

# Автономная охранная сигнализация на микроконтроллере AVR

Сергей Шишкин

В статье представлена автономная охранная сигнализация на базе микроконтроллера AVR. В качестве первичных датчиков в устройстве задействованы: извещатель охранной объёмный оптико-электронный «Астра-5», исполнения А, извещатели охранные точечные магнитоконтактные (герконовые) типа «ИО 102-26» исполнения 4. Автор приводит развёрнутый алгоритм работы устройства, схемотехнику, схему подключения охранных извещателей.

Выбираемая пользователем охранная сигнализация должна обеспечивать защиту людей и имущества в соответствии с требуемым уровнем их безопасности. Допускаемый устройством уровень риска должен учитывать не только возможную опасность для охраняемого объекта, но и её последствия. Уровень риска определяет выбор типа и количества технических средств охранной сигнализации (обнаружения, приёма-передачи, регистрации) типа передачи сигналов тревоги, способа их защиты от помех. Любая автономная охранная сигнализация (далее – устройство или охранная сигнализация) имеет стандартное построение. В её состав входят (или могут входить) следующие основные составные части:

- датчики (охранные извещатели) различного типа – акустические,

магнитоконтактные, вибрационные и т.д.;

- базовый модуль (плата контроллера) или приёмно-контрольный прибор (ПКП);
- исполнительные устройства, к которым относятся средства оповещения и передачи тревожных сообщений;
- пульт или панель управления, оснащённые дисплеем, кнопками/клавишами и т.д.;
- соединительные кабели и жгуты (для проводных систем);
- модуль питания (устройство бесперебойного питания).

Основные требования, которые предъявляются к подобным устройствам при эксплуатации:

- простой пользовательский интерфейс;
- ремонтопригодность.

Представляемая охранная сигнализация предназначена для приёма сигналов от охранных извещателей и приведение в действие звуковой и световой сигнализации. Структурная схема устройства представлена на рис. 1.

Основные составные части устройства: силовая часть А1; плата контроллера А2; извещатель типа «Астра 5» В01; извещатели магнитоконтактные типа ИО102-26 ВМ1-ВМ6; модуль питания U1.

В плате контроллера А2 предусмотрена одна линия для подключения извещателя охранного объёмного оптико-электронного «Астра-5» исполнения А, ИО 409-10 (далее – датчик охраны «Астра-5») и шесть независимых линий для подключения охранных точечных магнитоконтактных извещателей ИО 102-26 исполнения 4 (далее – датчик охраны ИО 102-26). Они являются внешними (выносными) элементами по отношению к устройству. Вышеуказанные извещатели (датчики) к плате контроллера А2 по каждой независимой линии можно подключать в шлейф.

