

Пассивный инфракрасный датчик движения

Н.П. Власюк

Пассивный инфракрасный датчик движения с питанием от ~220 В выпускается в комплекте с галогеновым прожектором и сконструирован как единое устройство. Пассивным называется потому, что он не подсвечивает контролируемую зону инфракрасным излучением, а использует его фоновое инфракрасное излучение, поэтому является абсолютно безвредным.

Назначение ИК-датчика и практическое применение

двигущийся объект. "Спящий режим", при котором датчик, находясь во включенном состоянии (под током), в дневное время, не реагирует на внешние раздражители, а с наступлением сумерек (темноты) автоматически переходит в "Режим охраны". Этот режим предусмотрен для того, чтобы не включать освещение в дневное время. После подачи питания датчик начинает с "Режима тревоги", а потом переходит в "Режим охраны".

Подобные датчики продаются также и отдельно. Их

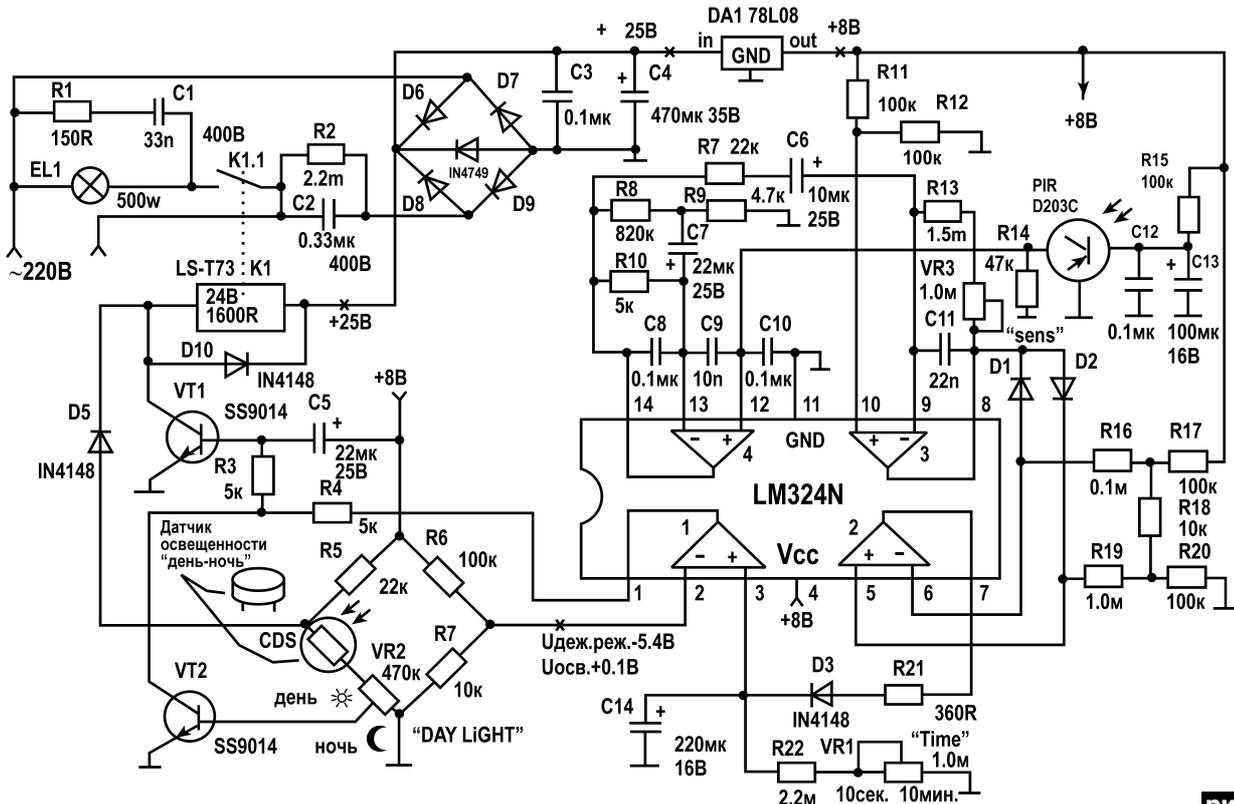


рис. 1

Датчик предназначен для автоматического включения нагрузки, например прожектора, при попадании в зону его контроля движущегося объекта и выключении его после выхода объекта из зоны. Он применяется для освещения фасадов домов, хозяйственных дворов, строительных площадок и т.д.

