-150/200/300) не имеют вентилятора и охлаждаются только за счет естественной конвекции. ИП выдерживают броски переменного напряжения на входе амплитудой до 300 В в течение 5 с. Серия HSP имеет защиту от короткого замыкания, а также от перегрузок по току, напряжению и температуре. Следует также отметить очень низкий ток утечки. Так, например, в моделях HSP-150, HSP-250, HSP-200/300 ток утечки соответственно не превышает 0,4, 0,6, 1 мА. Технические

Таблица 3. Основные технические параметры моделей серии LRS-200/350, предназначенных для использования в СИС

Модель	Выходное напряжение, В / Ток, А	Регулируемое выходное напряжение, В	Пulsации, мВ	Эффективность, %	Массо-габаритные параметры, мм/г
LRS-200-3.3	3.3 / 0-40	2.97-3.6	150	83	215×115×30/660
LRS-200-4.2	4.2 / 0-40	3.6-4.4		86	
LRS-200-5	5 / 0-40	4.5-5.5		87	
LRS-350-3.3	3.3 / 0-60	2.5-3.0		79.5	
LRS-350-4.2	4.2 / 0-60	3.6-4.4		81.5	
LRS-350-5	5 / 0-60	4.5-5.5		83.5	



Рис. 4. Внешний вид моделей серии LRS-200/350

Таблица 4. Технические характеристики ИП серии HSP

Модель	Выходное напряжение, В / Ток, А	Регулируемое выходное напряжение, В	Пulsации, %	Эффективность, %	Габаритные размеры, мм
HSP-150-2.5	2,5 / 0-30/40	2,35-2,75	80	86	220×62×32
HSP-150-3.8	3,8 / 0-30/40	3,4-4,2	100	88	
HSP-150-5	5 / 0-30/40	4,5-5,5		90	
HSP-200-4.2	4,2 / 0-40	3,6-4,4	150	87	210×62×31
HSP-200-5	5 / 0-40	4,5-5,5		87	
HSP-250-2.5	2,5 / 0-50	2,3-2,8	100	79	199×105×41
HSP-250-3.6	3,6 / 0-50	3,24-3,96		83	
HSP-250-5	5 / 0-50	4,5-5,5		87	
HSP-300-2.8	2,8 / 0-60	2,5-3,0	80	77	210×81×31
HSP-300-4.2	4,2 / 0-60	3,6-4,4	100	81	
HSP-300-5	5 / 0-60	4,5-5,5		83	

характеристики ИП серии HSP приведены в таблице 4.

В HSP использованы новые технологии, позволяющие значительно увеличить эффективность преобразования, что делает модели этой серии более экономичными. Так, например, эффективность модели HSP-150-5 составляет 90%.

Необходимо подчеркнуть, что ИП серии HSP обеспечивают выходные напряжения 4,2 и 5 В, которые могут быть использованы также и для питания нового поколения драйверов.

Внешний вид модели HSP-150-5 показан на рис. 5.

Серия выполнена в конструктиве, соответствующем профилю 1U. На передней панели размещены индикаторные светодиоды и силовые клеммы для входного и выходного напряжений. Уменьшенные габариты этой серии позволяют снизить затраты, связанные с размерами и суммарной стоимостью сопутствующего оборудования.

ИП серии HSP относятся к классу повышенной надежности. Например, минимальная наработка на отказ для новой модели HSP-150-5 составляет 204 000 ч. Гарантийный срок — три года. Все модели серии HSP имеют сертификаты соответствия UL, CUL, CB и CE.

Примеры использования HSP-150: Daejeon, Sky Road, Eunoengjeongi Street (Южная Корея); Soccer Stadium Full Color Outdoor Advertising Display (Германия) [7].

Универсальные ИП серии RSP с ККМ

Универсальные блоки серии RSP разработаны для питания широкого круга устройств с различными емкостными или индуктивными нагрузками, которые предназначены для использования

в промышленной автоматике, телекоммуникационных системах, рекламе и торговле. В том числе ИП серии RSP успешно используются в системах электропитания светодиодных экранов, табло и «бегущих строк». В качестве примера одного из известных проектов с использованием ИП серии RSP можно назвать городское табло в г. Уиндер (США, шт. Джорджия) [7].