К силовой части А1 устройства можно подключать такие исполнительные

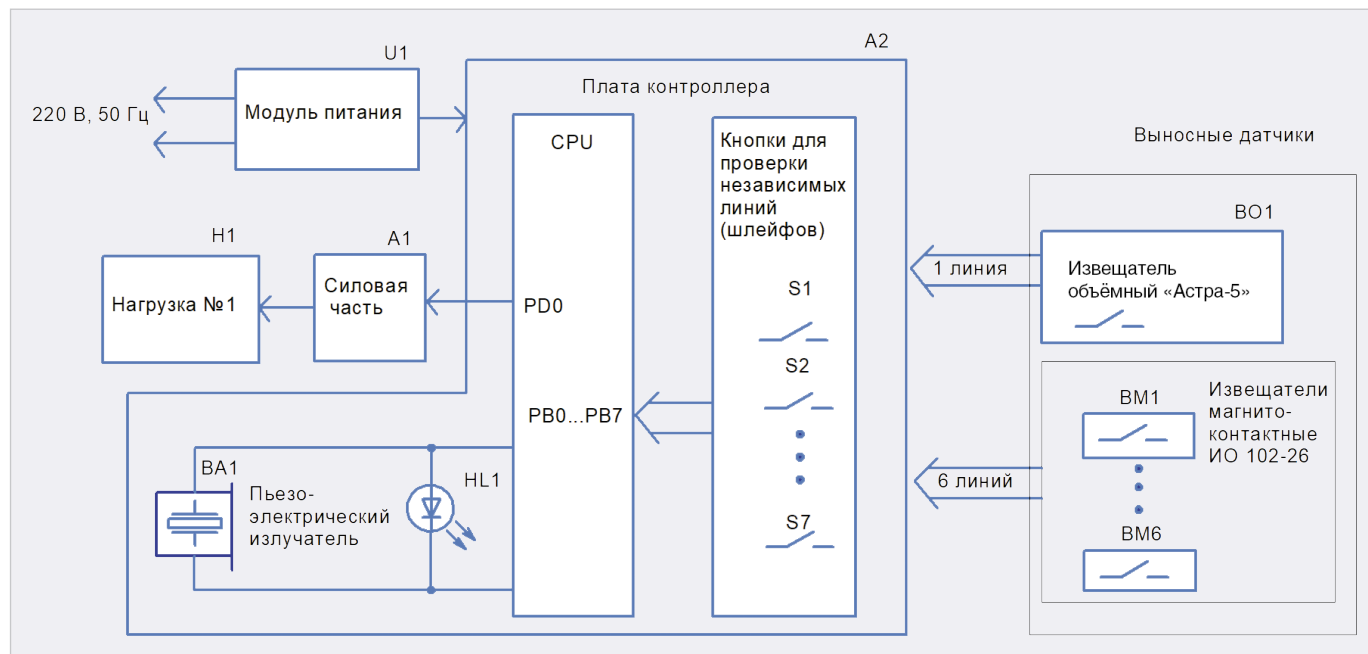


Рис. 1. Структурная схема устройства



Рис. 2. Внешний вид охранного извещателя «Астра-5»

устройства, как световая сигнализация (лампочки, световые полосы, стробоскоп и пр.) или звуковая сигнализация (ревун, сирена и пр.). Внутренние кнопки платы контроллера S1...S7 – кнопки для проверки работоспособности линий, к которым подключаются выносные датчики охраны.

Уместно будет дать информацию общего плана о задействованных в устройстве датчиках. Внешний вид охранного извещателя «Астра-5» представлен на рис. 2.

Внешний вид охранного извещателя ИО-102-26 исполнения 4 с переключающимся герконом представлен на рис. 3.

Датчик охраны «Астра-5» исполнения А предназначен для обнаружения проникновения в охраняемое пространство закрытого помещения и формирования извещения о тревоге путём размыкания выходных контактов сигнального реле. Принцип действия основан на регистрации изменений потока теплового излучения, возникающих при пересечении человеком зоны обнаружения, которая состоит из чувствительных зон. Каждая чувствительная зона состоит из двух элементарных чувствительных зон. Чувствительные зоны датчика формируются линзой Френеля и двухплощадочным пироэлектрическим приёмником излучения. Электрический сигнал с пироэлектрического приёмника поступает на микроконтроллер, который в соответствии с заданным алгоритмом работы формирует извещение «Тревога» размыканием выходной цепи оптоэлектрического реле.

Датчики охраны ИО-102-26 исполнения 4 предназначены для блокировки дверных и оконных проёмов, организации устройств типа «ловуш-