Технически данные пассивного ИК-датчика модели 1VY7015

Напряжение питания датчика и всего устройства ~220 В, ток потребления самого датчика в режиме охраны 0,021 А, что соответствует потребляемой мощности 4,62 Вт. Естественно, при включении галогеновой лампы мощностью 150 или 500 Вт потребляемая мощность увеличивается соответственно. Максимальный радиус обнаружения движущегося объекта (впереди датчика) 12 м, зона чувствительности в горизонтальной плоскости 120...180°, регулируемая задержка освещения (после выхода объекта из зоны контроля) от 5...10 с до 10...15 мин. Допустимый температурный диапазон эксплуатации -10...+40°C. Допустимая влажность до 93%.

ИК-датчик может находиться в одном из следующих режимов. "Режим охраны", при котором он "зорко" следит за контролируемой зоной и готов в любое время включить исполнительное реле (нагрузку). "Режим тревоги", при котором датчик с помощью исполнительного реле включил нагрузку, так как в его контролируемую зону попал

применяют значительно шире, чем комплект (прожектор с датчиком), а по режиму электропитания они могут быть рассчитаны на напряжение ~220 В или =12 В.

Принцип работы пассивного ИК-датчика

Фоновое инфракрасное излучение контролируемой зоны с помощью переднего стекла (линзы) фокусируется на фототранзисторе, чувствительном к ИК-лучам. Поступающее от него малое напряжение усиливается с помощью операционных усилителей (ОУ) микросхемы, входящей в схему датчика. В нормальных условиях электромеханическое реле включения нагрузки обесточено. Как только в контролируемой зоне появляется движущийся объект, освещенность фототранзистора изменяется, он выдает на вход ОУ измененное напряжение. Усиленный сигнал выводит схему из равновесия, срабатывает реле, которое включает нагрузку, например лампу освещения. Как только объект выходит из зоны, лампа некоторое время продолжает светиться, в зависимости от выставленного времени электронного реле времени, а затем переходит в исходное состояние – "Режим охраны".

Принципиальная схема пассивного ИК-датчика модели 1VY7015 показана на рис. 1. По сравнению с подобными 12-вольтовыми ИК-датчиками, схема этой модели является простой. Нарисована она по монтажной схеме. Так как на монтажной схеме производители не обозначили все радиоэлементы, то автору пришлось это сделать

Регулируемые резисторы

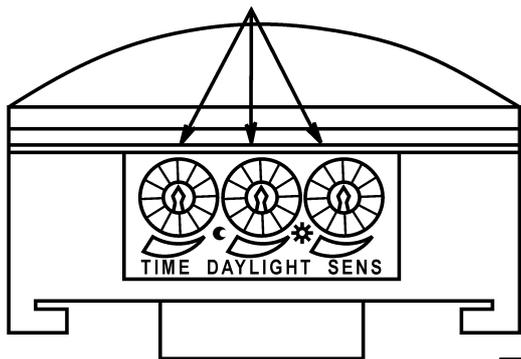


рис.2

самостоятельно. На плате размерами 80x68 мм размещены навесные радиоэлементы без применения ЧИП-элементов.

Назначение основных радиоэлементов принципиальной схемы

1. Узел питания датчика – бестрансформаторный, выполнен с применением гасящего конденсатора С2 емкостью 0,33 мкФх400 В. После выпрямительного моста стабилитрон ZD (1N4749) устанавливает напряжение 25 В, которое используется для питания обмотки реле К1, а стабилизатор DA1 (78L08) из 25 В стабилизирует 8 В, которое используется для питания микросхемы LM324 и вообще всей схемы. Конденсатор С4 – сглаживающий, а С3 предохраняет датчик от высокочастотных помех.

