

Виктор Волков, д. т. н., академик РАЕН, профессор | volkvik2009@yandex.ru

Светодиодные излучатели

для телевизионных систем

В статье рассматриваются светодиодные излучатели для инфракрасных осветителей, используемых в телевизионных системах с целью обеспечения наблюдения при низких уровнях освещенности и в полной темноте. Описаны конкретные модели светодиодных излучателей и осветителей на их основе, приводятся их основные параметры, показан характер сопряжения осветителей с телевизионными системами.

В настоящее время телевизионные системы (ТВС) широко используются для охраны объектов, для обеспечения антитеррористической деятельности, в криминалистике, для контроля, досмотра и пр. [1]. ТВС обладают значительной чувствительностью, но при низких уровнях освещенности (сумерки, ночь) и тем более в полной темноте для обеспечения нормального наблюдения необходимо применение дополнительных инфракрасных (ИК) осветителей. Наиболее целесообразно их исполнение на основе светодиодных излучателей, обладающих достаточно высокой мощностью, возможностью работы в ИК-области спектра, низким энергопотреблением и высокими эксплуатационными характеристиками, имеющих малые массогабаритные показатели и значительный срок службы, простых в установке на рабочее место и безопасных в использовании. ИК-осветители могут работать как снаружи, так и внутри помещений.

Требование функционирования светодиодных осветителей в ИК-области спектра

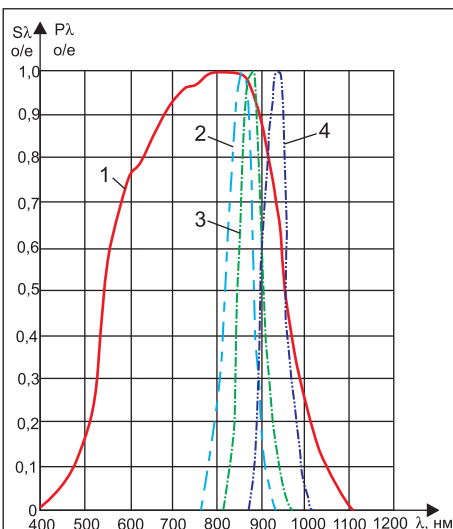


Рис. 1. Спектральные характеристики:

- 1 — типичной матрицы ПЗС ТВ-камеры;
- 2 — ИК-светодиода с длиной волны 850 нм;
- 3 — ИК-светодиода с длиной волны 870 нм;
- 4 — ИК-светодиода с длиной волны 940 нм

обусловлено необходимостью скрытности их работы (невозможностью видения их излучения невооруженным глазом), а также хорошим пропусканием атмосферы в ИК-области спектра по сравнению с видимой областью. Светодиодные ИК-осветители

излучают чаще всего в области длин волн 850, 880 и 940 нм. На рис. 1 представлены спектральные характеристики ТВ-камер на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС), используемых в современных ТВС, а также типичных светодиодных ИК-излучателей. Видно, что эти излучатели достаточно хорошо согласуются по спектру с ТВ-камерами. Основные параметры отечественных светодиодных ИК-излучателей, используемых в осветителях ТВС, представлены в таблице 1 [2–7], а зарубежных — в таблице 2 [8–19].

