

## Преимущества отечественных оптоэлектронных микросхем в миниатюрных корпусах SOP для поверхностного монтажа

В настоящее время в России серийно производятся оптопары и оптоэлектронные реле в пластмассовых корпусах DIP и DIP SMD с числом выводов 4, 6 и 8 и шагом между выводами 2,5 мм. В связи с тенденцией миниатюризации электронной аппаратуры и переходом на автоматизированный монтаж компонентов на поверхность печатных плат на российском рынке, начиная с 2001 года, растет потребность в оптоэлектронных микросхемах (ОЭ-микросхемах) в миниатюрных корпусах для поверхностного монтажа типа SOP и SOIC. Эта потребность оценивается сейчас в 5 млн штук в год. Пока она удовлетворяется поставками зарубежных компонентов, в основном из Юго-Восточной Азии, где есть как собственное производство, так и заводы известных мировых производителей.

Григорий СКОРОПАД  
market@proton-orel.ru

В России ОЭ-микросхемы в подобных корпусах серийно не выпускались до 2005 года. А затем началась реализация проекта по освоению производства оптореле и оптопар в миниатюрных корпусах типа SOP и SOIC. Эти корпуса имеют шаг выводов 2,54 мм (SOP) и 1,27 мм (SOIC) и значитель-

но меньшие габариты по сравнению с корпусами DIP и DIP SMD: 4,3×4,4 мм — SOP4, 9,38×4,4 мм — SOP8 при высоте 2 мм (рис. 1).

Что же заставляет разработчиков отказываться от электромагнитных реле и использовать вместо них твердотельные? В числе основных и неоспоримых преимуществ следует отметить:

- высокую надежность ввиду отсутствия механических контактов и, как следствие, высокую наработку на отказ (не менее 10 млрд переключений, что в 1000 раз больше, чем у лучших образцов электромагнитных реле);
- неизменное контактное сопротивление (сопротивление во включенном состоянии)