2. Трехвыводной инфракрасный фототранзистор PIR D203С – “зоркий глаз” датчика, его главный элемент, именно он выдает “команду” на включение исполнительного реле при быстром изменении инфракрасного фона контролируемой зоны. Питается от +8 В через резистор R15. Конденсатор С13 – сглаживающий, а С12 предохраняет фототранзистор от высокочастотных помех.

3. Микросхема LM324N (рыночная стоимость \$0,1) – главный усилитель датчика. В своем составе имеет 4 ОУ, которые схемой датчика (радиоэлементами R7, С6; D1, D2; R21, D3) включены последовательно (4-3-2-1), что обеспечивает высокое усиление сигнала, выдаваемого ИК-фототранзистором, и высокую чувствительность всего датчика. Питается от 8 В (“плюс” – вывод 4, “минус” – вывод 11).

4. Назначение электромеханического реле К1 модели LS-T73 SHD-24VDC-F-A (рыночная стоимость \$0,8) – включать нагрузку, а точнее, выдавать на нее ~220 В. Напряжение +25 В на обмотку реле выдает транзистор VT1. Номинальное рабочее напряжение обмотки реле 24 В, а его контакты, согласно надписи на корпусе, допускают ток

Зоны чувствительности датчика

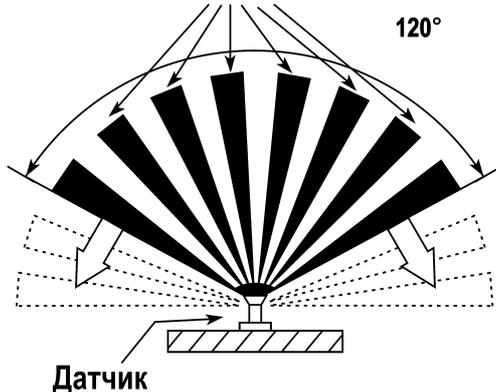


рис.3

10 А при ~240 В, что вызывает сомнения в способности такого малогабаритного реле коммутировать нагрузку в 2400 Вт. Заграничные производители часто завышают параметры своих радиоэлементов.

5. Транзистор VT1 типа SS9014 или 2SC511 (рыночная стоимость около \$0,2). Основные предельные параметры: $U_{кэ.макс}=45$ В, $I_{к.макс}=0,1$ А. Обеспечивает включение/выключение реле К1 в зависимости от соотношений напряжений (вывод 1 LM324N и коллектор VT2) на его базе.

6. Мост (R5, R6, R7, VR2, фоторезистор CDS) и транзистор VT2 (SS9014, 2SC511) предназначены для установления одного из двух режимов работы датчика: “Режима охраны” или “Спящего режима”. Необходимый режим обеспечивается освещенностью фоторезистора CDS (именно он своим сопротивлением, изменяющимся от освещенности, указывает датчику, сейчас день или ночь) и положением движка переменного резистора VR2 (DAY LIGHT). Так, при нахождении движка переменного резистора в положении “День”, датчик работает как днем, так и ночью, а в положении “Ночь” – только ночью, а днем находится в “спящем” режиме.

7. Регулируемое электронное реле времени (С14, R22, VR1) обеспечивает задержку времени отключения светящей лампы от 5...10 с до 10...15 мин после выхода объекта из контролируемой зоны. Регулировка обеспечивается

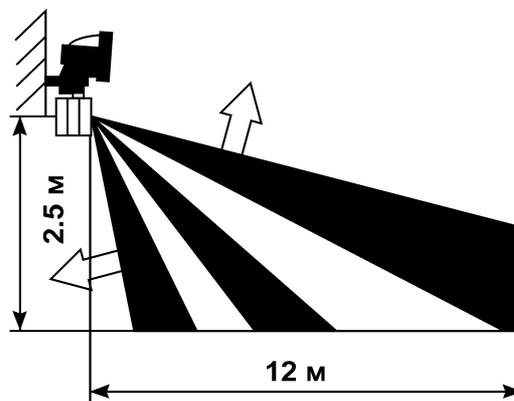


рис.4

переменным резистором TIME VR1.