Таблица 1. Типичные отечественные светодиодные ИК-излучатели для ТВС

Модель	Мощность излучения, мВт		Сила излучения, мВт/ср		Угол излучения, град, по уровню 0,5I _{max}	Прямое напряжение, В (не более)	Максимальная длина волны излучения, нм
	Не менее	Типичная	Не менее	Типичная			
НПЦ «ОПТЭЛ»							
Прямой ток 100 мА							
У-142Г	—	20	100	150	10±3	1,8	940±10
АОИ189Г	—	25	170	220	10±3	2,2	870±20
Прямой ток 200 мА							
У-200ИК-2	—	300	—	65000	3±0,5	12±0,5	870±20
У-200ИК-3	—	200	—	35000	3±0,5	12±0,5	940±10
У-288Б	350	400	—	550	40±10	10,0	870±20
У-288В	200	300	—	300	40±10	10,0	940±10
У-174Б	350	400	—	—	120±10	10,0	870±20
Прямой ток 400 мА							
АОИ195А	100	120	—	300	35±10	2,2	870±20
АОИ195Г	80	90	—	200	35±10	2,2	940±10
У-190Б-П	90	100	—	600	10±3	2,2	870±20
У-190В-П	60	75	—	400	10±3	1,8	940±10
Прямой ток 600 мА							
У-234Б	580	620	—	200	100±10	5,0	870±20
У-234Б-1	580	610	—	450	70±5	5,0	870±20
У-234Б-2	580	610	—	2200	20±5	5,0	870±20
Прямой ток 700 мА							
У-193Б	200	230	—	500	30±10	2,2	870±20
У-224Б	200	250	—	5000	7±2	2,2	870±20
У-224Б-1	200	250	—	8000	5±1	2,5	870±20
У-224В	100	150	—	3000	7±2	2,2	940±10
У-176Б	200	250	—	5000	7±2	2,2	870±20
Прямой ток 1000 мА							
У-236Б	800	900	—	550	85±10	5,0	870±20
У-236Б-1	800	900	—	3000	20±5	5,0	870±20
ОАО «НИИПП»							
Прямой ток 500 мА							
ТОМ 120С	70	—	—	—	10–30	2,2	800–900
Прямой ток 1000 мА							
ТОМ 120Э	180	—	1700	—	7–10	2,2	820–900
ТОМ 120Д	100	—	500	—	40–50	2,2	800–960
ТОМ 120Н	150	—	5500	—	7–10	2,2	800–960
АОИ201А	180	—	700	—	18	2,2	800–960
АЛ148	150	—	535	—	18–30	2,2	850–900

Таблица 2. Типичные зарубежные светодиодные излучатели для ТВС

Фирма	Модель	Мощность излучения, мВт		Сила излучения, мВт/ср		Угол излучения, град, по уровню 0,5I _{max}	Прямое напряжение, В (не более)	Максимальная длина волн излучения, нм
		Не менее	Типичная	Не менее	Типичная			
Прямой ток 20 мА								
Honeywell	SEP8506-003		100		167	50	1,5	935
	SEP8705-003		70		1300	15	1,7	880
	SEP8706-003		100		167	50	1,7	880
Прямой ток 50 мА								
Kingbright	L-53F3BT		30		139	30	1,2	940
	KA-352F3C		8		2,3	120	1,5	940
	L-34F3C		20		93	30	1,2	940
	L-34F4C		20		93	30	1,3	880
	L-53F3C		30		139	30	1,2	940
	L-53F4C-7113SF4C		30		139	30	1,3	880
Прямой ток 100 мА								
Honeywell	SE5450-014		150		1566	20	1,7	935
Vishay	TSHA5203		65		434	25	1,5	860
Прямой ток 110 мА								
Vishay	TSAL5100		130		1358	20	1,35	940
Прямой ток 700 мА								
Edison Opto	EDEN-1LA3		5,4		34	150	1,5	940

На рис. 2 представлен сверхъяркий светодиодный ИК-излучатель GERMICOM-GR [20] на основе кристаллов GaAs с легирующими добавками, повышающими яркость свечения. Для эффективного отвода тепла с поверхности кристалла используется специальная «чашка» с повышенным коэффициентом теплопроводности. Для обеспечения различных углов подсветки применяются несколько типов линз из специального материала, свободно



Рис. 2. Сверхъяркий светодиодный ИК-излучатель



Рис. 3. Различные типы линз для формирования излучения ИК-осветителя

пропускающего ИК-излучение (рис. 3) [20]. Для создания достаточно мощных ИК-осветителей отдельные светодиодные ИК-излучатели собираются в матрицу (решетку). При этом такая матрица может располагаться по периметру ТВ-камеры в одном с ней корпусе (рис. 4 и 5) [21, 22]. Такое конструктивное исполнение позволяет сократить габариты, но излучение ИК-осветителя, отраженное от защитного стекла кожуха ТВ-камеры, попадает в нее и снижает контрастность изображения. Кроме того, из-за малого расстояния по фронту между осью ТВ-камеры и осями ИК-излучателей контраст изображения снижается вследствие влияния излучения обратного рассеяния в атмосфере. Поэтому более предпочтительным вариантом является использование отдельных ИК-осветителей, разнесенных по отношению к оси ТВ-камеры на максимально возможное расстояние. Матрица светодиодных излучателей такого автономного ИК-осветителя