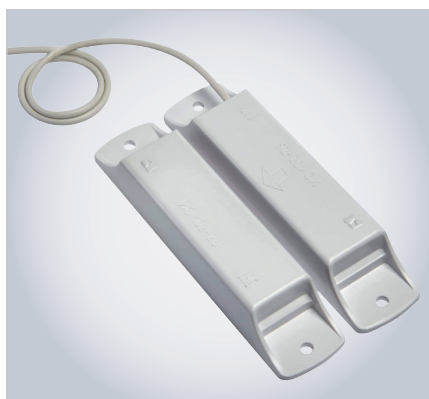


Рис. 3. Внешний вид охранного извещателя ИО-102-26

ка», а также блокировки других конструктивных элементов зданий и сооружений, на открывание или смещение с выдачей сигнала «Тревога». Извещатель любого исполнения данного типа конструктивно состоит из датчика магнитоуправляемого (датчика) на основе геркона и задающего элемента (магнита), выполненных в корпусах из пластика. Крепёжные отверстия извещателя сверху закрыты накладной декоративной крышкой. Некоторые обыватели считают, что магнито-контактные датчики можно легко обойти и проникнуть на охраняемый объект, не вызывая сигнала тревоги, используя внешний магнит. Однако это не так. Практика показывает, что саботирование датчиков, применяемых на стальных конструкциях, вообще невозможно, так как магнитное поле внешнего магнита не может воздействовать на исполнительный элемент через сталь. У датчиков на неметаллических конструкциях толщина блокируемых дверных, оконных и иных конструкций часто превышает 35 мм. Это делает саму возможность саботирования сомнительной, так как для этого понадобятся сильные и громоздкие внешние магниты. Кроме того, большое поле такого магнита (при неудачном его ориентировании) может, наоборот, разомкнуть (замкнуть) геркон и вызвать сигнал тревоги. Если же возникают сомнения в возможности саботирования магнитоcontactного датчика, то есть несколько простых способов защиты. Например, для блокировки применяется не один, а два магнитоcontactных датчика, расположенных друг от друга на расстоянии примерно 15 мм и последовательно соединённых друг с другом.

При этом нужно, чтобы у задающих элементов направления магнитных полей были встречными. Тогда при попытке саботирования работы датчиков внешним магнитом большой мощности один из задающих элементов поменяет направление магнитного поля и переключит систему датчиков из режима «охрана» в режим «тревога».

На рис. 4 приведена принципиальная схема устройства.

Назначение сигналов на колодке датчика охраны «Астра-5» следующее: TMP – сигнал (выход реле, при снятой крышке контакты реле – разомкнуты), который при снятии крышки формирует извещение о тревоге независимо от включения питания датчика; RES – клемма для установки резистора; RELAY – выходы реле; +12V, GND – клеммы электропитания. Обозначение контактов на колодке дано условно. При выключенном электропитании, а также в дежурном режиме (одна минута после подачи электропитания) выходные контакты реле RELAY датчика охраны разомкнуты. Более подробное описание датчика охраны «Астра-5» приведено в [1].

У датчика ИО-102-26 исполнения 4 тип геркона – переключающийся. Под действием магнита контакт 2 замыкается с контактом 3 и замыкается с контактом 1. Более подробное описание датчика ИО-102-26 приведено в [2].

Силовая часть, к которому подключается исполнительное устройство, подключается к соединителю XP1. Данный канал управляется с вывода 2 микроконтроллера DD1. С порта PB микроконтроллер DD1 управляет кнопками S2–S9 и динамической индикацией. Динамическая индикация собрана на транзисторах VT1–VT3, цифровых семисегментных индикаторах HG1–HG3. Резисторы R3–R10 токоограничительные для сегментов индикаторов HG1–HG3. Коды для включения данных индикаторов при функционировании динамической индикации поступают на вход PB микроконтроллера DD1. Для функционирования клавиатуры задействован вывод 7 микроконтроллера DD1, рабочая частота микроконтроллера DD1 которого задаётся генератором с внешним резонатором ZQ1 на 10 МГц. Питающие напряжения +5 В, +12 В поступают на устройство с модуля питания U1. Конденсатор C1 фильтрует пульсации в цепи питания +5 В.