8. Переменным резистором SENS VR3 регулируют чувствительность датчика путем изменения глубины отрицательной обратной связи в ОУ №3.

9. Демпферная цепочка R1C1 поглощает скачки напряжения, возникающие при включении/выключении галогеновой лампы.

10. Остальные радиоэлементы (например, R16–R20, R11, R12 и т.д.) обеспечивают нормальную работу ОУ микросхемы LM324N.

Рекомендации по ремонту ИК-датчика

Приступая к ремонту ИК-датчика, следует помнить, что все его радиоэлементы находятся под фазным напряжением, опасным для жизни. При ремонте подобных устройств их рекомендуют включать через разделительный трансформатор. Датчик работает надежно и в ремонт попадает редко, но если он поврежден, то ремонт начинают с внешнего осмотра его монтажной платы. Если при этом не обнаружено повреждений, то следует проверить выходные напряжения устройства питания (25 и 8 В). Устройство питания, да и любой другой элемент схемы (микросхема, транзисторы, стабилизатор, конденсаторы, резисторы), могут выйти из строя из-за скачков напряжения в питающей сети или ударов молнии, а защита от них, в схеме датчика, к сожалению, не предусмотрена. Тестером можно проверить исправность всех этих элементов, кроме микросхемы. Микросхему, при подозрении в ее

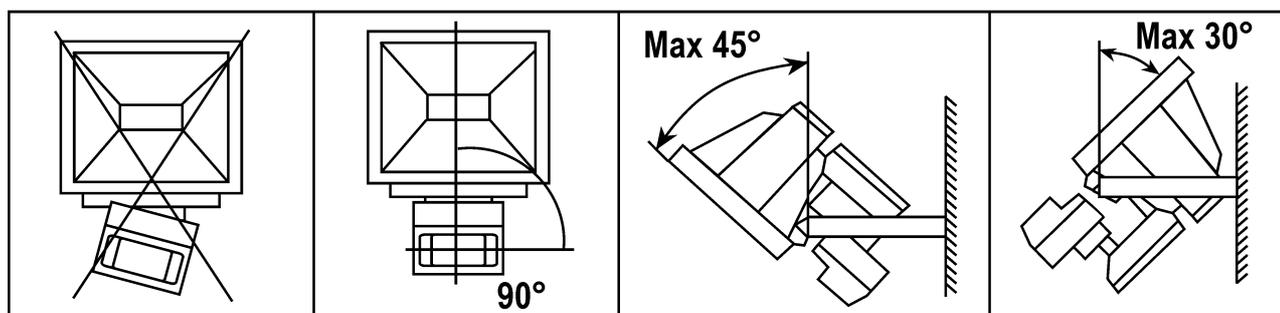


рис.5

неработоспособности, можно заменить. Слабым звеном в датчике могут оказаться контакты реле К1, так как они коммутируют значительные пусковые токи галогеновой лампы, их работоспособность проверяют тестером.