Рис. 4. ТВ-камеры НТС-71 и НТС-79 с периферическим расположением светодиодных ИК-излучателей в корпусе ТВ-камеры

по существу представляет собой светодиодный кластер, который может также состоять из элементарных кластеров. Например, модель GNCL-S12.5x64 [23] представляет собой сборку из 64 кластеров, каждый из которых содержит по 4–5 светодиодных ИК-излучателей. Основные параметры автономных светодиодных ИК-осветителей для ТВС представлены в таблице 3 [20, 24–27].

Совместная работа ИК-осветителя возможна только с черно-белой или цветной видеокамерой, имеющей режим принудительного переключения «день–ночь». Для сохранения резкости изображения при работе с ИК-подсветкой ТВ-камера должна быть оборудована специальным объективом, приспособленным для работы в ближней ИК-области спектра [27].

Существует много типовых моделей ИК-осветителей и сотни вариантов их исполнения. Дистанция освещения варьируется от 5 до 1600 м с углами подсветки 270–6° [27]. Встроенный в корпус осветителя стабилизатор тока со сверхнизким проходным напряжением позволяет применять без ухудшения рабочих характеристик типовые блоки питания со стандартными



Рис. 5. ТВ-камера с таким же исполнением, что и по рис. 4, но с возможностью погружения под воду на глубину 40 м