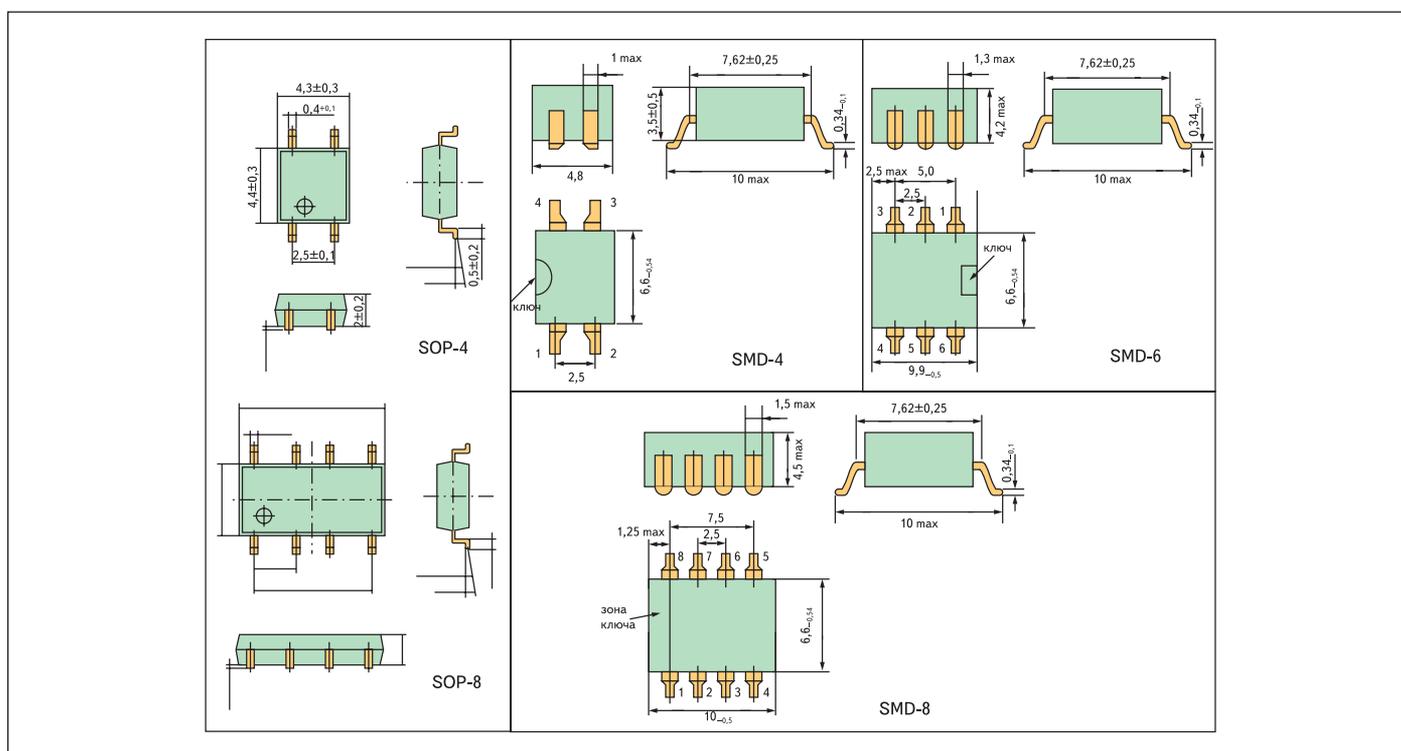


Рис. 1. Чертежи корпусов DIP, SMD, SOP

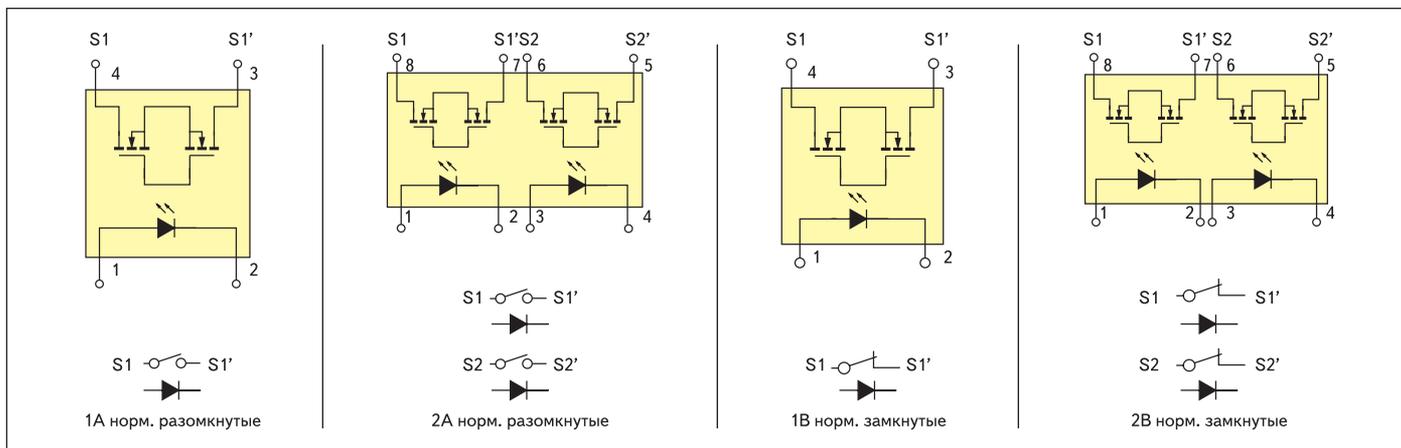


Рис. 2. Условные электрические схемы оптоэлектронных (твердотельных) реле

- в течение всего срока службы, составляющего не менее 100 тыс. часов или 12 лет;
- отсутствие дребезга контактов, что снижает внутрисхемный уровень помех в аппаратуре и обеспечивает стабильность ее работы;
- отсутствие акустического шума;
- совместимость по входу с логическими микросхемами, обеспечивающая простоту интеграции оптореле в цифровые устройства;
- отсутствие индуктивности — причины возникновения нежелательных выбросов напряжения при переключении электромагнитных реле;
- необходимость низкоуровневых сигналов управления (ток 0,5–3 мА при напряжении 1,5–5 В), что существенно упрощает схему управления твердотельным реле в отличие от электромагнитного, для управления работой которого необходим электронный ключ с диодной защитой от выбросов напряжения;
- высокую виброустойчивость и ударостойкость, что обусловлено отсутствием подвижных механических контактов;
- хорошие изоляционные свойства как между входом и выходом ( $U_{из} = 1500 \text{ В}$ ), так и высокое сопротивление изоляции корпуса (не менее  $10^9 \text{ Ом}$ );
- высокое быстродействие (0,05–1 мс);
- высокую устойчивость к воздействию внешних электромагнитных полей;
- малое энергопотребление (на 95% меньше, чем электромагнитные реле);
- малые габариты и вес.

Благодаря оптической развязке между входной управляющей цепью и выходным каскадом достигается полная гальваническая развязка по напряжению между входом и выходом.

Выходные каскады всех поставляемых оптореле выполнены на МОП-транзисторах, в результате чего характеристики этих реле для коммутации аналоговых сигналов лучше, чем у оптореле с тиристорными или биполярными ключами. По сравнению с тиристорным выходом МОП-ключ обладает

линейной зависимостью тока от напряжения во включенном состоянии, причем падение напряжения на ключе составляет 0,5 В. Выходной ключ на основе сдвоенного МОП-транзистора обеспечивает двунаправленное переключение нагрузок и допускает работу с переменным током. Условные электрические схемы оптоэлектронных (твердотельных) реле приведены на рис. 2.

