

# Новые драйверы для светодиодного освещения фирмы Holtek Semiconductor

Юрий ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ  
info@chipselect.ru

Компания Holtek — один из ведущих разработчиков и производителей полупроводниковых приборов на Тайване. Фирма основана в 1983 году как дизайн-центр по разработке микросхем, который расположен в Тайбэе. В 2000 году компания сертифицирована по стандарту IS9001. В настоящее время деятельность Holtek сосредоточена на разработке приборов ASIC, встраиваемых микроконтроллеров, периферии для компьютеров, телекоммуникаций, памяти и микросхем широкого назначения.

## Введение

В каталоге Holtek Semiconductor 2010 года предлагались полупроводниковые приборы в следующих категориях:

- Однократно программируемые 8-разрядные микропроцессоры (One-time programmable MCU, OTP) — общего назначения; в миниатюрных корпусах. Это контроллеры дисплеев, МП с малым токопотреблением (TinyPower MCU), с батарейным питанием 1,5 В, контроллеры интерфейсов UART/USB, контроллеры высокочастотных и инфракрасных пультов дистанционного управления (ДУ), клавиатур, телефонов, мультимедийных интерфейсов и др.
- 8-разрядные флэш-микропроцессоры — по назначению в дополнение к вышеперечисленным: микропроцессоры управления бесконтактными двигателями постоянного тока, голосовые процессоры.
- 32-разрядные флэш-микропроцессоры общего назначения.
- Контроллеры и драйверы ЖК, светодиодных и флуоресцентных дисплеев.
- 3-проводные и I<sup>2</sup>C EEPROM.
- Микросхемы для систем дистанционного управления — кодеры/декодеры; высокочастотные и программируемые кодеры.
- Микросхемы для источников питания и импульсных преобразователей — стабилизаторы LDO, DC/DC-преобразователи, драйверы светодиодов подсветки и белых светодиодов, драйверы светодиодов для освещения.
- Компьютерная периферия — мыши, клавиатуры, высокоскоростные USB-мосты.
- Микросхемы для телекоммуникаций и модемов.
- Аналоговые микросхемы — ЦАП, ОУ общего назначения, УЗЧ.
- Микросхемы для обработки видеосигналов — CIS (Contact Image Sensor) и ПЗС-

процессоры, драйверы ПЗС-сенсоров, процессоры для обработки изображений.

- Микросхемы различного назначения — для сенсорных панелей, передатчиков систем ДУ, систем контроля доступа, часов и других приборов для измерения времени, медицинских термометров, драйверов электродвигателей, устройств звуковых эффектов [2].

Микросхемы драйверов светодиодов и светодиодных кластеров Holtek подразделяются на следующие категории:

- драйверы многосегментных светодиодных индикаторов (HT1632C, HT16K33);
- драйверы светодиодных дисплеев со стабилизацией тока (HT16D595, HT16D723);
- драйвер светодиодов для освещения с сетевым питанием HT7L4091;
- драйверы светодиодов подсветки ЖК-дисплеев (серия HT79xxx).

Классификационные параметры приборов приведены в таблице 1. Рассмотрим особенности двух новых приборов, представленных компанией в ноябре 2010 года, более подробно.

## Драйвер HT7L4091

Этот драйвер сверхъярких светодиодов бюджетного класса предназначен для систем освещения с питанием от сетей переменного или постоянного тока и ШИМ-управлением яркостью. Источники питания для светодиодов на базе этого прибора отличаются высокой эффективностью и малым токопотреблением в дежурном режиме. Микросхемы используются совместно с выходными ключами на NMOS полевых транзисторах и могут работать в широком диапазоне входных напряжений. Драйверы защищены от перегрузок по току и перегрева. Схемы драйверов содержат минимальное число внешних элементов; площадь, занимаемая элементами схемы, невелика.

Таблица 1. Классификационные параметры приборов

Тип прибора	Топология	Входное напряжение, В	Частота, МГц	Выходное напряжение, В	Число светодиодов	Управление	КПД, %	Корпус	Примечания
HT7936A	charge pump	2,8–5	1	5	4	ШИМ	—	SOT23-6	Параллельное включение
HT7936B	charge pump	2,8–5	1	4,5	6	ШИМ	—	SOT23-6	Параллельное включение
HT7937	boost	2,5–5,5	1,2	28	6	ШИМ/аналог.	85	SOT23-6	Последовательное включение
HT7938	boost	2,6–5,5	1,2	39	10	ШИМ/аналог.	88	SOT23-6	Последовательное включение
HT7939	boost	2,6–5,5	1,2	32	40	ШИМ/аналог.	90	SOT23-6	Посл.-паралл. включение
HT7943*	boost	4,5–26	0,5/1	I <sub>пр</sub> — 20 мА	66	ШИМ	88	20QFN	До 11 светодиодов, 6 каналов
HT7945*	boost	4,5–26	0,5/1	I <sub>пр</sub> — 20 мА	88	ШИМ	88	24QFN	До 11 светодиодов, 8 каналов
HT7953*	boost	10–26	0,3/0,6	I <sub>пр</sub> — 80 мА	66	ШИМ	88	48TQFP	До 11 светодиодов, 6 каналов
HT7955*	boost	10–26	0,3/0,6	I <sub>пр</sub> — 80 мА	88	ШИМ	88	48TQFP	До 11 светодиодов, 8 каналов

Примечания. \* — разрабатываемые приборы (готовность — 1-й квартал 2011 г.);  
charge pump — преобразование с подкачкой заряда;  
boost — повышающее преобразование;  
I<sub>пр</sub> — максимальный выходной ток в каждом канале.