Таблица 3. Основные параметры ИК-осветителей для ТВС

Фирма	Модель	Рабочая длина волны, нм	Угол излучения, град.	Масса, кг / габариты, мм	Напряжение питания, В / энергопотребление, Вт	Дальность подсветки, м	Примечание
ООО «Микролайт»	IR-plate	940	160	0,1/106x72x6	12±0,6 / <5	до 4	Климатическое исполнение IP65, P=0,22 Вт
ООО «ЭВС»	ПИК «Пластина»	950	120	0,02/95x80x3	12±0,5 / <5	до 2 (для ТВК с E=0,1 лк)	
ООО «Микролайт»	IR-6/20-880	880 (940)	20±2	0,035 / 34x27,5	12±0,6 / <2,5	до 4	Климатическое исполнение IP65, P=0,15 Вт
	IR-112/120	880	120±12	0,8/180x96x29	12±0,6 / <20	до 1,8	Климатическое исполнение IP65
	IR-30	880	80	0,035 / 134x64x50	12±0,6 / <12,6	4,8–5,5	Климатическое исполнение IP65, P=0,75 Вт
	IR-21	880 (940)	25	0,15 / 74x35x30	12±0,6 / <2,5	20–25 (17–20)	Климатическое исполнение IP65, P=0,11 Вт
	IR-56		20	0,3/98x76x42	12±0,6 / <7,6	33–40 (25–30)	Климатическое исполнение IP65, P=0,29 Вт
	IR-98		20	0,8 / 110x100x55	12±0,6 / <14	50–60 (35–40)	Климатическое исполнение IP65, P=0,50 Вт
	IR-84		30	0,9 / 90x90	12±0,6 / <12,6	50 (30)	P=0,80 Вт
	IR-112/20	880	20	0,8 / 180x96x26	12±0,6 / <20	70–80	Климатическое исполнение IP65, P=0,80 Вт
	IR-294	880 (940)	20	1,5 / 200x134x64	12±0,6 / <21	80–100	P=1,65 Вт
	IR-16/20	880	20	0,9 / 180x155x120	12±0,6 / <38	160–180	Климатическое исполнение IP65, P=0,21 Вт
IR-64	880	3–20	4,8 / 310x280x160	12±0,6 / <38	250–300	P=0,80 Вт	
НТФ «Тирекс»	ПИК 20.2	870	80	0,4 / 125x60x60	12 / 1,44	до 30	Климатическое исполнение IP66, Δt _p = -65...+40 °C
	ПИК20 «Пожарный датчик»	950	80	0,2 / 100x65			Климатическое исполнение IP66, Δt _p = -5...+40 °C
ТПГ «КОМКОМ»	Germicom GR-20	880	20	0,9 / 82x67x67	12±10% / 4(10)	40–70 (72–125)	
	Germicom GR-120		120		12±10% / 4(8)	12–21 (20–35)	
ООО «ИК Технологии»	Dominant L56	850 (940)	15 или 70x50	0,6 / 80x83x61	12+25/-6% / 9,6 или 24+25/-6% / 9,6	50 (40); 15 (8)	Климатическое исполнение IP66, Δt _p = -50...+40 °C
	Dominant L126			1,0 / 145x83x61	12+25/-6% / 9,6 или 24+25/-6% / 19,2	90 (50); 25 (15)	
	Dominant L140			1,1 / 92x172x61	12+25/-6% / 9,6 или 24+25/-6% / 24	115 (70); 35 (25)	
	Dominant L252			1,6 / 145x172x61	12+25/-6% / 9,6 или 24+25/-6% / 38,4	130 (80); 45 (35)	
	Dominant L420	31 / 265x172x61	12+25/-6% / 9,6 или 24+25/-6% / 72	250 (160); 70 (50)			
	Dominant P6	850	6 или 120	1,0 / 145x83x61	12+25/-6% / 9,6 или 24+25/-6% / 12	180; 7	
	Dominant P18			1,6 / 145x172x61	12+25/-6% / 9,6 или 24+25/-6% / 36	500; 12	
Dominant P36	3,0 / 265x172x61			12+25/-6% / 9,6 или 24+25/-6% / 72	800; 20		
ООО «ЭВС»	ПИК 7	870	7	3,5 / ∅135x200	11–14 / 11–14	100; 200	E=0,08 лк; E=10 ⁻³ лк; Δt _p = -50...+40 °C
	ПИК 11		30	2,9 / ∅135x195	11–14 / 11–14	до 35; до 70	
	ПИК 12		80		11–14 / 38,5–49	до 25; до 50	
	ПИК 20		80	0,3 / 48x98x34	11–14 / 8,8–11,2	до 15; до 30	
	ПИК 21		30		11–14 / 7,7–9,8	до 22; до 45	
	ПИК 22		80			до 15; до 30	
	ПИК 23		80	0,03 / ∅30x30	12±0,2 / 4,8	до 7; до 14	
	ПИК 40		80	0,3 / 48x98x34	11–14 / 8,8–11,2	до 15; до 30	
	ПИК 41		30	0,3 / ∅60x100	11–14 / 9,9–12,6	до 24; до 50	
	ПИК 42		80	0,3 / ∅60x100		до 17; до 35	
	ПИК 51	950	80	0,4 / 210x120x40	11–14 / 8,8–11,2	до 10	E=0,1 лк
	ПИК 100-10	850	10	0,8 / 132x122x48	12 / 25	до 220; до 110	E=0,08 лк; E=10 ⁻³ лк; Δt _p = -50...+40 °C
	ПИК 200 25	870	25	0,3 / 55x55x155	12 / 8	до 50	Δt _p = -40...+40 °C
ПИК 200 10x20	850	10–20 (горизонтальный) 10 (вертикальный)	0,6 / 55x110x155	12 / 25	220-170	Два модуля; Δt _p = -40...+40 °C	

Примечания: P – мощность излучения, Δt_p – диапазон рабочих температур, ТВК – ТВ-камера, E – ее чувствительность; ч/б – черно-белая ТВ-камера, цв – цветная ТВ-камера