Оптореле в корпусах SOP производства России соответствуют европейской директиве бесвинцевой технологии (RoHS). При этом цены российских оптореле ненамного выше цен электромагнитных и герконовых реле, а также сопоставимы (а по некоторым позициям даже ниже) с ценами зарубежных аналогов (\$0,3–1,5 в зависимости от типа оптореле).

Применение твердотельных реле в корпусах SOP в телекоммуникационной технике позволяет уменьшить массо-габаритные показатели за счет уменьшения и уплотнения печатных плат, что особенно важно в носимой аппаратуре. Малый вес и размеры наряду с повышенной стойкостью к ударам, вибрации, температуре окружающей среды и влажности делают эти реле идеальными для использования в бортовой аппаратуре, а также в приборах железнодорожной связи и автоматики.

В последнее время твердотельные реле широко применяются в телефонии — как на самих АТС в качестве прямой замены электромагнитных реле, так и в устройствах абонентской связи, таких как телефонный аппарат, таксофон, факс, модем (в схемах поднятия трубки, подачи вызывного сигнала, импульсного набора номера). Именно электромагнитные реле в таких устройствах наиболее подвержены выходу из строя.

На рис. 3 показан входной узел телефонного аппарата (ТА) или факс-модема с электромагнитным (рис. 3а) и с твердотельным реле типа PRAB30S (рис. 3б), которым заменено электромагнитное механическое реле. На рис. 3в представлен тот же узел с применением микросхемы TR115F1 (DA2), в которой в одном корпусе объединены оптореле и оптопара.

Этот пример ясно показывает, что при переходе на твердотельные реле не только повысится надежность устройства, но и понадобится меньше компонентов для схемы, а именно:

- исключается цепь для борьбы с дребезгом контактов (R1C1);
- нет необходимости в предохранительных резисторах R2 и R3, благодаря токоограничивающим свойствам оптореле, что является наиболее важным преимуществом, так как в результате перенапряжения, например