Несмотря на то, что серия не является новой, Mean Well рекомендует ее для использования в СИС. Учитывая это, представляется полезным рассмотреть параметры серии RSP несколько подробнее.

Всего в серии RSP содержится 64 модели, рассчитанные на выходные напряжения 2,5, 3,3, 4, 5, 12, 13,5, 15, 24, 27, 48 В. В качестве ИП, предназначенных для СИС, используются модели, характеристики которых приведены в таблице 5 [12].

Отличительными чертами данной серии являются: активный ККМ, универсальное входное напряжение, широкий диапазон регулируемых выходных напряжений,



Рис. 5. Внешний вид модели HSP-150-5

минимальное энергопотребление без нагрузки (меньше 0,75 Вт), узкий профиль (1U), удаленное управление включением/выключением (RSP-150 и RSP-500) [11].

Модели серии RSP спроектированы для работы с переменным и постоянным входными напряжениями в следующих диапазонах:

- RSP-75/100/150/500: 85–264 В переменного тока, 120–370 В постоянного тока;
- RSP-200/320: 88–264 В переменного тока, 124–370 В постоянного тока.

Для уменьшения потери мощности в этих моделях используется мягкая коммутация в ZBS-режиме (ключ с нулевым напряжением). Все ИП имеют защиту от короткого замыкания, а также защиту от перегрузок по току, напряжению и температуре. Эти модели рассчитаны на работу при температурах –30...+70 °С. ИП RSP-150 и RSP-200 не имеют встроенного вентилятора. Охлаждение в них осуществляется за счет конвекции. Модели RSP-320 и RSP-500 оснащены встроенным вентилятором для принудительного охлаждения.

Таблица 5. Параметры источников питания для СИС серии RSP

Модель	Выходное напряжение, В / Ток, А	Регулируемое выходное напряжение, В	Пulsации, мВ	Эффективность, %	Габаритные размеры, мм
RSP-100-3.3	3,3 / 0-20	3,14-3,63	100	83	199 99 30
RSP-100-5	5 / 0-20	4,75-5,5		86	
RSP-150-3.3	3,3 / 0-30	3,14-3,63		81,5	
RSP-150-5	5 / 0-30	4,75-5,5		87	
RSP-200-2.5	2,5 / 0-40	2,35-2,85		79,5	
RSP-200-3.3	3,3 / 0-40	2,97-3,8	150	81,5	215 115 30
RSP-200-4	4 / 0-40	3,7-4,3		84	
RSP-200-5	5 / 0-40	4,5-5,5		85,5	
RSP-320-2.5	2,5 / 0-60	2,35-2,85		75,5	
RSP-320-3.3	3,3 / 0-60	2,97-3,8		79,5	
RSP-320-4	4 / 0-60	3,7-4,3	100	81	230 127 40,5
RSP-320-5	5 / 0-60	4,5-5,5		83	
RSP-500-3.3	3,3 / 0-90	2,8-3,6		81	
RSP-500-4	4 / 0-90	3,6-4,3		83	
RSP-500-5	5 / 0-90	4,5-5,5		83	



Рис. 6. Внешний вид источника питания RSP-150

Внешний вид источника питания RSP-150 показан на рис. 6.

На передней панели имеется индикаторный СД и силовые клеммы входного и выходного напряжений. Серия RSP также относится к классу ИП с повышенной надежностью. Гарантийный срок — три года.

Двухканальные ИП серии HDP для светодиодных экранов с ККМ

Модели серии HDP сконструированы несколько иначе, чем рассмотренные выше ИП. Структурная схема ИП HDP-190 показана на рис. 7 [13].

Эти ИП разработаны с использованием высокоэффективных AC/DC-конвертеров в сочетании с неизолированными понижающими DC/DC-преобразователями. Использование ZVS-технологии позволяет сократить до минимума рассеиваемую мощность.