Рис. 1. Светодиодные лампы



Рис. 2. Линейные светильники

Микросхемы могут быть использованы для питания светодиодных светильников в корпусах ламп накаливания (рис. 1), светодиодов в линейных светильниках (рис. 2), светодиодных прожекторов (рис. 3), плоскочелюстных дисплеев большого размера и для других приложений. Схемы источников питания светодиодов (ИПС) на базе NT7L4091 не содержат электролитических конденсаторов, что увеличивает их надежность, уменьшает себестоимость и улучшает стойкость к перегреву. ИПС могут подключаться непосредственно к сети переменного



Рис. 3. Светодиодные прожекторы

Таблица 2. Параметры микросхем

Параметр	Значение
<b>Максимально допустимые параметры микросхем</b>	
Пиковый выходной ток	1 А (допустим только для испытаний)
Диапазон рабочих температур	-40...+85 °С
Мощность рассеяния при температуре окружающей среды 25 °С	1 Вт
Допустимое электростатическое напряжение (Electrostatic Discharge, ESD)	3 кВ (модель человеческого тела)
Допустимое напряжение ESD в смонтированном устройстве	200 В
<b>Основные электрические параметры</b>	
Входной ток (через вывод 1)	0,6 мА, максимальный — 1 мА при входном напряжении $U_{вх} \geq 17$ В, $R_T = 410$ кОм и отключенном выводе 4 ( $R_T$ — резистор между выводом 8 и корпусом)
Пусковой ток (через вывод 1)	15 мкА, максимальный — 30 мкА при $U_{вх} \leq 15$ В, $R_T = 410$ кОм
Пороговое входное напряжение	26 В, максимальное — 27,6 В
Выходное напряжение стабилизатора LDO	4,5–5,5 (номинальное — 5 В) при $U_{вх} = 12–24$ В и отключенном выводе 6
Нестабильность выходного напряжения стабилизатора	Не более 100 мВ (при $I_{дд} = 3$ мА или при изменении $U_{вх}$ в пределах 12–24 В)
Напряжения срабатывания/выключения схемы защиты UVLO (H)/UVLO (L)	16/10 В (типичные значения)
Управляющие напряжения «лог. 0»/«лог. 1» на выводе 5	Не менее 0,8 В/не менее 2 В (максимум — 5 В)
Сопrotивление входа $R_{вн}$ (между выводом 5 и корпусом)	50–150 кОм
Пороговое напряжение $U_{cs}$ на выводе 2	0,225–0,275 В (типичное — 0,25 В)
Время задержки импульсов $T_{delay}$ от вывода 2 на вывод 4	110 нс (типичное значение)
Диапазон управляющих напряжений на выводе 7	0– $U_{cs}$ (не более 5 В)
Время бланкирования $T_{blank}$	300 нс (типичное значение)
Время выключения (Off time) $T_{off}$	16, 4 мкс при $R_T = 410$ кОм
Выходные напряжения включения/выключения на выводе 4 (затвор внешнего MOSFET)	Не менее 12 В/не более 0,3 В при $U_{вх} = 17$ В, $I_{вых} = 20$ мА
Время нарастания/спада импульсов на выводе 4	120/50 нс, типичные значения при $C_{затв} = 500$ пФ
Порог/гистерезис срабатывания схемы температурной защиты	140 °С/25 °С
Джиттер (девиация частоты переключения)/период модулирующей частоты	$\pm 4\%$ /4 мс (частота переключения $t_{sw} \approx 60$ кГц)
Порог срабатывания схемы защиты от короткого замыкания	0,5 В (типичное значение)