Таблица 1. Применение оптореле в корпусах SOP

Наименование	Тип корпуса	Основные электрические характеристики				Область применения	
		Uком, В AC/DC	Iвых, mA AC/DC	Rоп, Ом	Схема оптореле		
PRAB30S	SOP4	400	100	24	1A	Телекоммуникации, связь, системы безопасности	
PRAB31S	SOP4	350	120	17	1A		
PRAG71S	SOP4	400	100	20	1B		
PRAC30S	SOP8	400	85	24	2A		
PRAC31S	SOP8	350	100	17	2A		
PRAH71S	SOP8	400	60	20	2B		
PRAK74S	SOP8	400	80(нр), 60(нз)	20	1A + 1B		
TR115F1	FLATPACK	400	120	17	1A + оптопара		
PRAB34S	SOP4	200	180	6	1A		Промышленная автоматика, контроллеры, контрольно-измерительные приборы и оборудование, интерфейсные устройства, системы безопасности
PRAB37S	SOP4	60	350	0,8	1A		
PRAG72S	SOP4	200	100	13	1B		
PRAC34S	SOP8	200	160	6	2A		
PRAC37S	SOP8	60	320	0,8	2A		
PRAH72S	SOP8	200	80	13	2B		

**Таблица 2.** Взаимозаменяемые зарубежные аналоги отечественных оптореле для поверхностного монтажа

PRAB30S	KAQY214S	AQY214S	CPC1025N	PS7241-1A-A, PS7200A-1A	M211, M221
PRAB31S	KAQY210S	AQY210S	CPC1030N, CPC1035N	PS7241-1A-A, PS7200B-1A	
*PRAB34S	KAQY217S, KCP1008N	AQY217S	CPC1008N	PS7122AL-1A-A	
PRAB37S	KAQY212S	AQY212S	CPC1018N		
PRAG71S	KAQY414S	AQY414S	CPC1135N, CPC1150N	PS7241-1B-A	M212, M222
PRAG72S					
PRAC30S	KAQW214S	AQW214S			
PRAC31S	KAQW210S	AQW210S			
PRAC34S			LAA127P	PS7122AL-2A-A	
PRAC37S	KAQW212S	AQW212S			
PRAH71S	KAQW414S	AQW414S			
PRAH72S					
PRAK74S	KAQW614S	AQW614S			
TR115-F1H	KAQW210TS		TS117P		

\* KAQY217S, AQY217S — прямые аналоги, а CPC1008N, KCP1008N — близкие аналоги с худшими электрическими параметрами

**Таблица 3.** Оптореле в корпусах поверхностного монтажа SOP, рекомендуемые для замены отечественных аналогов в корпусах DIP и SMD

Тип изделия	Тип корпуса	Схема	Выходное напряжение U <sub>оп</sub> , В (max)	Выходной ток I <sub>оп</sub> , мА (max)	Сопротивление канала R <sub>оп</sub> , Ом (типичное)	Напряжение изоляции U <sub>и</sub> , В	Рекомендуемая замена оптореле серий КР293, К449
PRAB30S	SOP4	1A	400	100	24	1500	КР293КП15, В; КР293КП25, В; К293КП18ВР (Т); К449КП1ВР (Т)
PRAC30S	SOP8	2A	400	85	24	1500	КР293КП35, В; КР293КП45, В; К449КП35ВР (Т)
PRAB31S	SOP4	1A	350	120	17	1500	КР293КП15, В; КР293КП25, В; К293КП18ВР (Т); К449КП1ВР (Т)
PRAC31S	SOP8	2A	350	100	17	1500	КР293КП35, В; КР293КП45, В; К449КП35ВР (Т)
PRAB37S	SOP4	1A	60	350	0,8	1500	КР293КП1А; КР293КП2А; К449КП1АР (Т)
PRAC37S	SOP8	2A	60	320	0,8	1500	КР293КП3А; КР293КП4А
PRAG71S	SOP4	1B	400	70	20	1500	КР293КП55, В; КР293КП65, В; К449КП25ВР (Т)
PRAG72S	SOP4	1B	200	100	13	1500	КР293КП55, В; КР293КП65, В
PRAH71S	SOP8	2B	400	60	20	1500	КР293КП75, В; КР293КП85, В
PRAH72S	SOP8	2B	200	80	13	1500	КР293КП75, В; КР293КП85, В
PRAK74S	SOP8	1A+1B	400	80/60	24/20	1500	КР293КП95, В; КР293КП105, В
TR115F1H	FLATPACK	1A+оптопара	400	120	17	3750	К293КП17Р(Т); 5П14.325(Т)

при грозном разряде, предохранительные резисторы в ТА или модеме с механическим реле перегорают, что неизбежно потребует ремонта; при использовании твердотельного реле такой проблемы не возникает.