Модели серии HDP имеют по два независимых выхода с плавной регулировкой. Входные напряжения находятся в диапазонах 90–264 В переменного тока и 127–370 В постоянного тока. Модели HDP-190 и HDP-240

Таблица 6. Основные технические характеристики моделей серии HDP-190/240

Модель	Выходное напряжение, В / Ток, А	Регулируемое выходное напряжение, В	Пulsации, %	Эффективность, %	Габаритные размеры, мм	Диапазон рабочих температур, °С
HDP-190 (V1)	3,8 / 0-40	3,6-4	100	86	215 115 36	-30...+40
HDP-190 (V2)	2,8 / 0-22	2,5-3		84		-30...+50
HDP-240 (V1)	3,8 / 0-50	3,6-4	100	86	215 115 36	-30...+40
HDP-240 (V2)	2,8 / 0-27,5	2,5-3		84		-30...+50

оборудованы активным ККМ. ИП серии HDP-190/240 оснащены защитой от короткого замыкания, перегрузки по току, напряжению и температуре.

HDP-240 имеет встроенный вентилятор, у HDP-190 его нет, и охлаждение происходит только за счет естественной конвекции. При соответствующем снижении нагрузки эти модели могут работать при температурах +70 °С. Печатные платы в моделях источников питания этой серии имеют специальное покрытие, которое позволяет использовать их на открытом воздухе. Основные технические характеристики моделей серии HDP-190/240 приведены в таблице 6.

ИП серий HDP-190/240 могут быть полезны в тех СИС, где необходимо использовать два напряжения при ограниченных объемах корпуса вспомогательного оборудования. Так, например, если нужно использовать напряжения 3,8 В (40 А) и 2,8 В (27 А), то можно взять два ИП HSP-150-3.8 и HSP-300-2.8. Суммарный объем этих двух ИП будет примерно равен 4000 см³ (с учетом того, что ИП нельзя ставить вплотную друг к другу). Вместо этого можно воспользоваться одним источником HDP-240, который занимает объем около 1000 см³. Внешний вид ИП HDP-190/240 показан на рис. 8.

Входные и выходные напряжения подаются через силовые разъемы, расположенные на передней панели. ИП HDP-190/240 имеют сертификаты UL, CUL,

TÜV, CB и CE. На эти ИП гарантийный срок составляет три года. Пример использования — New Energy Research Center Changzhou (Китай) [7].

Новые бюджетные серии ИП для светодиодных светильников постоянного тока LPC-150 и LDB-L/LW

Из выпущенных в последнее время фирмой Mean Well ИП других типов, разработанных специально для светодиодных светильников постоянного тока, можно отметить серии LPC-150 и LDB-L/LW.

Серия LPC-150 предназначена для светодиодной подсветки зданий, бассейнов и других аналогичных сооружений. Она дополняет хорошо известные маломощные ИП: LPLC-18/LPHC-18, LPC-20/35/60. ИП данной серии работают со входными напряжениями переменного тока от 180 до 305 В. В состав серии входят десять моделей, рассчитанных на выходные токи



Рис. 8. Внешний вид источников питания HDP-190 (слева) и HDP-240 (справа)