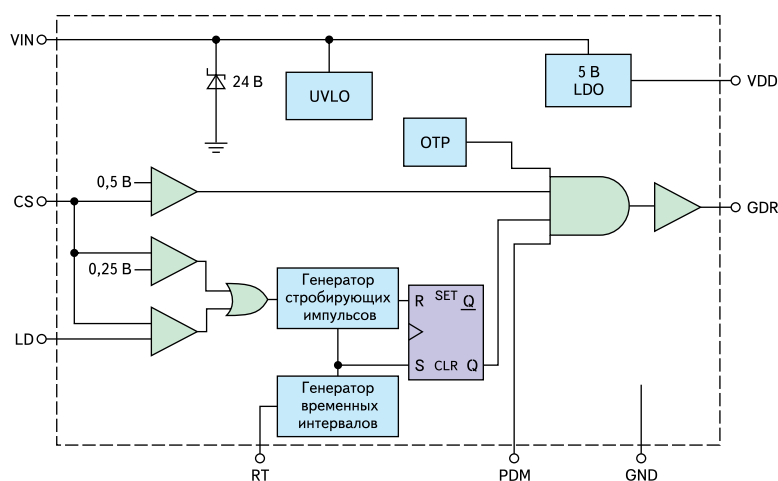


Рис. 4. Структурная схема NT7L4091

тока напряжением 85–277 В. Выходное напряжение на цепочках светодиодов может находиться в пределах 6–200 В, выходной ток — от 60 мА до 2 А (в зависимости от типа ключевого MOSFET).

Особенности микросхем:

- режим перестройки частоты переключения для уменьшения побочных излучений;
- широкий диапазон рабочих напряжений — от +11 до +24 В;
- малый ток потребления — 0,6 мА;
- высокая эффективность (КПД) — более 85%;
- защита от пониженного напряжения питания (UVLO);
- потактовое ограничение выходного тока;
- защита от перегрева (OTP);

- большой ток управления для мощных полевых транзисторов;
- линейное и ШИМ-управление яркостью светодиодов;
- защита от коротких замыканий.

Структура микросхемы приведена на рис. 4. В ее состав входят: входные компараторы (входы CS, LD); логические элементы «4-И», «2-ИЛИ», генератор стробирующих импульсов; генератор временных интервалов; RS-триггер; схема защиты от пониженного напряжения UVLO, схема защиты от перегрева (OTP); стабилизатор напряжения +5 В; защитный стабилитрон на напряжение 24 В; выходной усилитель (вывод GDR). Расположение выводов микросхем в корпусах 8-DIP-A/SOP-A приведено на рис. 5.

Назначение выводов:

- 1 (VIN) — вход, напряжение питания 11–24 В.
- 2 (CS) — вход. Вывод предназначен для подключения датчика тока  $I_{np}$ , проходящего через светодиоды. В качестве датчика используется резистор  $R_{cs}$ , включенный в цепь истока выходного MOSFET.
- 3 (GND) — корпус.
- 4 (GDR) — выход оконечного драйвера. Вывод подключается к затвору выходного MOSFET.
- 5 (PDM) — вход управления, предназначен для регулировки яркости свечения светодиодов (управление изменением скважности ШИМ-импульсов).
- 6 (VDD) — выход внутреннего стабилизатора напряжения LDO +5 В. Вывод соединяется с корпусом через керамический конденсатор 0,1 мкФ.
- 7 (LD) — вход управления яркостью свечения светодиодов изменением напряжения  $U_{упр}$  (в пределах от 0 до 0,25 В).
- 8 (RT) — вход, от величины сопротивления между этим выводом и корпусом зависит время выключения внутреннего генератора.

Рекомендованные режимы эксплуатации микросхем:

- Входное напряжение —  $UVLO+0,1 В - V_{clamp}$ , где  $UVLO$  — порог срабатывания схемы защиты от пониженного напряжения,  $V_{clamp}$  — пороговое входное напряжение.
- Диапазон рабочих температур —  $-40...+85$  °С.
- Температура хранения —  $-65...+150$  °С.
- Температура корпуса —  $-40...+125$  °С.

Основные параметры микросхем приведены в таблице 2.

Типовое включение микросхемы приведено на рис. 6, а расположение элементов

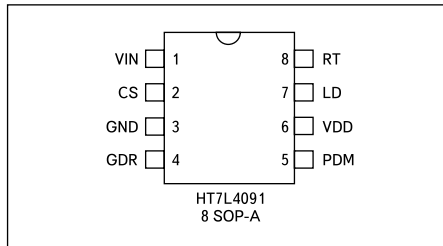


Рис. 5. Расположение выводов микросхемы HT7L4091

преобразователя, выполненного по этой схеме, — на рис. 7. Опционные элементы на схеме рис. 6 выделены различными цветами:

- Зеленым — элементы защиты схемы от скачков сетевого напряжения и коротких замыканий в схеме: быстродействующий предохранитель, варистор MOV, терморезистор NTC.
- Бирюзовым — элементы помехоподавляющего фильтра: симметричный дроссель  $L_c$ , пленочные конденсаторы  $Ca1$ ,  $Ca2$ .

- Оранжевым — элементы Г-образного RC-фильтра, обеспечивающие подавление шумовых составляющих тока MOSFET.
- Розовым цветом выделены основные элементы понижающего преобразователя.
- Синим — опционные элементы для регулировки параметров преобразователя.
- Серым цветом отмечены элементы, устанавливаемые которые необязательно (в варианте конструкции Holtek, показанной на рис. 7, эти элементы отсутствуют).