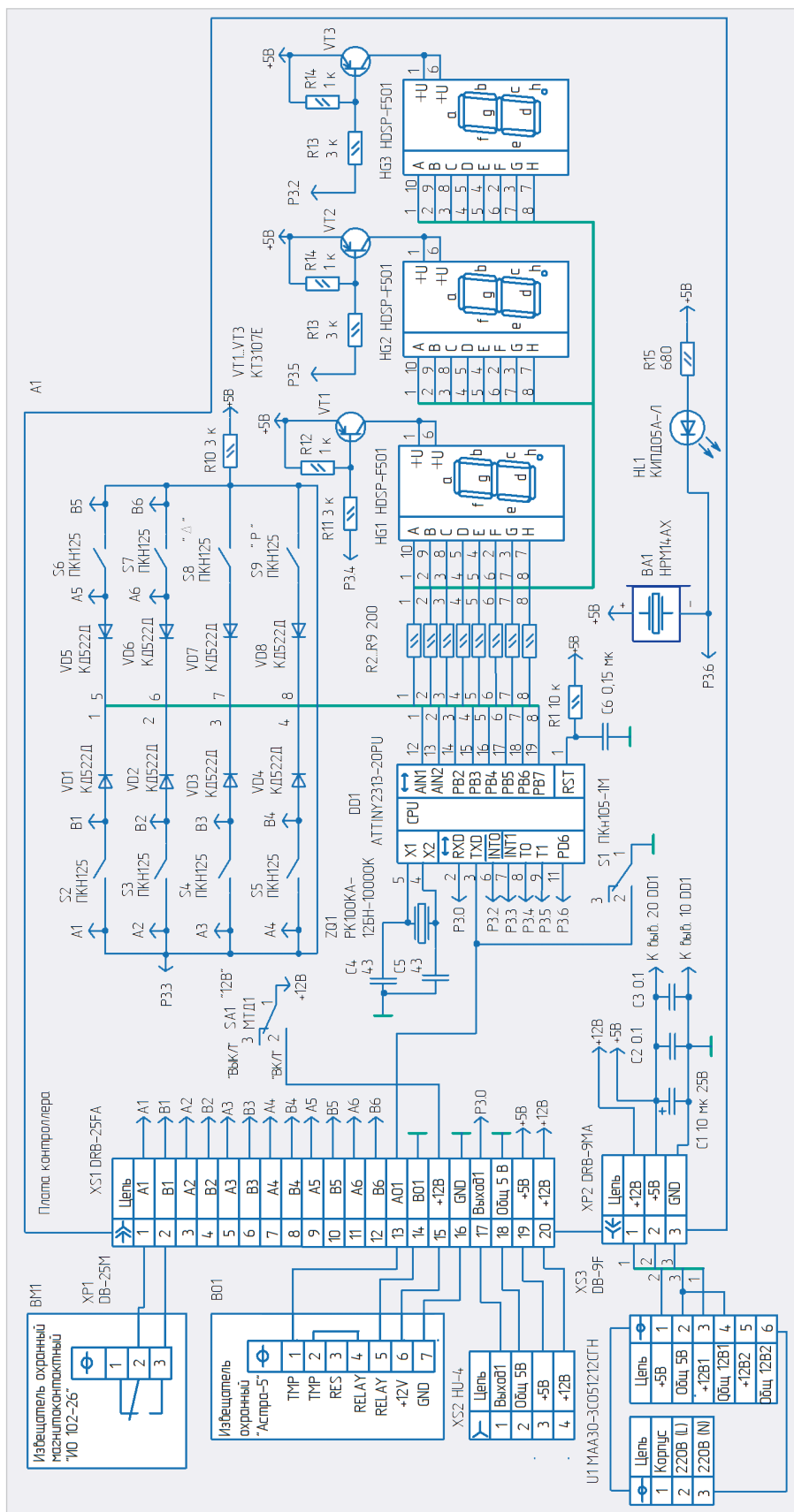


Рис. 4. Принципиальная схема устройства

Интерфейс управления охранного устройства содержит: клавиатуру (кнопки S1–S9); блок индикации (индикаторы HG1–HG3); индикатор HL1; тумблер SA1. Элементы интерфейса управления имеют следующее назначение:

- S1 – контрольная кнопка проверки линии подключения датчика охраны «Астра-5»;
- S2–S7 – контрольные кнопки проверки линий подключения датчиков охраны BM1–BM6;

- S8 (Δ) – увеличение на единицу значения времени при установке временных интервалов (в секундах);
- S9 (P) – (Режим). Кнопка выбора режима работы: режим № 1, режим № 2, режим № 3, режим № 4;
- SA1 – тумблер включения питания для датчика охраны BO1;
- HL1 – световой индикатор «Тревога».