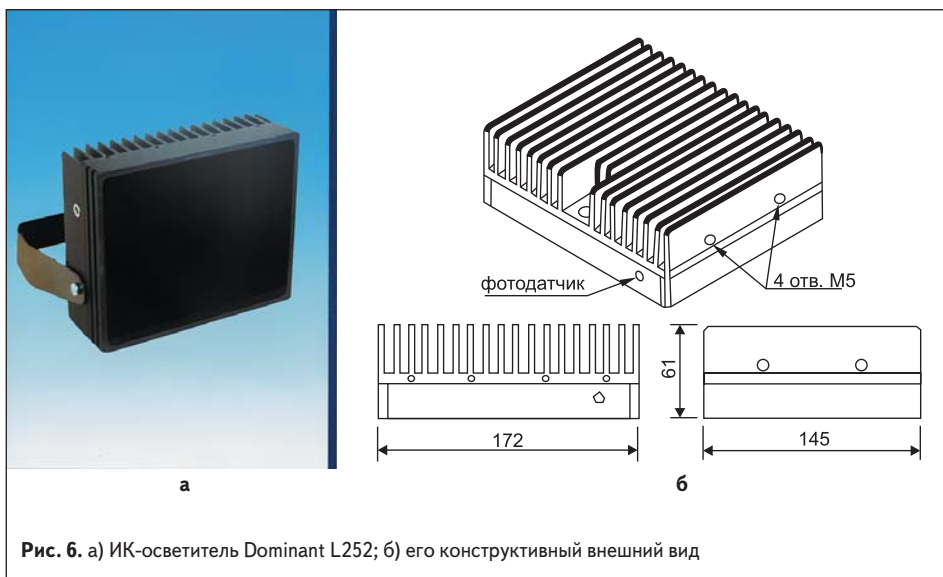


Рис. 6. а) ИК-осветитель Dominant L252; б) его конструктивный внешний вид

выходными напряжениями 12/24 В. К таким блокам, например, относятся модели БП-50-12/24, БП-75-12/24, БП-150-12/24 с мощностью соответственно 50, 75, 150 Вт, массой соответственно 1; 1,1; 1,5 кг и габаритами 222×146×55 мм [27]. Возможно применение менее дорогих блоков питания, не предназначенных для эксплуатации при отрицательных температурах окружающей среды и размещенных в помещениях, находящихся на значительном удалении от осветителей, либо использовать единый мощный источник питания для всей системы освещения объекта, причем лучше всего — с технологией ИБП (UPS) [27]. Стабилизатор имеет встроенную защиту от несоблюдения полярности питающего напряжения и импульсных бросков напряжения до 50 В. Точность стабилизации тока — $\pm 1\%$, ресурс работы — не менее 5×10^4 часов [27].

Работа осветителя автоматизирована с помощью фотодатчика, включающего осветитель при уменьшении наружной освещенности менее установленного порога (например 10 лк) и выключающего его при освещенности выше этого порога на 2–5 лк с задержкой в 20 с для защиты от влияния светодинамической рекламы или кратковременной засветки от фар автомобилей. В условиях офисного (люминесцирующего) освещения чувствительность фотодатчиков не уменьшается [27].

Отсутствие радиочастотного шума позволяет применять осветитель совместно с другой высокотехнологичной аппаратурой с максимально жесткими требованиями по электромагнитной совместимости. Низкая чувствительность электронных компонентов осветителя к электромагнитным излучениям позволяет ему работать в местах с высокой концентрацией электромагнитных полей (высоковольтные ЛЭП и подстанции) [27].

Типовой универсальный кронштейн для крепления осветителя имеется в его комплекте. Применение специального крепежного кронштейна с адаптивным механизмом регулировки при инсталляции позволяет сдвигать и страивать осветители одной модели в единую, значительно более мощную излучающую систему. Такой кронштейн позволяет более гибко настраивать систему освещения объекта: радикально увеличивать сектора освещенности либо многократно увеличивать дальность подсветки при сохранении первоначальных углов излучения, а также комбинировать параметр «угол–дальность» в зависимости от конкретной потребности [27].

Оптимальный способ отвода тепла от светодиодных излучателей и герметизация корпуса позволяют использовать осветители при температуре окружающей среды $-50 \dots +40$ °C.



Рис. 8. Изображение, наблюдаемое при пониженных уровнях освещенности: а) в ТВ-камеру без включения ИК-осветителя IR-84; б) с включением его



Рис. 7. ИК-осветитель IR-84

Ресурс работы ИК-осветителей при снижении мощности излучения до 70% от номинальной при коэффициенте использования 0,5 — не менее 8 лет. При этом отсутствует необходимость технического обслуживания в течение всего срока эксплуатации. Применение высококачественных комплектующих изделий и 100%-й входной контроль позволили увеличить гарантийный срок эксплуатации ИК-осветителей до трех лет [27].