В числе других преимуществ такой замены — экономия места на печатной плате (особенно при применении оптореле и оптопары в одном корпусе TR115F1), а также экономия средств примерно на 15% (при больших объемах производства).

Подобные схемы используются в системах охранной и пожарной сигнализации для автоматического подключения объекта к телефонной линии при срабатывании сигнализации.

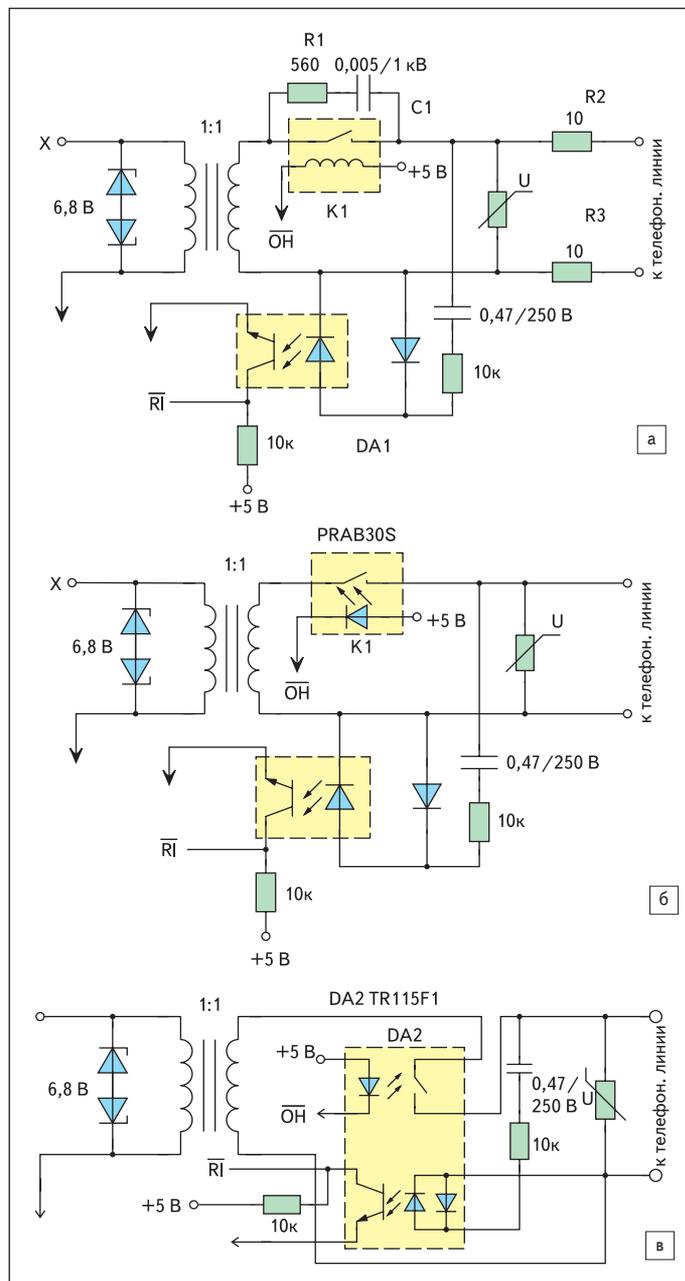
Основные области применения оптореле и их электрические характеристики приведены в таблице 1.

