

ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ ИК-ПОДСВЕТКИ В СИСТЕМАХ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



О.В. Вовк,
канд. техн. наук,
ООО «Аи-Видео»

Принцип действия

Сначала кратко остановимся на физике процесса. Инфракрасное излучение, применяемое для систем видеонаблюдения, относится к так называемой ближней области инфракрасного спектра. Видимое излучение, часто называемое светом, — это электромагнитное излучение, воспринимаемое человеческим глазом. Оно характеризуется длинами волн в диапазоне от 380 нм с энергией 3,1 эВ до 760 нм с энергией 1,6 эВ. То есть, чем больше длина волны излучения, тем меньше его энергия. Максимум непрерывного спектра солнечного излучения расположен в «зеленой» области 550 нм, на которую приходится максимум чувствительности глаза. Инфракрасное излучение невидимо человеческому глазу. Оно делится на коротковолновое с длиной волны $\lambda = 0,76\text{--}2,5$ мкм (ближняя область ИК-спектра), средневолновое $\lambda=2,5\text{--}50$ мкм и длинноволновое $\lambda=50\text{--}2000$ мкм (дальняя область ИК-спектра).

При поглощении полупроводниками электромагнитного излучения (в том числе оптического) в них генерируются электроны. При вну-

Устройства ИК-подсветки стали неотъемлемой частью современного видеонаблюдения. В настоящее время рынок предлагает интригующее воображение разнообразие таких устройств. Традиционные светодиоды, расположенные в один ряд вокруг камеры видеонаблюдения, — это конструктивное решение стало началом существующего сейчас серийного ряда. Отчасти это маркетинговый ход, отчасти — попытка повышения мощности излучения. Применение ИК-подсветок, как и любых высокотехнологичных устройств, инфракрасных подсветок требует знания целого ряда деталей и тонкостей, которым посвящена эта статья.

треннем фотоэффекте для собственного поглощения энергия фотона должна быть не меньше ширины, так называемой, запрещенной зоны полупроводника (E_g), т.е. для собственного поглощения фотонов с образованием электронно-дырочных пар, должно выполняться условие: $h\nu \geq E_g$, где:

- $h\nu$ — энергия фотона;
- ν — частота излучения ($\lambda = c/\nu$);
- h — постоянная Планка.

Длинноволновая граница фотопроводимости определяется соотношением:

$$\lambda = hc / E_g = 1,24 / E_g \text{ (эВ)} \quad (1)$$

Это максимальная длина волны излучения, которое будет поглощено полупроводником с данной шириной запрещенной зоны с образованием электронно-дырочных пар.

Исходя из этих соображений, для регистрации видимого излучения выбран кремний (Si) — один из самых распространенных на Земле материалов. Ширина его запрещенной зоны составляет 1,1 эВ, а максимум спектральной характеристики расположен на $\lambda=0,85$ мкм, т.е. в ближней области ИК-спектра. Фоточувствительные матрицы на его основе применяются в камерах видеонаблюдения. Именно возможность использования кремниевых матриц в качестве фоточув-

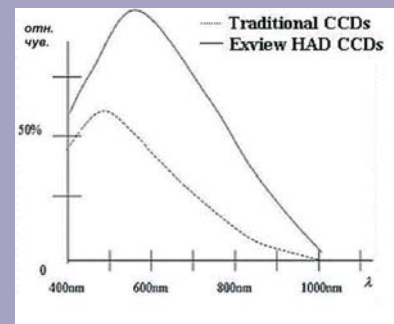
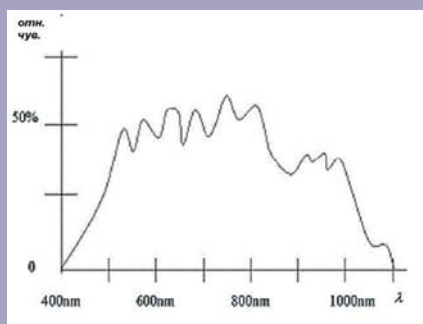


Рис. 1.

ствительного элемента камер видеонаблюдения позволило сделать цены на это оборудование доступными, а применение широким.