Величина прямого тока через светодиоды определяется соотношением сопротивлений  $R_a$ ,  $R_b$ , номиналами сопротивлений ( $R_s+R_{ss}$ ) и ( $RT+RT_s$ ). В качестве конденсаторов  $C_f$ ,  $C_o$  можно использовать пленочные конденсаторы емкостью 1 мкФ. Конфигурацию схемы, приведенную на рис. 6, можно использовать при входном напряжении 200–240 В, при этом нагрузкой в исполнении Holtek (рис. 7) является светодиодный кластер из 16 параллельных цепей с десяти последовательно соединенными светодиодами в каждой с общей

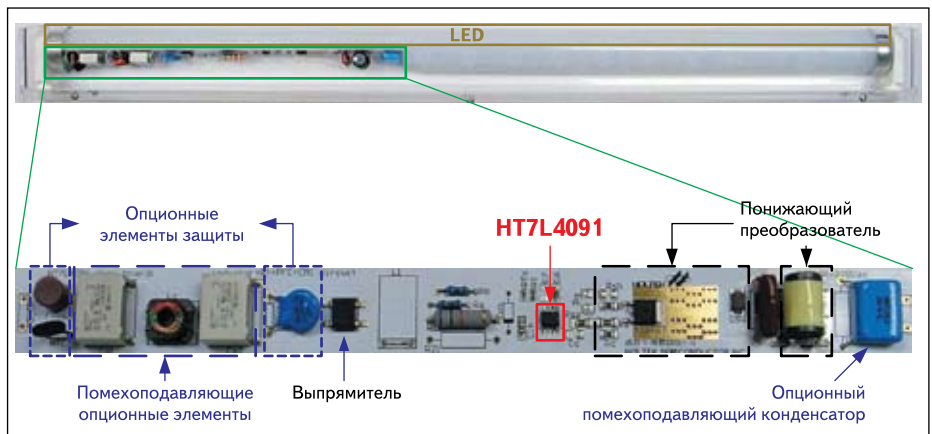


Рис. 7. Внешний вид линейного светильника и платы источника питания

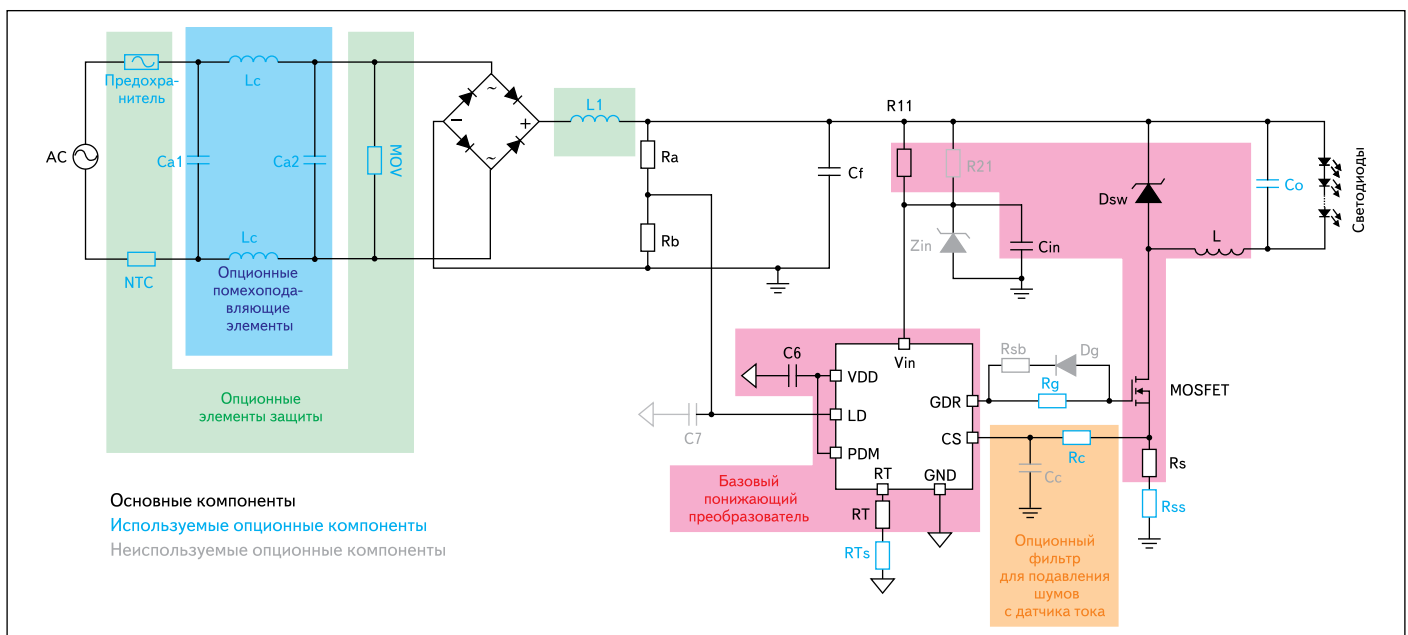


Рис. 6. Схема типового включения микросхемы HT7L4091

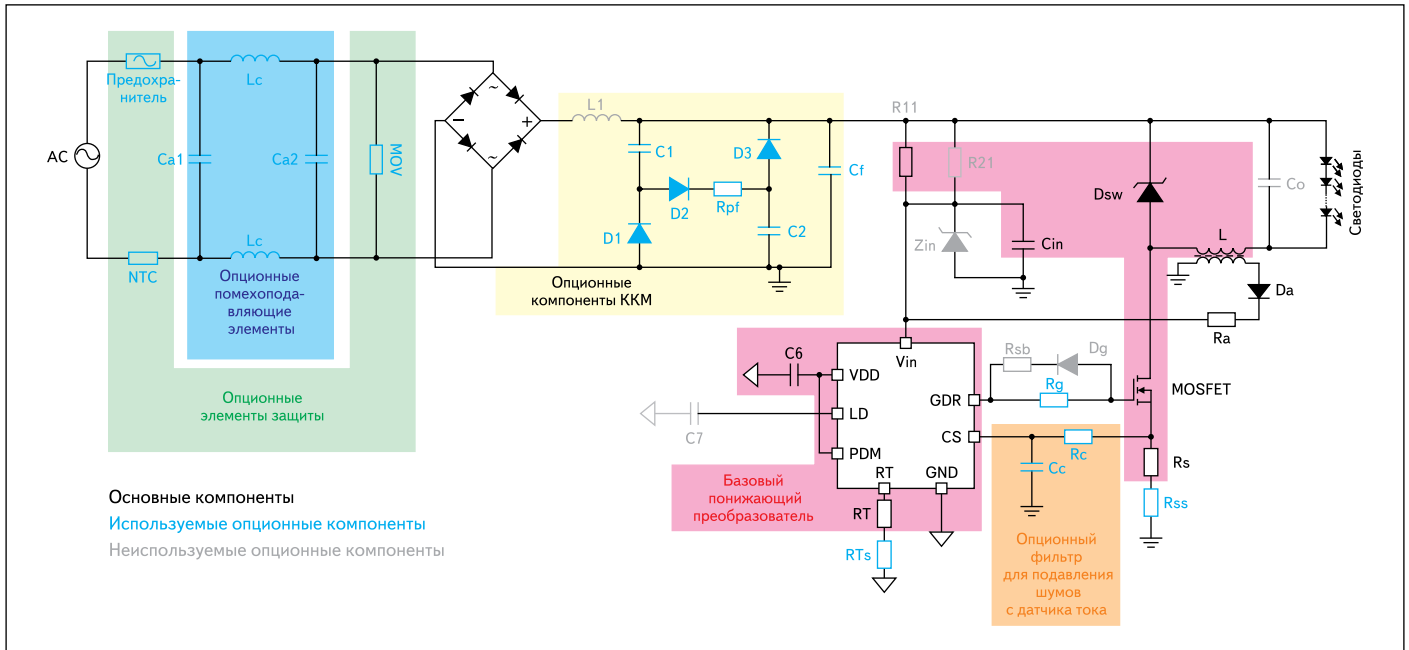


Рис. 8. Схема включения эффективного преобразователя