Кроме того, все указанные оптореле могут коммутировать аналоговый сигнал частотой до 5 кГц, что позволяет применять их для коммутации звукового сигнала (речи) в переговорных устройствах систем безопасности (домофоны, видеодомофоны), диспетчерской связи на железнодорожном и другом транспорте, на промышленных, торговых и прочих предприятиях.

Развитие серии оптореле планируется за счет быстродействующих реле для коммутации аналоговых сигналов с частотой от 2 до 25 кГц (PRAB50S, PRAB51S). Эти оптореле

имеют малую проходную (1 пФ) и выходную (3 пФ) емкость, малый температурный дрейф напряжения (0,2 мкВ) и обладают линейной выходной характеристикой. Применение этих оптореле позволит значительно повысить технические характеристики в таких устройствах, как сканеры, мультиплексоры, многоканальные устройства выборки и хранения (УВХ), коммутаторы уровня сигналов, а также в измерительном оборудовании.

Оптореле в корпусах SOP отечественного производства обеспечивают полную замену аналогичных оптореле, выпускаемых зарубежными компаниями. При переходе с монтажа в отверстия на автоматизированный поверхностный монтаж они могут заменять как



**Рис. 3.** Электрические схемы входного устройства факс-модема или ТА: а) с электромагнитным реле; б) с твердотельным реле типа PRAB30S и оптопарой; в) с оптоэлектронной микросхемой TR115F1 (DA2)

Таблица 4. Электрические параметры транзисторной оптопары PB181S

Параметры	Обозначение	Условия измерения	Минимум	Типовое	Максимум	Ед. измерения	
Вход	Прямое напряжение	$V_F$	$I_F = \pm 10 \text{ mA}$	1,2	1,4	В	
	Обратный ток	$I_R$	$V_R = 5 \text{ В}$		10	мкА	
Выход	Обратное пробивное напряжение коллектор-эмиттер	$V_{(BR)CEO}$	$I_C = 0,5 \text{ mA}$	60		В	
	Обратное пробивное напряжение эмиттер-коллектор	$V_{(BR)ECO}$	$I_E = 0,1 \text{ mA}$	5		В	
	Обратный ток коллектор-эмиттер	$I_{CEO}$	$V_{CE} = 80 \text{ В}$		100	нА	
Характеристики передачи сигнала и изоляции	Коэффициент передачи по току в схеме с общим эмиттером	$K_I$	$I_F = \pm 5 \text{ mA}$ $V_{CE} = 5 \text{ В}$	80	300	600	%
	Напряжение насыщения	$V_{CE(sat)}$	$I_F = \pm 10 \text{ mA}$ $I_C = 1 \text{ mA}$			0,4	В
	Изолирующая емкость между входом и выходом	$C_{ISO}$	$V = 0 \text{ В}$ $F = 1 \text{ МГц}$		1		пФ
	Сопротивление изоляции между входом и выходом	$R_{ISO}$	$V = 500 \text{ В}$	$10^9$			Ом
	Напряжение изоляции между входом и выходом	$V_{ISO}$	$I_{оп} < 0,3 \text{ mA AC}$ $60 \text{ с}$	2500			В
	Время включения	$t_r$	$V_{CE} = 5 \text{ В}$ $R_L = 100 \text{ Ом}$			3	мкс
	Время выключения	$t_f$	$I_C = 2 \text{ mA}$			3	мкс

зарубежные оптореле (например PVT322A), так и оптореле серий K293 (KP293) и K449, выпускаемые в корпусах DIP и DIP SMD. В таблицах 2 и 3 приведены взаимозаменяемые зарубежные аналоги оптореле в корпусах SOP, а также рекомендуемая замена оптореле серий K293 (KP293) и K449.

Кроме оптореле, в подобных корпусах для поверхностного монтажа поставляются оптроны, а именно транзисторная оптопара PB181S. Ее электрические параметры приведены в таблице 4, а условная электрическая схема и чертежи корпуса — на рис. 4.

Основное назначение оптронов состоит в электрической и электростатической развязке между электронными устройствами или различными блоками одного электронного устройства.