Настройка ИК-датчика

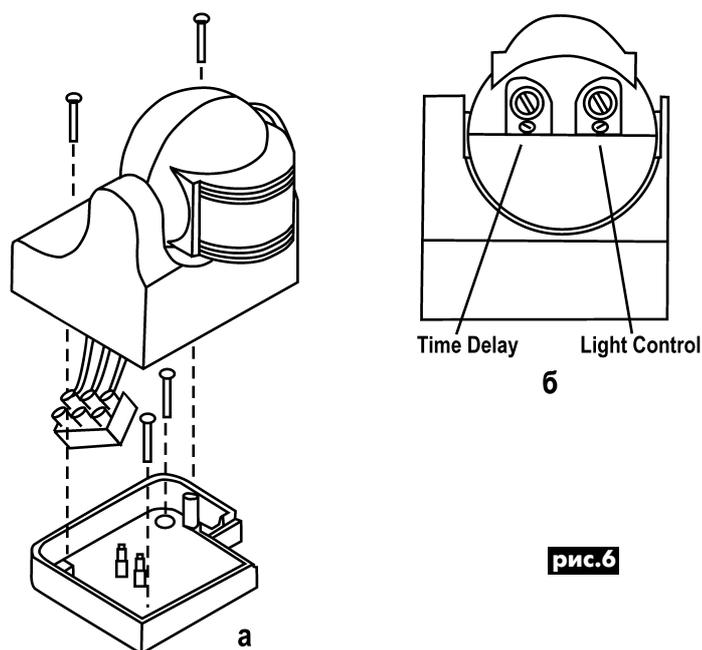


рис.6

Настройка ИК-датчика заключается в правильной установке трех регулировочных резисторов, расположенных снизу датчика (рис.2). Что же регулируют эти резисторы?

TIME – регулирует время задержки на выключение галогеновой лампы, после того как объект, вызвавший ее включение, вышел из контролируемой зоны. Диапазон регулировки от 5...10 с до 10...15 мин.

DAYLIGHT – устанавливает датчик в "Режим охраны" или "Спящий режим" в дневное время. С физической точки зрения положение движка переменного резистора разрешает или запрещает работать датчику при определенной освещенности. Регулируемый диапазон освещенности 30 лк. Так, если регулятор повернуть против часовой стрелки (установить на знак "полумесяц"), то датчик работает только в темное время суток, а днем "спит". Если повернуть его в крайнее положение против часовой стрелки (знак "маленькое солнышко"), то датчик работает как в дневное, так и в ночное время, т.е. круглые сутки. В промежуточном положении между этими значениями датчик может перейти в "Режим охраны" уже с наступлением сумерек. Переход датчика в один из вышеуказанных режимов происходит автоматически.

SENS – регулирует чувствительность датчика, т.е. устанавливает большую или меньшую площадь (или дальность) контролируемой зоны.

Недостатки ИК-датчика

Недостатки ИК-датчика ~220 В заключаются в его ложных срабатываниях. Это происходит при движении веток деревьев или кустов, находящихся в контролируемой зоне; от проезжающей машины, точнее, от тепла его двигателя; от изменяющегося источника тепла, если он расположен под датчиком; от внезапного изменения температуры при порывах ветра; от молнии и засветки автомобильных фар; от прохода животных (собак, кошек); от мигания электросети датчик срабатывает и некоторое время лампа продолжает светить. К недостаткам вышеописанного датчика следует отнести и его нерабочее состояние при отсутствии напряжения ~220 В. Уменьшить количество ложных срабатываний можно путем изменения положения датчика.

Назначения переднего стекла – линзы ИК-датчика. Для расширения контролируемой зоны до 120° и даже 180° линзу датчика делают полукруглой или сферической. При ее изготовлении (литье) с ее внутренней стороны предусмотрены многочисленные прямоугольные линзочки. Они делят контролируемую сектор на маленькие участки. Каждая линзочка, из своего участка, фокусирует инфракрасное излучение в центр фототранзистора. Деление контролируемой зоны на участки приводит к тому, что контролируемая зона становится веерной (рис.3). В результате датчик "видит" нарушителя только в черной зоне, а в белой он "слепой". Эти зоны, в зависимости от количества и размеров линзочек, имеют заданную конструкторами конфигурацию. Применение микропроцессоров позволяет устранить ряд вышеописанных недостатков этих датчиков. Линза – это важнейший элемент ИК-датчика. Именно от ее зависит, как широко по горизонтали и вертикали "видит" датчик. Некоторые ИК-датчики имеют сменные линзы, которые создают контролируемую зону под конкретную задачу. Стекло линзы должно быть целым (не разбитым), в противном случае конфигурация его контролируемой зоны непредсказуема.