Дополнительно возможна установка следующих типовых опций: схемы импульсного управления осветителем (стробирования) от внешнего источника, например видеосигнала ТВ-камеры; схемы принудительного переключения цветной ТВ-камеры в ночной черно-белый режим при включении осветителя по сигналу фотодатчика; схемы термозащиты, снижающей потребляемую и излучаемую мощность на 30% при перегреве корпуса радиатора выше $+80$ °C с переключением на полную мощность при снижении его температуры до $+70$ °C по сигналу термодатчика; встроенного или внешнего выпрямителя AC/DC с интегрированным фильтром [27]. На рис. 6 представлен ИК-осветитель Dominant L252 и его общий вид. На рис. 7 показан ИК-осветитель IR-84, а на рис. 8 — характер наблюдения при выключенном и включенном ИК-осветителе IR-84. На рис. 9 показан ИК-осветитель ПИК 11, 12, на рис. 10 — ИК-осветители ПИК 21, 22, на рис. 11 — ИК-осветители ПИК 41, ПИК 42, на рис. 12 — способ их крепления на кронштейне. На рис. 13 показана ТВ-камера с ИК-осветителями на общем кронштейне.



Рис. 9. Мощный ИК-осветитель ПИК 11, 12

Для скрытого наблюдения используются ИК-осветители в виде пластин (их параметры приведены в таблице 3), ИК-ламп в светильниках и болтов (таблица 4) [28, 29].

ИК-осветители в виде пластин (панелей) предусматривают скрытое размещение ТВ-камеры за панелью [24]. На переднюю сторону панели можно нанести любой рисунок или надпись, например «Не курить», «Выход» и т. д. Корпус пластины изготовлен из алюминиевых сплавов [24]. Передняя часть пластины защищена спе-

циальным пластиковым фильтром, на котором и допускается располагать надписи. В частности, пластина IR-plate [24] обеспечивает подсветку на дальности до 4 м в угле в 160°. На рис. 14 показана ИК-пластина IR-plate, а на рис. 15 — пример ее установки на двери [24].

ИК-осветитель может быть замаскирован под лампу накаливания (рис. 15), которая может быть установлена в типовой фурнитуре потолочного светильника (рис. 16) [28]. Осветитель имеет широкую и равномерную

диаграмму направленности [29]. ИК-осветитель, замаскированный под болт, имеет цилиндрический резьбовой корпус (рис. 17) [29]. На его торцевой поверхности закреплен шестиэлементный матричный ИК светодиодный излучатель, закрытый темным ИК-фильтром. Совокупность шести практически точечных источников, не имеющих формирующей оптики, обеспечивает широкоугольную и практически равномерную диаграмму направленности излучателя.

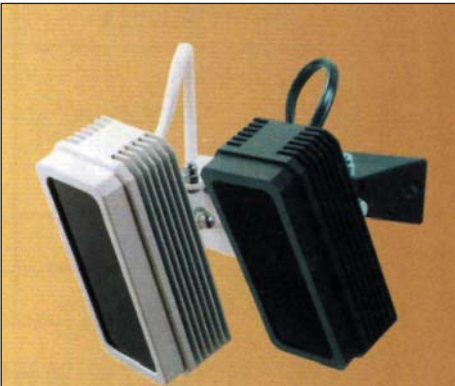


Рис. 10. ИК-осветители ПИК 21, 22, комплектуемые двухкоординатным кронштейном для установки на любую горизонтальную или вертикальную поверхность



Рис. 13. ИК-осветители, закрепленные на кронштейне вместе с ТВ-камерой

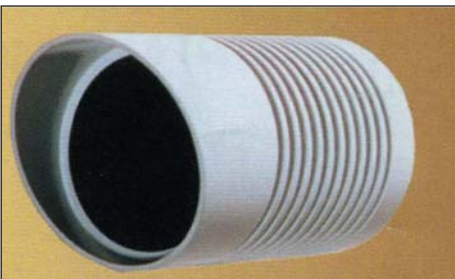


Рис. 11. ИК-осветители ПИК 41, 42, предназначенные для установки на кронштейн термокожуха ТВ-камеры



Рис. 14. ИК-пластина IR-plate



Рис. 12. ИК-осветители ПИК 41, установленные с помощью переходника на одном кронштейне с термокожухом