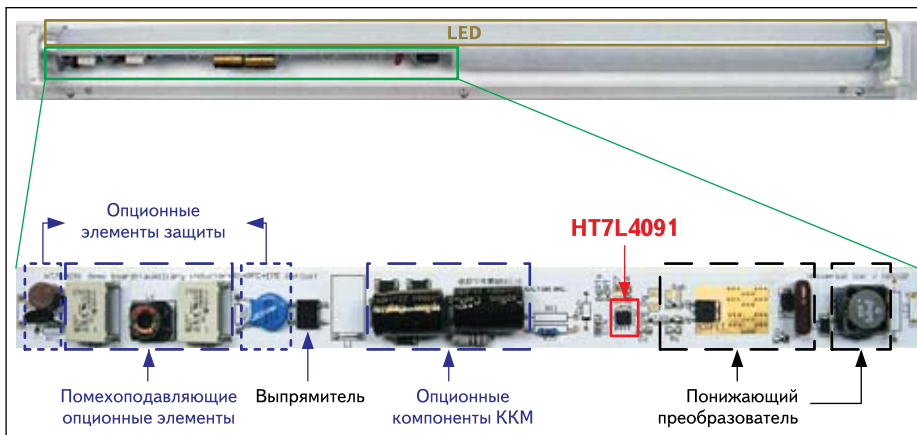


Рис. 9. Компоновка элементов и внешний вид эффективного линейного светильника



Рис. 10. Варианты применения систем обнаружения с инфракрасными датчиками

обнаружения на основе пассивных инфракрасных датчиков PIR (Passive Infra Red). Такие системы можно применять для автоматического включения освещения, подачи сигнала тревоги в охранных системах, включения освещения площадок перед домофонами, включения подсветки информационных дисплеев (рис. 10) и в других приложениях. Во всех случаях освещение или подсветка автоматически включаются при вхождении человека в зону действия PIR. Вариант конструкции соответствующего прибора обнаружения в исполнении Holtek приведен на рис. 11, а электрическая принципиальная схема прибора — на рис. 12.