На рис. 1 (стр. 2) приведены спектральные характеристики обычной матрицы фирмы Sony и матрицы Sony HAD. Из рисунка видно, что смещение максимума чувствительности на 50–60 нм привело к относительному увеличению чувствительности на основных длинах волн ИК-осветителей:

- при $\lambda=880$ нм: с (13–15) % до (23–25) % от максимума;
- при $\lambda=940$ –950 нм: с (7–8) % до (10–12) % от максимума.

При выборе видеокамер, работа которых предполагается с использованием ИК-подсветки, предпочтение следует отдавать камерам с матрицей SONY ExView HAD ПЗС, не из-за чувствительности вообще, а из-за повышенной чувствительности в ИК-диапазоне. С учетом общего увеличения чувствительности, эти камеры более эффективны при использовании ИК-подсветки.

Необходимо наглядно проиллюстрировать еще одну широко известную, но немаловажную деталь.

Для работы с ИК-подсветкой необходимо выбирать чернобелые камеры. В случае использования камер типа «день-ночь», необходимо выбирать камеры с механическим ИК-фильтром. В обычных цветных камерах, предназначенных для работы днем при высоких освещенностях, установлены ИК-фильтры, защищающие чувствительный элемент от засветок. Результаты применения дневного сенсора для работы с ИК-подсветкой приведены на рис. 2. Фото сделано камерой Mobotix, имеющей два чувствительных элемента, в абсолютно темном коридоре только с ИК-подсветкой.



Слева ночной сенсор, справа дневной.

Для ИК-подсветок применяются излучающие устройства, имеющие максимум спектральной характеристики на длине волны 0,75 мкм и, имеющие максимум на длине волны 0,83 мкм. На жаргонном лексиконе инсталляторов подсветка с максимумом на длине волны 0,75 мкм называется «видимой», а именно красной. Это не потому, что человеческий глаз вдруг увидел инфракрасное излучение, а потому, что создать излучатель с монохроматическим спектром излучения невозможно. Спектральная характеристика любых излучателей включает в себя несколько длин волн. Излучение с длиной волны 0,75 мкм фиксируется человеческим глазом как красное, а рабочим инфракрасным излучением (которое нас в данном случае интересует) является область спектральной характеристики с длиной волны более 0,76 мкм.

Следовательно, если инсталлятору важна скрытость, незаметность ИК-подсветок, то надо выбирать невидимые подсветки, имеющие максимум на длине волны 0,83 мкм. Если это не столь важно, то можно применить ИК-подсветки, имеющие максимум спектральной характеристики на длине волны 0,75 мкм.

Как и в любой технической проблеме, здесь существует вторая сторона вопроса. Согласно первой части всем хорошо известного соотношения (1), чем больше длина волны излучения, тем меньше его энергия. А значит, излучение с большей длиной волны при тех же равных условиях будет действовать на меньшее расстояние, охватывать меньший угол, чем излучение с меньшей длиной волны.

Таким образом, инфракрасная подсветка с меньшей длиной волны предпочтительнее (с точки зрения эффективности подсветки). В то же время, светодиоды (излучатели) с длиной волны менее 850 нм заметны невооруженным глазом. Все это означает что при работе на небольших расстояниях (до 10–15 м) применение ИК-прожекторов с длиной волны излучения 870 нм с целью скрыть подсветку не всегда подходит. Поэтому, приходится идти на компромисс между эффективностью (870 нм) и незаметностью, скрытностью (930–950) нм.



Рис. 2.

При использовании инфракрасных прожекторов на больших расстояниях и при малых углах излучения важнее эффективность, так как визуально найти такие прожектора затруднительно. Черно-белые видеокамеры, совместимые с ИК-подсветкой, «видят» в ИК-спектре, но несколько хуже, чем в видимом спектре, и с ростом длины волны их чувствительность уменьшается. Таким образом, инфракрасная подсветка с меньшей длиной волны, предпочтительнее (с точки зрения эффективности подсветки). В то же время светодиоды (излучатели) с длиной волны 870 нм заметны невооруженным глазом.

Взаимосвязь параметров ИК-подсветок можно проследить с помощью Таблицы. При одинаковом ценовом уровне подсветка, действующая на большее расстояние, захватывает меньший угол. Подсветка с меньшей длиной волны имеет больший радиус действия или захватывает больший угол, чем подсветка с большей длиной волны для аппаратуры одинакового ценового диапазона.