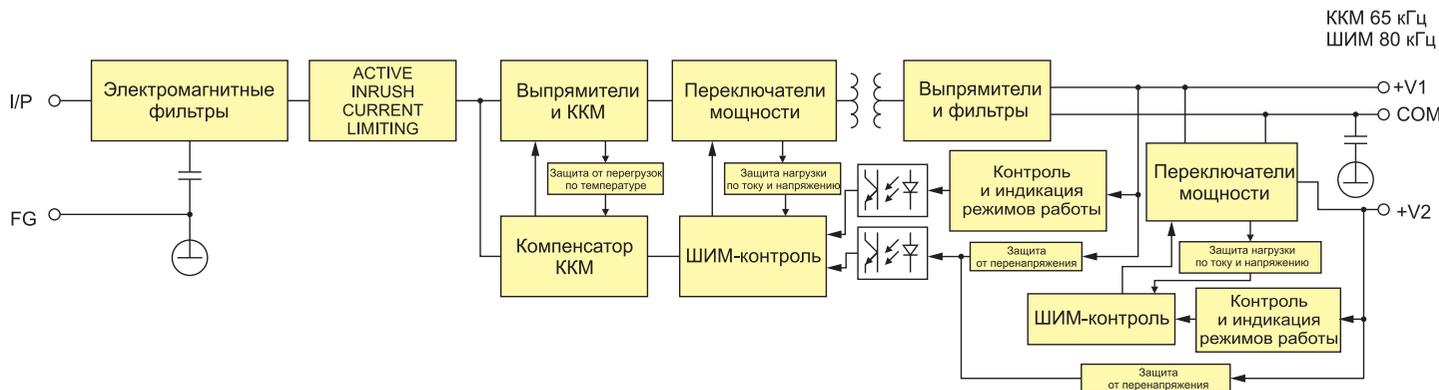


Рис. 7. Структурная схема источника питания HDP-190



Рис. 9. Внешний вид источника питания LPC-150-1750

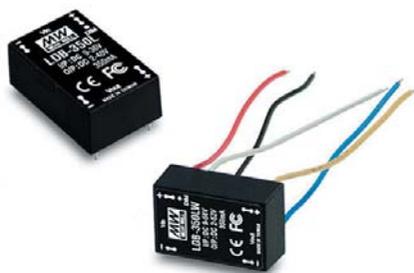


Рис. 10. Внешний вид источников питания LDB-350L и LDB-350LW

от 350 до 3150 мА и обеспечивающих питание широкого круга светодиодных ламп постоянного тока. Эта серия поддерживает высокую эффективность — до 90%. Отличительной особенностью LPC-150 является герметичный пластиковый корпус, все внутреннее пространство которого заполнено теплопроводным компаундом. Поэтому, не имея системы кондиционирования, эти ИП могут работать при температурах $-25...+50$ °С. Серия LPC-150 удовлетворяет требованиям стандартов

EN 60950-1/CE и соответствует IP67 [14]. Габаритные размеры моделей серии LPC-150 составляют $191 \times 63 \times 37,5$ мм. Внешний вид ИП LPC-150-1750 показан на рис. 9.

ИП серии LDB-L/LW представляют собой повышающие DC/DC-конвертеры, предназначенные для использования в светодиодных системах освещения улиц, тоннелей, дорожных знаков и других аналогичных системах с постоянным током. В серию входят четыре модели, рассчитанные на работу с постоянными выходными токами: 300, 350, 500, 600 мА. Входные напряжения постоянного тока этих ИП находятся в диапазоне 9–36 В. Выходные напряжения — 2–40 В. Эффективность до 91% [15].

Все модели серий LPC-150 и LDB-L имеют встроенный фильтр электромагнитных наводок, защиту от короткого замыкания и перегрева, а ИП серии LDB-L — также систему удаленного включения/выключения. ИП размещены в герметичном пыле-, влагозащитном корпусе, заполненном теплопроводным компаундом. Они соответствуют требованиям стандартов EN55015 и IP67 и могут работать при температурах в диапазоне $-40...+71$ °С. Внешний вид источников питания LDB-350L и LDB-350LW показан на рис. 10.

Модели с выводами в виде штырьков имеют расширение L. Модели с выводами в виде проводов имеют расширение LW. Габаритные размеры ИП серии LDB составляют $31,8 \times 20,3 \times 12,2$ мм. Эти модели относятся к классу повышенной прочности и имеют гарантийный срок три года. ●

Литература

1. http://distributor.meanwell.com/member/marketing/short_form_display_en.pdf
2. <http://kenigled.ru/choice/>
3. Никифоров С. Проблемы, теория и реальность светодиодов для современных систем отображения информации высшего качества // Компоненты и технологии. 2005. № 5
4. Константинов В., Вставская Е., Вставский А., Пожидай М. Особенности эксплуатации светодиода как высокоэффективного и надежного светоизлучающего элемента // Полупроводниковая светотехника. 2011. № 5.
5. www.onsemi.com/pub_link/Collateral/HBD853-D.PDF
6. www.meanwell.com/search/NEL-200/NEL-200-spec.pdf
7. www.meanwell.com/product/display/application.html
8. www.meanwell.com/search/HSN-200/HSN-200-spec.pdf
9. www.meanwell.com/search/LRS-200/LRS-200-spec.pdf
10. www.meanwell.com/search/HSP-200/HSP-200-spec.pdf
11. www.meanwell.com/search/RSP-150/RSP-150-spec.pdf
12. www.meanwell.com/product/display/product.html
13. www.meanwell.com/search/HDP-190/HDP-190-spec.pdf
14. www.meanwell.com/newproducts.html
15. www.meanwell.com/news/H2014150.html