Области применения пассивных ИК-датчиков

1. Освещение различных помещений, т.е. автоматическое включение/выключение освещения в подъездах, складах, квартирах (домах), хозяйственных дворах и фермах. Для этого, в зависимости от ситуации, можно применить как вышеописанные комплекты ИК-датчиков с прожекторами, так и отдельно продаваемые датчики. Стоимость комплекта (датчика с прожектором) с галогеновой лампой мощностью 150 Вт – \$8–14, а с лампой 500 Вт – \$12–18. Устанавливают комплект на неподвижных объектах на высоте 2,5...4,5 м (рис.4). Рекомендуемые и допустимые наклоны комплекта согласно инструкции показаны на рис.5.

Отдельно продаваемые пассивные ИК-датчики могут быть рассчитаны на напряжение электропитания либо ~220 В, либо +12 В. Для освещения лучше использовать датчики на ~220 В, они сравнительно дешевле (стоят \$8–14) и выдают на нагрузку также ~220 В, поэтому к ним легко

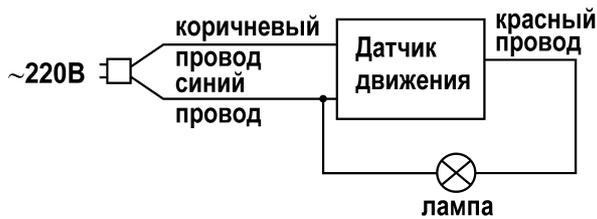


рис.7

подключать электролампочки.

Один из вариантов такого датчика, модель YCA 1009, показан на рис.6. В нем только два регулировочных резистора: *Time Delay*, регулирующий время отключения нагрузки после выхода объекта из контролируемой зоны, и *Light Control*, разрешающий или запрещающий работу датчика в дневное время. Максимально допустимая нагрузка 1200 Вт. Угол обзора контролируемой зоны 180°, а ее максимальная длина 12 м.

Из датчика выходят три цветных провода,

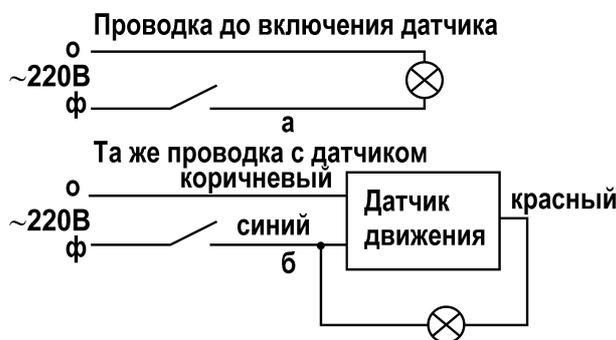


рис.8

предназначенных для подключения сети и нагрузки. На рис.7 показана схема включения такого датчика на отдельную лампу ~220 В, в качестве которой можно использовать и настольную лампу.

При подключении датчика к существующей электропроводке дома (квартиры), т.е. к уже установленным лампочкам и выключателям важно правильно найти общий провод датчика и совместить его с электропроводкой. На рис.8, а, б показаны схемы участка электропроводки до включения датчика и после включения. Если использовать датчик для освещения крыльца дома, то сам датчик лучше установить около лампочки.

Применение ИК-датчиков в схемах освещения значительно экономит электроэнергию и создает удобства при их автоматическом включении/выключении.

2. *Автоматическое включение освещения в квартирах и домах.* В такой ситуации датчик лучше приспособить к настольной лампе, чтобы при ненадобности можно было легко отключить.

3. *Оповещение владельца дома о приходе гостей.* В этом случае, датчик необходимо направить на калитку забора или пространство около нее, а для звукового оповещения использовать звонок или иной звуковой извещатель с питанием от ~220 В.