Вообще, в качестве инфракрасных излучателей применяются или галогенные осветители или светодиоды и лазеры. Следует отметить, что при высокой мощности галогенного осветителя 300–500 Вт, его срок службы невелик (1000–2000 часов). ИК-светодиоды и лазерные ИК-диоды имеют существенно больший срок службы. Однако следует отметить, что

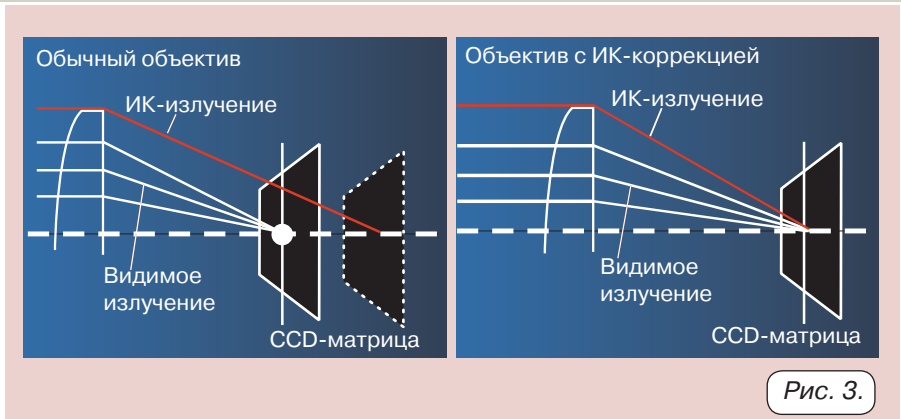


Рис. 3.

при современном высочайшем уровне развития полупроводниковой электроники, ресурс службы твердотельных излучающих диодов существенно меньше, чем у всей остальной элементной базы. Это одна из немногих нерешенных проблем в современной полупроводниковой электронике. Поэтому, приобретая дешевые камеры с встроенными диодами, можно быть уверенными, что максимум через год службы, сама камера будет функционировать исправно, а излучающие ИК-диоды выйдут из строя.

Объективы для систем видеонаблюдения с ИК-подсветкой

Фокусные расстояния для ИК-излучения и видимого света несколько различаются, так как длина волны инфракрасного излучения больше, чем длина волны

видимого излучения. Поэтому ИК-излучение имеет меньший показатель преломления, плоскость сфокусированного изображения обычно размещается позади плоскости матрицы. Если днем изображение резкое, то в ночное время при использовании ИК-подсветки объекты на том же расстоянии будут не в фокусе. То есть, некоторые части изображений, полученные в инфракрасном и видимом свете, могут оказаться расфокусированными. При прочих равных условиях этот эффект более заметен при использовании дешевой пластиковой оптики. Чтобы минимизировать этот эффект применяются специальные объективы с ИК-коррекцией в черно-белых камерах и камерах день-ночь, особенно в случае использования ИК-подсветки. Это дорогостоящие объективы. Принцип работы объектива с ИК-коррекцией приведен на рис. 3.

Существует более практичное и общее решение. Нужно настроить задний фокус объектива видеокамеры ночью при инфракрасном свете, в этом случае глубина резкости будет минимальна, а все объекты окажутся в фокусе. Днем глубина резкости увеличит зону резкости до большего диапазона, компенсируя разницу между фокусом при инфракрасном и нормальном свете. В случае использования черно-белой телекамеры с некоторым запасом по чувствительности, можно фильтром выделить только ИК-излучение и по нему осуществить фокусировку.

Для компенсации этих искажений можно использовать ручное или автоматическое изменение фокусировки объектива для различных режимов.



Особенности изображения, полученного с помощью ИК-подсветки

Изображение, полученное с помощью ИК-подсветки несколько отличается от обычного видеоизображения. Растения отражают ИК-свет, так что изображение деревьев, лужаек и другой растительности в поле зрения ПЗС-видеокамеры с ИК-чувствительностью имеет высокую яркость. Это приводит к ошибке наблюдателя, принимающего ночные изображения за дневные. Кроме того, отраженный ИК-свет может поднимать уровень яркости заднего плана до уровня, где действительно ярко, что будет значительно влиять на восприятие изображения.

Человеческая кожа отражает существенное количество ИК-излучения, но кровеносные сосуды, волосяной покров, а также ткани и части тела с высокой цветовой плотностью, типа шрамов, поглощают ИК-излучение. Черты лица при ИК-подсветке часто кажутся искаженными.