В состав прибора входят следующие узлы:

- сетевой выпрямитель;
- драйвер белых светодиодов большой яркости;
- пассивный инфракрасный датчик;
- усилитель с полосовым фильтром;
- схема задержки выключения освещения;
- детектор чувствительности день/ночь;
- переключатель режимов.

### Драйвер HT7939

Компания Holtek создала мощный прецизионный драйвер светодиодов HT7939, основные области применения которого — подсветка ЖК-дисплеев различных типоразмеров и системы освещения.

Особенности микросхемы:

- низкое входное напряжение;
- встроенный MOSFET;
- подключение до 39 белых светодиодов при низком напряжении питания;
- малое токопотребление в дежурном режиме (0,1 мкА);
- встроенные схемы защиты по напряжению, току и температуре;

потребляемой мощностью 10 Вт. При входном напряжении 100–120 В эта же схема в исполнении Holtek нагружена на светодиодный кластер из 20 параллельных цепей с восемью последовательно соединенными светодиодами в каждой общей мощностью 10 Вт.

Более высокую эффективность обеспечивает преобразователь, выполненный по схеме, представленной на рис. 8. Компоновка элементов и внешний вид такого преобразователя в исполнении Holtek приведены на рис. 9. КПД преобразователя, выполнен-

ного по этой схеме, увеличен за счет применения пассивного корректора коэффициента мощности с фильтром и внешней обратной связи с обмотки *Tr*. Внешнее управление яркостью свечения светодиодов возможно при использовании микропроцессоров Holtek, например HT7612/BS80X/TinyPower MCU/ (серия МП с малым токопотреблением). ШИМ-импульсы управления от МП подаются при этом на вывод PDM микросхемы.