Конструктивно все вышеуказанные элементы целесообразно разместить в плате контроллера на отдельной панели управления. Автор не будет останавливаться на какой-то конкретной конструкции панели управления, платы контроллера и устройства в целом. Отметим лишь, что должна быть предусмотрена возможность оперативной замены составных частей устройства из комплекта ЗИП.

В устройстве предусмотрены следующие режимы работы:

- режим № 1 – установка интервала включения режима «охрана»;
- режим № 2 – установка интервала включения режима «тревога» из режима «охрана»;
- режим № 3 – режим проверки линий подключения датчиков охраны (проверка шлейфов);
- режим № 4 – работа устройства в режиме «охрана»;
- режим № 5 – «тревога» – сигнализация сработала.

Разряды индикации интерфейса имеют следующее назначение:

- 1 разряд (индикатор HG1) отображает «десятки секунд» в режимах № 1, № 2;
- 2 разряд (индикатор HG2) отображает «единицы секунд» в режимах № 1, № 2. Состояние линий охраны подключения датчиков BM1–BM6, BO1 в режиме № 3 можно контролировать с помощью элементов А, В, С, D, Е, F, G данного индикатора;
- 3 разряд (индикатор HG3). Отображает номер режима работы устройства. «1» – режим работы № 1. «2» – режим работы № 2. «3» – режим работы № 3. «4» – режим работы № 4. «5» – режим работы № 5.

Назначение 1 и 2 разрядов в режимах № 4 и № 5 будет приведено ниже. В устройстве имеется шесть независимых линий, работающих на замыкание контактов, к которым можно подключить шесть датчиков типа ИО-102-26 исполнения 4 (контакты 1–12 розетки XS1 платы контроллера). Ответная часть розетки XS1 – вилка XP1. На принципиальной схеме приве-