Рис. 15. Пример установки IR-plate на двери

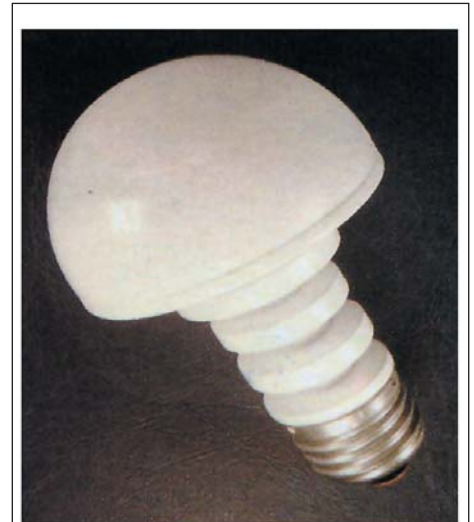


Рис. 16. ИК-лампа (вверху), она же в светильнике (внизу)



Рис. 17. ИК-осветитель «ПИК-Болт»

Таблица 4. Основные параметры светодиодных ИК-осветителей для скрытой подсветки

Фирма	Модель	Рабочая длина волны, нм	Угол излучения, град.	Масса, кг/ габариты, мм	Напряжение питания, В/энергопотребление, Вт	Дальность подсветки, м	Примечание
НТЦ «Подсвет»	IRL-940P	940	140	≤0,1/∅64×102	= 12±10%/<11	5	Δt _р = -40...+40 °С
	IRL-900P	900		≤0,1/∅80×70		6	
	IRS-940	940				5	
	IRS-900	900		6			
НТФ «Тирэкс»	«ПИК-Болт»	950	100×95	∅20×15 (резьба М10, длина 15 мм)	= 12±0,5%/<5	2,4	Дальность дана для ТВК с E = 0,1 лк

Примечания: Δt_р – диапазон рабочих температур, ТВК – ТВ-камера, E – ее чувствительность.

Таким образом, существуют разнообразные светодиодные ИК-осветители для ТВ-систем, которые могут обеспечить решение требуемых задач в различных условиях применения. ●

Литература

1. Гейхман И. Л., Волков В. Г. Видение и безопасность. М.: Новости. 2009.
2. www.optelcenter.com/ru/prodSection1_3.htm
3. www.niipp.ru/Russian/products/AL148.html
4. www.niipp.ru/Russian/products/TOM120S.html
5. www.niipp.ru/Russian/products/TOM120E.html
6. www.niipp.ru/Russian/products/TOM120D.html
7. www.niipp.ru/Russian/products/TOM120H.html
8. www.chipindustry.ru/product0/36290.aspx
9. www.chipindustry.ru/product0/1833.aspx
10. www.chipindustry.ru/product0/15266.aspx
11. www.chipindustry.ru/product0/956756736.aspx
12. www.chipindustry.ru/product0/639861367.aspx
13. www.chipindustry.ru/product0/19176.aspx
14. www.chipindustry.ru/product0/53684.aspx
15. www.chipindustry.ru/product0/411413060.aspx
16. www.chipindustry.ru/product0/32441.aspx
17. www.chipindustry.ru/product0/25120.aspx
18. www.chipindustry.ru/product0/543760574.aspx
19. www.edison-opto.ru/products/edison/ir.php
20. GERMICOM // Каталог торгового дома «КОМКОМ». Москва, 2011.
21. CCTV. Оборудование видеонаблюдения // Каталог фирмы HUNT Electronic. Тайвань. 2011.
22. Supplier for top-quality video surveillance products // Каталог фирмы Shenzhen Topband Electronics and Technology. Китай. 2011.
23. www.radiodetali.com/td/cluster/gncl-s125x64a.htm
24. Ты можешь видеть в темноте? // Каталог фирмы ООО «Микролайт». Москва, 2011.
25. www.evs.ru/prod.php?gr=29
26. ИК-прожекторы для систем видеонаблюдения // Проспект НТФ «Тирэкс». Москва, 2010.
27. Светодиодные прожекторы для систем видеонаблюдения DOMINANT™ // Каталог ООО «ИК технологии». М. о., г. Воскресенск, 2011.
28. Светодиодный ИК-осветитель для скрытой подсветки // Проспект НТЦ «Подсвет». Москва, 2010.
29. Светодиодный ИК-осветитель для скрытой подсветки «ПИК-Болт» // Системы безопасности. 2006. № 1 (67).