Драйвер HT7L4091 совместно с микросхемой HT7612 можно использовать в системах



Рис. 11. Конструкция прибора обнаружения Holtek

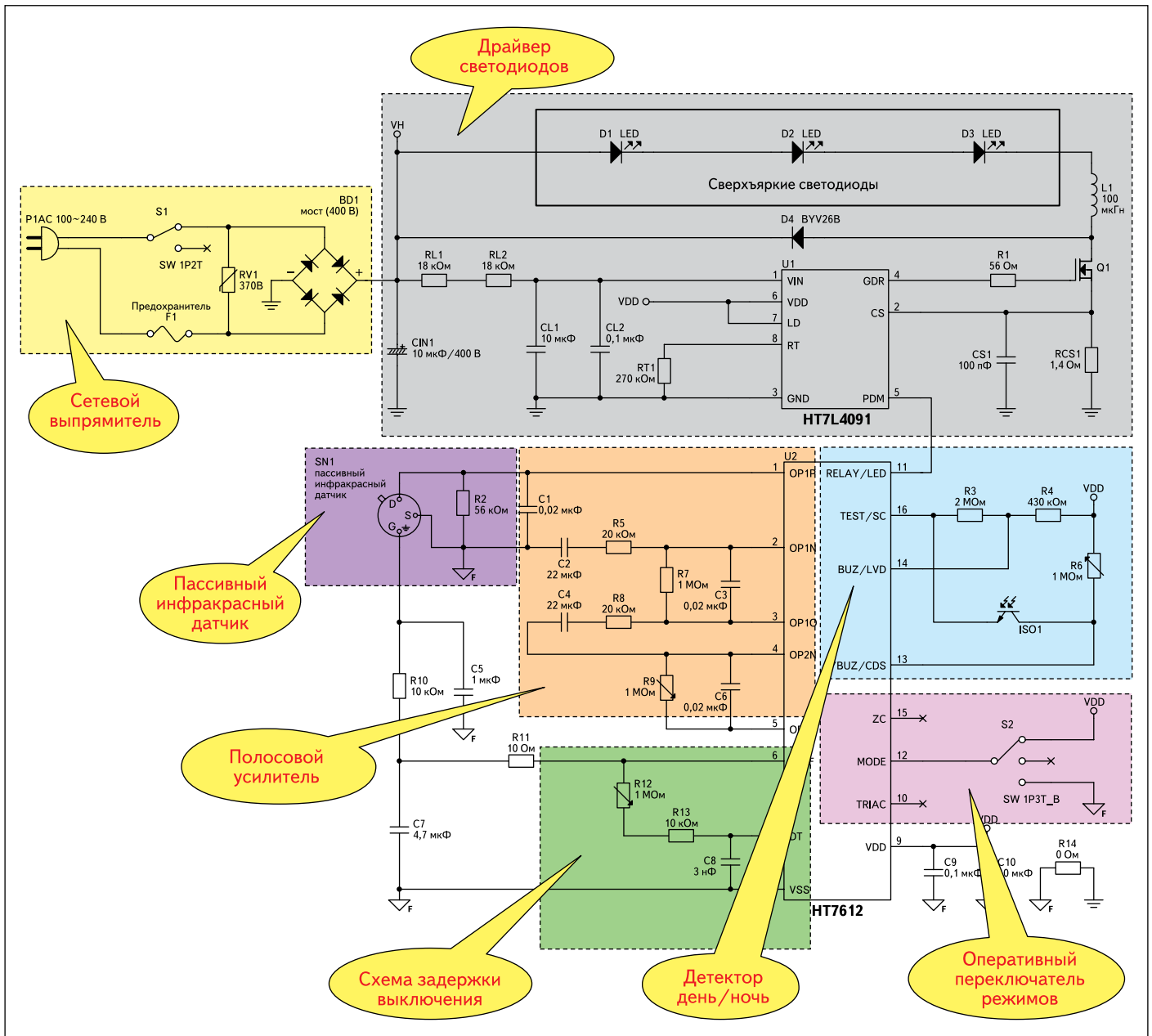


Рис. 12. Электрическая принципиальная схема драйвера HT7L4091

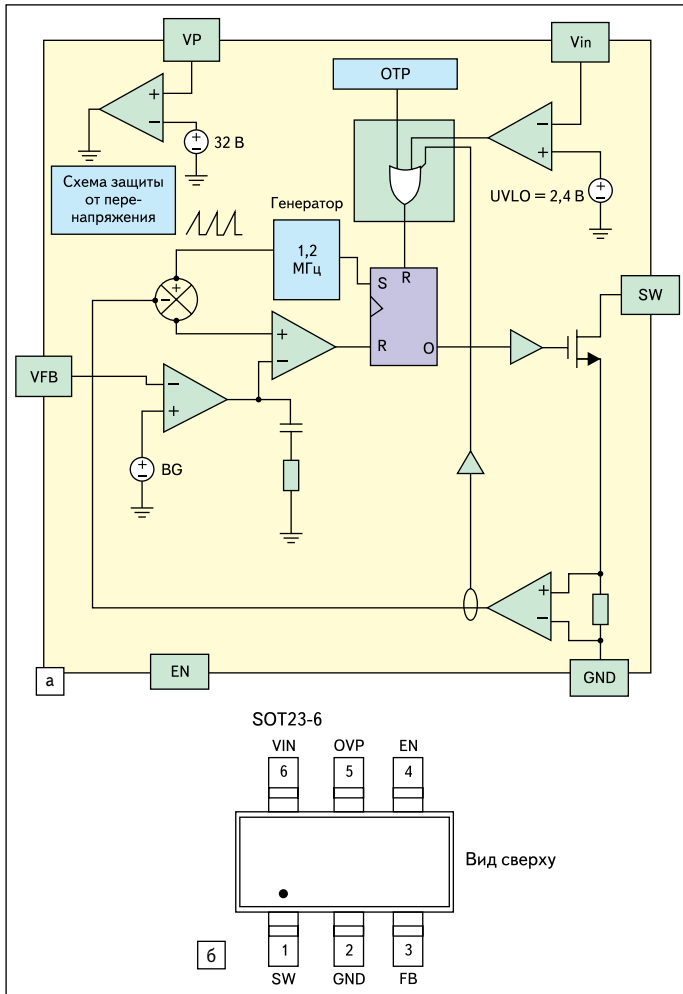


Рис. 13. Микросхема HT7939: а) структурная схема; б) расположение выводов

- фиксированная частота переключения — 1,2 МГц;
  - высокая эффективность — до 90%.
- Структура и расположение выводов микросхемы приведены на рис. 13.
- Назначения выводов микросхемы:
- 1 (SW) — вывод стока внутреннего MOSFET.
  - 2 (GND) — корпус.
  - 3 (FB) — вход обратной связи. Типовое значение образцового напряжения на этом выводе — около 200 мВ, вывод подключается к датчику выходного тока светодиодов. Примерное значение резистора обратной связи определяется выражением  $R_{fb} = 200 \text{ мВ} / I_{пр}$ .
  - 4 (EN) — вход для управления яркостью и выключения драйвера. Если не требуется регулировка яркости, вывод оставляют неподключенным.
  - 5 (OVP) — вход схемы защиты от перенапряжения (соединяется с выходом драйвера).
  - 6 (VIN) — входное напряжение (напряжение питания микросхемы). В таблице 3 приведены основные параметры микросхемы HT7939.

