

А.Н. Членов¹, А.В. Климов²

(¹Академия ГПС МЧС России, ²НИЦ "Охрана"; e-mail: chlenov@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ ЗВУКОВЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ СЕРИИ "СТЕКЛО"

Проведён анализ особенностей функционирования звуковых извещателей охранной сигнализации серии "Стекло".

Ключевые слова: охранная сигнализация, звуковые извещатели, обнаружение разрушения остеклённых конструкций.

A.N. Chlenov, A.V. Klimov

FEATURES SOUND DETECTORS SERIES "GLASS"

Analysis features of functioning of sound detectors security alarm series of "Glass" is carried out.

Key words: security alarm, sound detectors, detection of destruction of glassed constructions.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 31 марта 2015 г.

Звуковые извещатели широко применяются в России и за рубежом в системах противокриминальной защиты различных объектов. Особенность их действия – дистанционное обнаружение факта разрушения остеклённых конструкций по звуковому сигналу, распространяющемуся в охраняемом помещении.

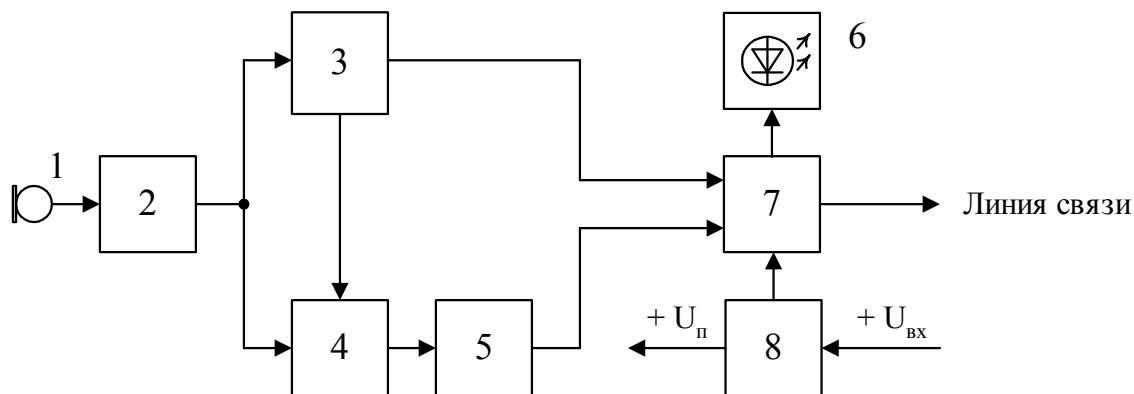
Такие извещатели "Стекло-1" были впервые разработаны и организовано их серийное производство в России в начале 90-х годов прошлого столетия. В настоящее время уже несколько отечественных фирм выпускают значительное количество типов звуковых, а также совмещённых со звуковыми извещателей [1]. Произошла модернизация и извещателей "Стекло" с созданием серии существенно отличающихся от более ранних образцов как по способу построения, так и по техническим характеристикам.

Проведённый ниже анализ особенностей функционирования звуковых извещателей серии "Стекло" представляет не только технический, но и методологический интерес для специалистов, занимающихся разработкой и применением извещателей охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализаций.

Извещатели "Стекло-1"

Блок-схема извещателя "Стекло-1" представлена на рис. 1.

При отсутствии в помещении акустических сигналов (шумов) и звуков разрушения стекла на выходе микрофона 1 отсутствует электрический сигнал, поэтому на выходе широкополосного усилителя 2 переменное напряжение также отсутствует. На выходе формирователя импульсов 4 и импульсного фильтра 5, а также втором выходе блока 3 выходной сигнал также отсутствует, формирователь 7 выдаёт извещение о нормальном состоянии охраняемого объекта, передаваемое, например, на пульт централизованного наблюдения. При этом контакты исполнительного реле замкнуты, а световой индикатор б не светится.



- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 – микрофон; | 5 – импульсный фильтр; |
| 2 – усилитель; | 6 – блок индикации; |
| 3 – блок анализа формы сигнала; | 7 – блок формирования извещений; |
| 4 – формирователь импульсов; | 8 – блок питания |

Рис. 1. Функциональная схема извещателя "Стекло-1"

При появлении акустического сигнала, распространяющегося в помещении, на выходе микрофона 1 и усилителя 2 появляется переменный электрический сигнал. Этот сигнал поступает на вход блока анализа формы сигнала 3.

Если нарастание амплитуды акустического сигнала происходит медленно (менее $0,5 \text{ В/мс}$), что характерно для шумов проезжающего транспорта, раскатов грома, то на первом выходе блока 3 действует напряжение, блокирующее работу формирователя импульсов. Поэтому на выходе формирователя 4 выходной сигнал не появляется, и извещатель продолжает формировать извещение о нормальном состоянии охраняемого объекта. На втором выходе блока 3 при этом появляется напряжение, вызывающее включение светового индикатора на всё время действия звукового сигнала. Таким образом осуществляется **индикация сигнала помехи**.