Различные косметические изделия и крашенные волосы отражают ИК-свет по-разному, что может путать и нарушать идентификацию при использовании ИК-изображений. Очки создают сильнейшее искажение.

Кроме того, различия в отражающей способности ИК-излучения вызывается одеждой, различными тканями (способом их изго-



товления и окраской). Все это может создать серьезные искажения в полученных изображениях, препятствуя идентификации объектов.

Пыль, дождь, туман, летающие насекомые, стеклянные окна в высоких зданиях, кафель или краска, заснеженная земля, пустынная поверхность, поверхности озер или рек могут создавать ослепляющую яркость перед видеокамерой, существенно блокируя или мешая наблюдению объектов.

Таким образом, характер изображения, получаемого с помощью ИК-подсветки, обусловлен, как спецификой отражения этого излучения, так и расфокусировкой. Примеры сравнения изо-

бражения, полученного с помощью ИК-подсветки днем и ночью, приведены на рис. 4, 5. Эти фотографии можно считать достаточно уникальными, так как, чтобы осветить такую большую территорию требуются мощнейшие ИК-прожектора, подобные тому, что изображен на рис. 6 (стр. 6).

Способы установки ИК-подсветки

Как известно, ИК-подсветки бывают встроенные в камеры видеонаблюдения и вынесенные (рис. 7 на стр. 8). Остановимся на способах установки вынесенных ИК-подсветок. Со-



Рис. 4.



Рис. 5.

вершенно необязательно устанавливать ИК-подсветку, как это показано на рис. 7 — непосредственно под камерой. Подсветку можно установить и на перпендикулярной стене. Важно только, чтобы соблюдались некоторые условия.

Организация подсветки вещь сама по себе не простая. Искусство освещения очень высоко ценится на съемочных площадках киностудий, на телевизионных студиях, театральных сценах. Секрет состоит в том, что подсветка объекта в рамках кадра должна быть равномерной, в противном случае, будут плохо проработаны малоконтрастные детали изображения объекта. Особенно опасно это в ночных условиях, когда в поле зрения видеокамеры могут попасть неосвещенные участки объекта, это обстоятельство приведет к тому, что значительная часть динамического диапазона по контрасту будет «съедена» неинформативным перепадом между освещенным и неосвещенным участками изображения на мониторе, при этом, малоконтрастные детали на упомянутых участках будут практически не различимы.

Если в поле зрения видеокамеры попадают неосвещенные участки объекта, это приводит к потере изображения.



Рис. 6.



Рис. 7.

Угол подсветки того или иного устройства должен соответствовать углу обзора видеокамеры, причем при выборе подсветки лучше выбирать угол подсветки немного меньше угла обзора видеокамеры. Эта рекомендация основана на том, что обычно на мониторе часть изображения выходит за пределы видимой части экрана, кроме того, периферия изображения обычно не очень важна. Следует учитывать, что устройство ИК — подсветки при одинаковой мощности излучения, но с более узким углом, светит дальше. При этом, важно «не перегнуть палку», как бывает в некоторых видеодомофонах, когда освещается только нос.

Наиболее целесообразны ИК-прожекторы небольшой мощности,

которые имеют углы подсветки 40 и 70 градусов. Иногда (как правило редко) используются видеокамеры на небольшие расстояния с углом менее 40 градусов.

Проблема выбора

Рядовому инсталлятору произвести выбор определенной подсветки для данной видеокамеры с определенной чувствительностью, как правило, непросто. Дело в том, что в паспортных данных видеокамеры приводятся характеристики по чувствительности на основе параметров видимого излучения (света), то есть в люксах, получаемых при освещении энергетическим потоком в люменах. На ИК-излучатели же в паспортных данных приводится спектральная характеристика излучаемой мощности в ваттах на микрометр и использовать ее при расчетах становится проблематичным. Расчеты показывают, что при освещении инфракрасной подсветкой, сигнал на выходе видеокамеры будет практически эквивалентен сигналу этой же видеокамеры естественной освещенности в дневное время.

Таким образом, применение инфракрасной подсветки с камерами видеонаблюдения, — это компромиссный способ визуализации наблюдаемой картины при слабой освещенности между тепловизорами и камерами с высокочувствительным сенсором.