Таблица 3. Основные параметры микросхемы HT7939

Параметр	Значение
Максимальные напряжения на выводах VIN, FB, OVP, SW	6/6/38/38 В соответственно
Диапазон рабочих температур	-40...+85 °С (Т <sub>корп</sub> — не более 150 °С)
Порог срабатывания схемы защиты от низкого напряжения	2,4 В (типичное значение)
$I_{вх}$ (по выводу VIN)	Не более 2,5 мА (типичное значение — 1 мА)
Максимальный коэффициент заполнения импульсов	Не менее 85% (типичное значение — 90%)
R <sub>ds</sub> встроенного MOSFET	0,5 Ом (типичное значение)
Напряжения высокого/низкого уровней на выводе EN	Не менее 2 В/не более 0,8 В

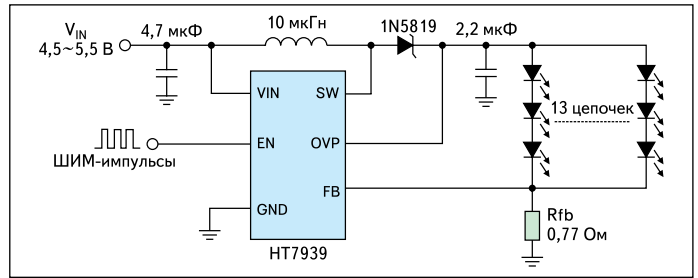


Рис. 14. Включение микросхемы HT7939

Один из вариантов включения микросхемы с ШИМ-регулировкой приведен на рис. 14. Схема обеспечивает питание светодиодного кластера из трех параллельных цепей, каждая из которых состоит из 13 последовательно соединенных светодиодов. В связи с высокой рабочей частотой коммутации высокие требования предъявляются к качеству дросселя нагрузки и шунтирующих конденсаторов (эти элементы должны иметь как можно меньшие потери на высоких частотах). Дроссель выбирают по трем основным параметрам: величина индуктивности, сопротивление по меди (DCR) и ток насыщения.

Рекомендации Holtek для приведенной схемы: индуктивность — GS54-100K (100 мкГн) фирмы Gang Song, керамические конденсаторы GRM21BR61E475KA12L (4,7 мкФ) и GRM21BR71E225KA73L (2,2 мкФ) компании Murata. Методики расчета параметров элементов преобразователей HT7939 приведены в их справочных листах [3].

Временные диаграммы напряжений и токов при работе микросхемы в режиме ШИМ-регулировки с частотой повторения импульсов 1 кГц приведены на рис. 15 (нагрузка — 10 параллельных цепей по 3 светодиода в каждой). Большое значение для эффективного функциониро-

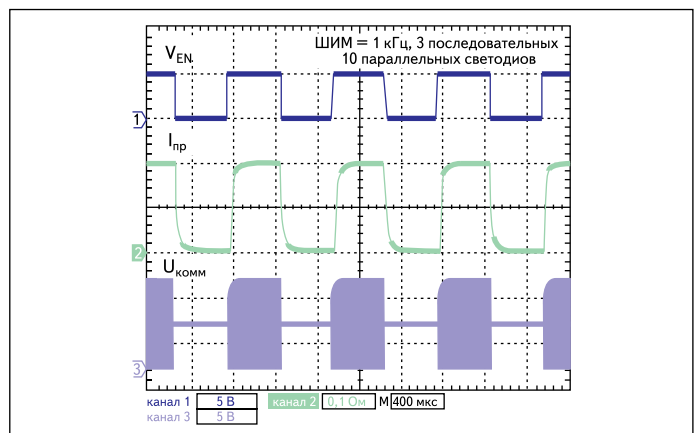


Рис. 15. Временные диаграммы сигналов

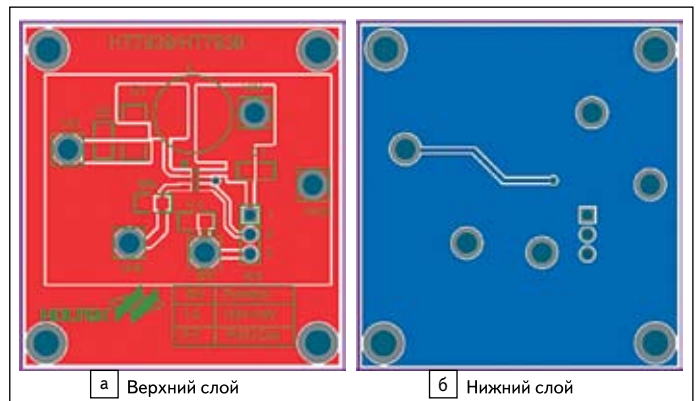


Рис. 16. Вид печатной платы: а) со стороны элементов; б) со стороны проводников

вания преобразователей на базе рассматриваемой микросхемы имеет корректная разводка печатной платы: должны выполняться требования, предъявляемые к высокочастотным устройствам. Чертежи верхней и нижней частей печатной платы, рекомендованные Holtek, представлены на рис. 16.

### Литература

1. <http://www.rusnanoforum.ru/Document.aspx/Download/29215>
2. <http://www.holtek.com/English/default.htm>
3. <http://www.holtek.com/english/docum/consumer/7939.htm>