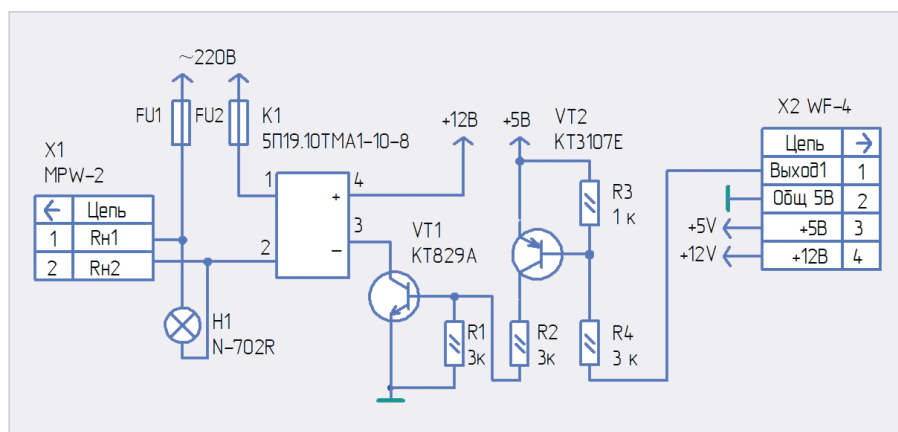


Рис. 5. Принципиальная схема силовой части

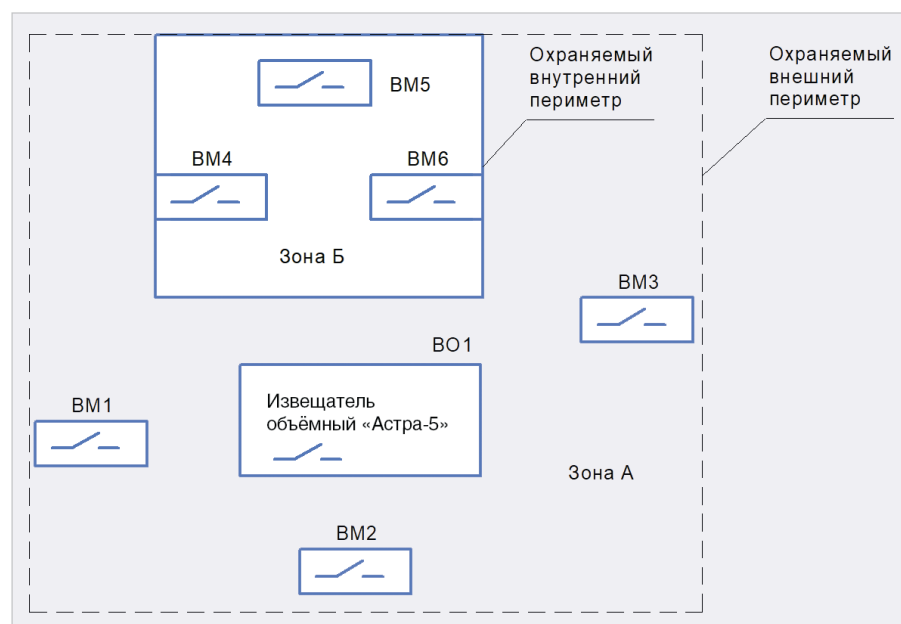


Рис. 6. Схема размещения датчиков в охраняемом помещении

Таблица

Индикатор HG2	A	B	C	D	E	F	G
Кнопки платы контроллера	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S1
Линия датчика охраны	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5	BM6	BO1

дено подключение только одного датчика BM1 к контактам 1, 2 вилки XP1. Соответственно BM2 подключается к контактам 3, 4 вилки XP1 и т.д. Кроме того, имеется одна независимая линия на размыкание контактов (контакты 13–14) вилки XP1. К ним подключается датчик охраны «Астра-5».

Алгоритм работы устройства следующий. Имеется, как упоминалось выше, пять режимов работы: № 1–5. Устройство переходит в режим работы № 1 сразу после подачи на него питающих напряжений. Тумблер SA1 должен находиться в положении «ВЫКЛ». То есть датчик охраны «Астра-5» – не активирован, выключен. В данном режиме кнопкой S8 задаётся интер-

вал включения режима «охрана» в диапазоне от 1 до 99 с, с дискретностью 1 с. Совершенно аналогично кнопкой S8 задаётся в режиме № 2 интервала включения режима «тревога» из режима «охрана». В том же диапазоне и с той же дискретностью. На выводах 2, 11 микроконтроллера DD1 присутствует сигнал лог. 1.

В режиме № 3 проверяется состояние независимых линий подключения датчиков. При нажатии на концевой выключатель кнопку S2 или принудительном замыкании контактов линии датчика BM1 (режим тревоги датчика) начинает периодически мигать элемент А индикатора HG1. Остальные линии контроля, подключённые

к розетке XS1, работают аналогично. Соответствие элементов индикатора HG2, кнопок S1–S7 и линий датчиков охраны BM1–BM6, BO1 приведено в таблице.

Режим № 4 – режим постановки устройства под охрану. В данном режиме в работе устройства можно выделить две части.