УСТРОЙСТВА ИНФРАКРАСНОЙ ПОДСВЕТКИ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модель	Производитель	Тип (светодиодный LED/ламповый LAMP)	Длина волны излуч., нм	Дальн. осв., м	Угол осв., градус	Напр. Пит., В	Ток потр., А	Габариты, мм	Примечания	Ориент. цена (до кризиса конца 2008 г.)
IRL-900P ИК-лампа	Подсвет	LED	900	6	140	12	0,9	Ф60x100, цоколь E27	имитация лампы, белый цвет	2000р.
IRS-900 ИК-осветитель	Подсвет	LED	900	6	140	12	0,9	Ф80x70	врезная полусфера, белый цвет	2200р.
ИК-6R/aR-20	Микролайт	LED	880-950	6	20	12	0,2	15x25/М10	Требуется радиатор	300р.
ИК-6R-120 ИК – пластина	Микролайт	LED	880-950	3	120	12	0,2	15x25/М10	Требуется радиатор	300р.
IR-6/20 ИК-прожектор для скрытого наблюдения	Микролайт	LED	880-950	6	20	12	0,2	Ф34x27	.	700р.
ИК-Шпилька	Микролайт	LED	950	1,5	160	12	0,2	М10	Требуется радиатор	350р.
ИК-Болт	Микролайт	LED	950	1,5	160	12	0,2	М10	Требуется радиатор	350р.
IR пластина	Микролайт	LED	940	3	170	12	0,4	106x72x6	окно для объектива	380р.
IR- 21/25-880 ИК - прожектор	Микролайт	LED	880	15	25	12	0,2	74x35x30		2000р.
IR-56/20 -940 ИК-прожектор	Микролайт	LED	940	18	20	12	0,6	98x76x42		3430р.
IR-56/20 -880 ИК-прожектор	Микролайт	LED	880	30	20	12	0,6	98x76x42		3430р.
IR-16/3-940 ИК-прожектор	Микролайт	LED	940	126	3	12	0,3	180x210x120		3970р.

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IR-16 /5-880 ИК-прожектор	Микролайт	LED	880	120	5	12	0,3	180x210x120		3970р.
IR-16/3-880 ИК-прожектор	Микролайт	LED	880	180	3	12	0,3	180x210x120		3970р.
IR-294/60*40-880 ИК-прожектор	Микролайт	LED	940	40	60*40	12	3	205x133x65		10000р.
IR-576-940 ИК-прожектор	Микролайт	LED	940	250	18	12	7,2	240x160x94		45240р.
IR-576-880 ИК-прожектор	Микролайт	LED	880	350	18	12	7,2	240x160x94		45240р.
ИК-пластина 930	Степунин А. С.	LED	930	4	170	12	0,4	100x80x6	под номер квар- тиры	441р.
ИК-пластина 930А	Степунин А. С.	LED	930	3	170	12	0,4	106x72x7	белый цвет	743р.
ИКП-30/40 ИК - прожектор	Степунин А. С.	LED	930	20	40	12	0.8	Ф58x40		2 522р
ИКП-49/70 ИК - прожектор	Степунин А. С.	LED	930	15	70	12	1,1	75x75x75		3 990р.
ПИК 23В «Выключатель»	Тирекс	LED	950	5	80	12	0.4	Ф30x30	ИМИТАЦИЯ выключателя	3920р.
ПИК23ВП «Врезная Пластина»	Тирекс	LED	950	2	120	12	0,3	80x55x5		505р.
ПИК20 Прожектор ИК	Тирекс	LED	870	15	80	12	0,8	48x98x34	возможна установка камеры внутрь	4190р.
AVIR-613-1	Activision	LED	940	15	30	12	0,16	Ф57x100	Отверстие под камеру Ф30	835р.
UL500/10/830	Computar/ Derwent	LAMP	830	240	10	220AC	1	250x160x95	Ресурс 3000 ч	\$783
UL500/30/830	Computar/ Derwent	LAMP	830	240	30	220AC	1	250x160x95	Ресурс 3000ч	\$783
UL300/30/830	Computar/ Derwent	LAMP	830	130	30	12	15	185x134x130	Ресурс 3500 ч	\$718
UL-Mini-LED ИК - прожектор	Computar/ Derwent	LED	850	20	30	220AC	5		с БП	\$437
SUPER-LED ИК-прожектор	Computar/ Derwent	LED	850	175	30	220AC	5	240x180x110	с БП	\$2001