По своему назначению оптопары аналогичны трансформаторам, при этом имеют в несколько раз меньшую стоимость (\$0,07–0,15) и геометрические размеры. Наиболее распространены транзисторные оптопары.

Представляемая транзисторная оптопара PB181S удовлетворяет следующим требованиям:

- миниатюрный корпус SOP4 размером 4,3×4,4×2 мм;
- отличная электрическая изоляция между входом и выходом (2500 В);

- высокий коэффициент передачи по току (от 80 до 600%);
- высокое быстродействие;
- малая переходная емкость (1 пФ);
- высокая временная стабильность электрических параметров.

Указанные оптопары напрямую заменяют известные зарубежные аналоги: TLP181, TLP121, TLP124, PC357NT, PS2701-1, KPC357NT, а также при переходе с монтажа в отверстия на автоматизированный поверхностный монтаж — KP1010, PC817, PS2501-1, TLP421, TLP521, TLP621 и отечественную АОТ174.

Эти оптопары поставляются с 2007 года, но они уже нашли широкое применение в системах управления лифтами и системах безопасности (переговорных устройствах видеодомофонов). Их можно использовать и в телекоммуникационной аппаратуре, где широко применяются подобные оптопары зарубежных производителей.

Развитие серии оптопар в корпусах SOP и SOIC планируется за счет транзисторных оптопар на переменный входной сигнал (аналоги TLP180, KPC354NT), оптопар с базовым выводом транзистора (для замены 4N35 и АОТ128), многоканальных оптопар (2 и 4 канала).

В заключение отметим основные преимущества применения отечественных ОЭ-ми-

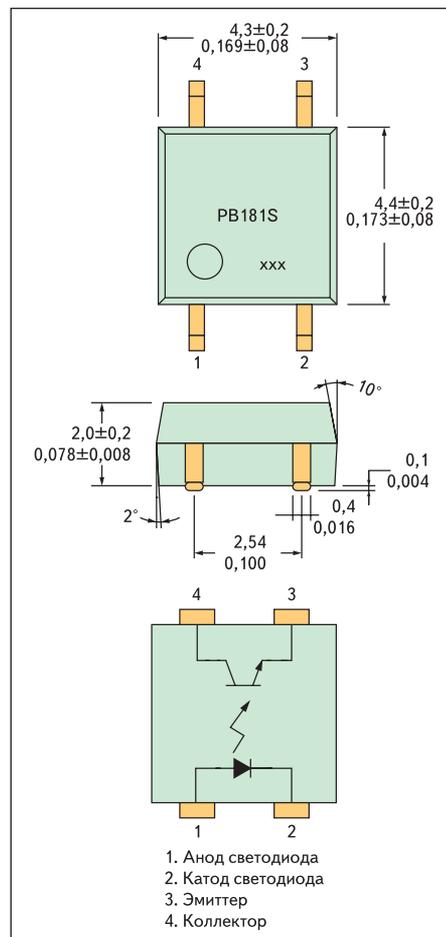


Рис. 4. Транзисторная оптопара PB181S — размеры корпуса и назначение выводов

кросхем в миниатюрных корпусах для поверхностного монтажа типа SOP, SOIC и т. п.:

- поставка изделий исключительно высокого качества благодаря использованию технологии автоматизированной сборки, гарантирующей внешний вид и надежность изделий, а также стабильность и повторяемость их параметров;
- поставка в упаковке для автоматизированного монтажа на печатные платы (в блистер-ленте на катушках или в антистатических пеналах);
- соответствие европейской директиве RoHS (бессвинцовая технология пайки);
- выгодные цены и сроки поставки благодаря наличию складов в России, минимизации транспортных, логистических и таможенных расходов;
- гибкость и оперативность работы с потребителями благодаря предоставлению скидок в зависимости от объема и регулярности заказов, отсрочек платежа, квотированию заказов поквартально, на полугодия и год;
- информационная и техническая поддержка, консультации технических специалистов;
- готовность расширять номенклатуру и изменять технические параметры в соответствии с требованиями заказчиков.