- Часть № 1. После нажатия на кнопку S8 модуль управления из режима № 3 переходит в режим № 4. При этом необходимо сразу установить тумблер SA1 «12В» в положение «ВКЛ». Датчик охраны BO1 после подачи питания выходит в дежурный режим. Длительность дежурного режима для датчика «Астра-5» – 60 с. То есть интервал времени, заданный в режиме № 1, заведомо должен быть больше этого значения и задаваться под каждый конкретный тип датчика охраны. Начинается обратный отсчёт времени вышеуказанного интервала, который индицируется на индикаторах HG1, HG2 и декрементируется с каждой секундой. Данный интервал времени был задан в режиме № 1. За это время нужно покинуть охраняемое помещение, предварительно закрыть двери, окна, люки – сдать помещение под охрану.

- Часть № 2. Как только значение времени, индицируемое на индикаторах HG1, HG2 примет нулевое значение – устройство ставится под охрану. На индикаторе HG1 индицируется символ «O», на индикаторе HG2 индицируется символ «X». «OX» – охрана. Точка Н индикатора HG2 периодически мигает. В режиме № 4 после постановки устройства под охрану контакты RELAY и контакты TMP датчика охраны BO1 – замкнуты, контакты датчиков BM1–BM6 – разомкнуты.

Для снятия с охраны в режиме № 4 необходимо нажать кнопку S9, при этом устройство переходит в режим № 1.

Устройство переходит в режим № 5 – «тревога» при срабатывании датчиков BO1, BM1–BM3. В данном режиме в работе устройства можно так же выделить две части.

- Часть № 1. Сработал любой из датчиков BO1, BM1–BM3 либо разомкнулись контакты TMP датчика охраны BO1 (то есть была попытка снять с него крышку). При этом на индикаторе HG3 индицируется символ «5».

Начинается обратный отсчёт времени интервала, который индицируется на индикаторах HG1, HG2 и декрементируется с каждой секундой. Данный интервал времени был задан в режиме № 2.

- Часть № 2. При достижении нулевого значения на индикаторах HG1, HG2 – сигнализация срабатывает, включается сигнал «тревога». При этом на выводе 2 микроконтроллера DD1 сигнал будет уровня лог. 0, а на выводе 11 микроконтроллера DD1 сигнал будет иметь форму меандра с периодом 2 с. То есть пьезоизлучатель ВА1 и индикатор HL1 будет включаться и выключаться с тем же периодом. При этом на индикаторах HG1, HG2 индицируется символ «С». «СС» – сигнализация сработала. Точка Н индикатора HG2 периодически мигает.

При срабатывании датчиков ВМ4–ВМ6 в режиме охраны (в режиме № 4) сразу включается сигнал «тревога». То есть устройство сразу начинает работать в режиме № 5, часть 2.

При нажатии на кнопку S9 в режиме № 5 устройство переходит в режим № 1. Для снятия помещения с охраны нужно зайти в помещение, нажать на кнопку S9 и перевести тумблер SA1 в положение «ВЫКЛ». Всё это необходимо сделать за интервал времени, заданный в режиме № 2. Доступ к данным элементам управления должен быть ограничен.

Принципиальная схема силовой части приведена на рис. 5.

Сразу после подачи питания на выводе 1 микроконтроллера DD1 через RC-цепь (резистор R1, конденсатор С6) формируется сигнал системного аппаратного сброса микроконтроллера

DD1. Инициализируются регистры, счётчики, стек, таймер T/C1, сторожевой таймер, порты ввода/вывода. При инициализации каналы управления нагрузками отключены. На выводах 2, 11 – лог. 1.

Программа состоит из трёх основных частей: инициализации, основной программы, работающей в замкнутом цикле, и подпрограммы обработки прерывания от таймера T/C1 (соответственно метки INIT, SE1, TIM0). В основной программе происходит инкремент, декремент значения времени обратного отсчёта, включение сигнализации. В подпрограмме обработки прерывания осуществляется счёт одной секунды, опрос клавиатуры, работа динамической индикации и перекодировка двоичного числа значений времени в код для отображения информации на семисегментных индикаторах.

На R22 (catod) организован регистр знакоместа. При инициализации в Y-регистр загружается начальный адрес буфера отображения \$060. При этом на дисплее будет включён разряд «единицы минут» («единицы секунд»). При каждом обращении к подпрограмме обработки прерывания содержимое регистра R22 сдвигается влево на один разряд, а Y-регистр инкрементируется.