4. *Охрана хозяйственного двора, гаража, фермы, офиса, квартиры.* Для этой цели можно применить и вышеописанные дешевые ИК-датчики с питанием от ~220 В. Однако такие датчики имеют большой недостаток: при пропадании сети они не работают, поэтому их применяют только для охраны малозначимых объектов. ИК-датчики с питанием от +12 В лишены этих недостатков, так как они легко обеспечиваются резервным электропитанием от аккумуляторов. Для этого разработан небольшой приемно-контрольный прибор (ПКП), который крепится на стенку. В

нем размещаются блок питания, аккумуляторы 12 В на 4 Ач или 7 Ач и электронная начинка. Все датчики охраняемого объекта подключают к одному ПКП, который обеспечивает их надежным электропитанием, принимает от них сигналы тревоги и передает охране. При отсутствии охраны к ПКП можно подключить мощную звуковую сирену, которая отпугнет злоумышленников. Таким образом, для охраны важных объектов должны применяться комплекты ПКП с ИК-датчиками 12 В, между ними протягивают стандартный 4-проводный кабель (два провода для питания 12 В, два – для сигнала тревоги). На ИК-датчиках +12 В не устанавливают внешние регулировочные резисторы, так как часть их функций передано “электронной начинке” прибора ПКП.

Для охраны своего хозяйственного двора ИК-датчики необходимо устанавливать так, чтобы они не были заметны, иначе их могут вывести из строя. Для этого ИК-датчики можно установить у окон внутри дома, направив их линзу на охраняемые объекты. Для охраны квартир и офисов ИК-датчики устанавливают в углу комнат, а для охраны гаражей и ферм их линзы направляют на входные ворота.

Как уже отмечалось, дешевые ИК-датчики на ~220 В и 12 В имеют ряд недостатков, таких, как срабатывания датчика при проходе собак, кошек, мышей. Для устранения этого явления необходимо установить ИК-датчик внутри дома на подоконнике окна, направить его во двор и расположить перед ним защитный экран (рис.9). В этом случае между землей и зоной захвата ИК-датчика образуется “слепая зона”, в которой датчик не реагирует

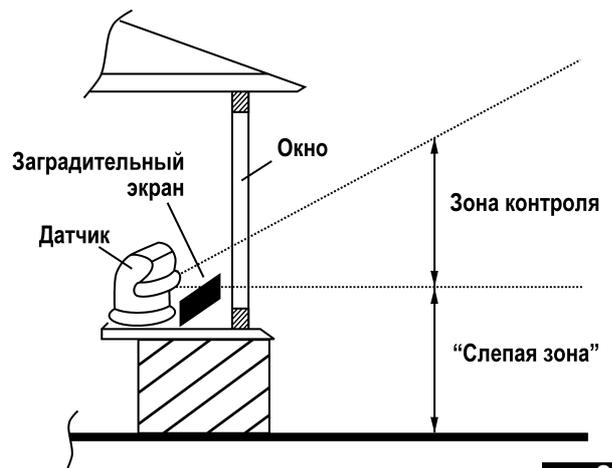


рис.9

на мелких нарушителей, но на проходящего человека он среагирует, так как по высоте человек выше этой зоны.

В новых датчиках 12 В конструкторы, усложнив схему и конструкцию датчика, устранили этот недостаток. Так, в израильском ИК-датчике Crow SRX-1100 добавлен микропроцессор и установлен СВЧ радиоизлучатель, который определяет размеры нарушителя, сравнивает его с установленными порогами и принимает решение, дать или не дать команду на сигнал тревоги.

Конструкторы из Японии и других стран решили данную проблему другим способом. Они предусмотрели смещение (внутри ИК-датчика) электронной платы с фототранзистором вверх или вниз по отношению к точке фокусировки линзочек стекла. В результате самые ближние к земле черные чувствительные сегменты отсекаются, и у земли устанавливается “слепая зона”, в которой датчик “не видит” мелких животных. Высоту “слепой зоны” можно регулировать тем же смещением электронной платы. Есть и другие способы исключения реагирования ИК-датчиков на проход мелких животных. Решена проблема срабатывания ИК-датчика при его засветке молнией или фарами автомашин. Естественно, все эти усовершенствования вызывают удорожание пассивных ИК-датчиков, зато повышают надежность охраны.