Разработанная программа на ассемблере занимает порядка 0,54 Кбайт памяти программ микроконтроллера. Потребление тока по каналу напряжения: +5 В, не более 100 мА. Конденсаторы C2–C6 типа K10-17а. Конденсатор C1 типа K50-35. В схемах применены резисторы типа C2-33H-0.125 с допуском ±5%. Индикаторы HG1, HG2 зелёного цвета HDSP-F501. Индикатор HG3 – индикатор красного цвета

типа HDSP-F001, его целесообразно выделить на фоне остальных индикаторов (индикатор режима работы).

В принципиальной схеме силовой части применено твердотельное реле К1 типа 5П19.10ТМА1-10-8 с максимальным током нагрузки 10 А и напряжением до 800 В. Данное реле можно заменить на электромагнитное или другое твердотельное реле, учитывая при этом параметры подключаемой нагрузки. Номинальный ток предохранителей FU1, FU2 – 5 А. Тип ВП1-5А (5 А / 250 В). Держатели вставок плавких типа ДВП4-1в. Номинальный ток предохранителя выбирается исходя из номинального тока подключаемой нагрузки. Устройство не требует никакой настройки и отладки. Предлагаемая схема размещения датчиков в охраняемом помещении приведена на рис. 6.

Датчики на линиях ВМ1–ВМ3 установлены на окнах, дверях, люках, то есть на границе внешнего периметра охраны. Датчик ВО1 контролирует зону А. Датчики ВМ4–ВМ6 установлены на границе внутреннего периметра. Плата контроллера должна быть установлена в зоне А. Самый охраняемый участок в помещении, с тремя рубежами защиты, – зона Б.

## Литература

1. Руководство по эксплуатации. Извещатель охранный объёмный оптико-электронный ИО 409-10 «Астра-5». Исполнение А.
2. Руководство по эксплуатации. Извещатель охранный точечный магнитоконтактный. ИО 102 – «ЛЮКС» ПАШК.425119.080.
3. ГОСТ 31817.1.1-2012. Системы тревожной сигнализации.

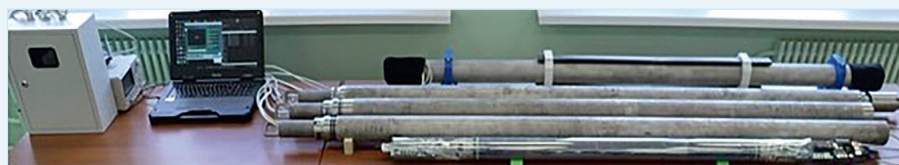


## НОВОСТИ МИРА

### В России создали и успешно испытали мюонный томограф для поиска твёрдых полезных ископаемых

В России предложили уникальную методику поиска твёрдых полезных ископаемых с помощью регистрации потока космических мюонов на различных глубинах в скважинах, о чём пишет Росатом.

Специалисты научного института «Росатома» в Троицке создали и успешно испытали компактный детектор на основе сцинтиллирующего оптического волокна и кремниевых фотоумножителей, которые используются для регистрации мюонов



в скважинах глубиной до 1500 м. Мюонный томограф для геологоразведки обладает модульной конструкцией, что делает его удобным для перевозки. Длина одного модуля составляет менее 2,5 м при массе около 40 кг.

Размещая детекторы мюонного томографа в нескольких скважинах около исследуемой области грунта, после набора данных о потоке мюонов, с помощью разработанного

программного обеспечения строится трёхмерная томографическая картина распределения плотности грунта в исследуемом объёме. «Детекторы мюонного томографа созданы полностью на территории России, все узлы детекторов разработаны и созданы собственными усилиями коллектива проекта», – рассказал научный руководитель проекта Александр Голубев.

[industry-hunter.com](http://industry-hunter.com)