При появлении на выходе микрофона 1 и усилителя 2 электрического сигнала с крутым передним фронтом, соответствующего ударному механическому воздействию на стекло, на первом выходе блока анализа формы сигнала 6 блокирующее напряжение снимается.

Поступающий с выхода усилителя 2 переменный электрический сигнал преобразуется формирователем импульсов 4 в пачку прямоугольных импульсов, длительность которых изменяется в зависимости от частоты. Таким образом, на вход импульсного фильтра 5 поступает пачка импульсов, имеющая переменную скважность в зависимости от преобладающих в нём спектральных составляющих акустического сигнала. Параметры фильтра рассчитаны таким образом, чтобы выходной сигнал появлялся только в том случае, если в течение 10 мс в сигнале преобладают высокочастотные составляющие $4\text{-}12 \text{ кГц}$, характерные для акустического сигнала разрушения стекла. В этом случае блок 7 включает световой индикатор 6 в режим непрерывного свечения и обесточивает исполнительное реле на время около $5\text{-}7 \text{ с}$, достаточное для передачи на пульт централизованного наблюдения тревожного извещения.

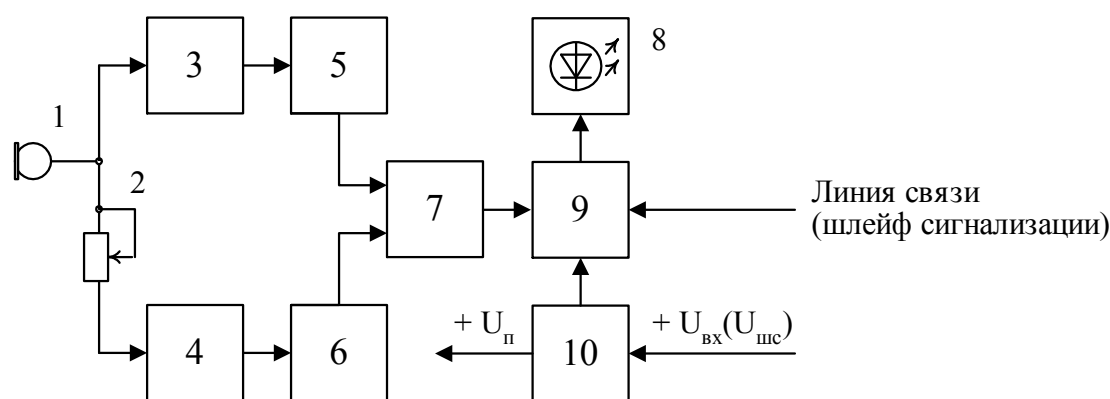
Таким образом, в извещателе анализируемыми признаками акустического сигнала, характеризующими его источник, являются: амплитуда, форма огибающей, длительность и структура спектра в заданном временном интервале. В процессе анализа осуществляется выделение признаков, характеризующих разрушение стекла в строительных конструкциях. Извещение о тревоге формируется только при наличии всех вышеперечисленных признаков, отвечающих определённым критериям. Небольшая длительность анализа сигнала, с учётом переходных процессов в блоках устройства, позволяет анализировать не только непосредственно сигнал о разрушении стекла, но и вторичные акустические сигналы, возникающие при падении осколков.

Дополнительной функцией блока анализа формы сигнала является контроль уровня звукового сигнала и его длительности. При непрерывном длительном звуковом сигнале низкой частоты большой амплитуды возникает опасность перегрузки каналов извещателя и нарушения его правильного функционирования. Поэтому примерно через 5-7 с после начала непрерывного звукового сигнала большой интенсивности, под действием управляющего напряжения со второго выхода блока анализа формы 3 блоком 7, формируется тревожное извещение.

При снижении напряжения питания ниже установленного уровня (примерно 9 В), блок 7 также формирует тревожное извещение в линию связи.

Извещатели "Стекло-2", "Стекло-2-1"

Обобщённая функциональная схема извещателей "Стекло-2", "Стекло-2-1" изображена на рис. 2.



- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1 – микрофон; | 6 – цифровой фильтр; |
| 2 – регулировка чувствительности; | 7 – логический элемент "И"; |
| 3 – усилитель высокой частоты; | 8 – блок световой индикации; |
| 4 – усилитель низкой частоты; | 9 – блок формирования извещений; |
| 5 – одновибратор; | 10 – блок питания |

Рис. 2. Функциональная схема извещателей "Стекло-2", "Стекло-2-1"

Извещатель работает следующим образом. В дежурном режиме при отсутствии помех на выходе чувствительного элемента 1 (микрофона конденсаторного электретного типа МКЭ-389) отсутствует переменный электрический сигнал. Поэтому сигналы отсутствуют также на выходах усилителей 3 и 4, на выходах одновибратора 5, а также цифрового фильтра 6. На выходе логического элемента 7 отсутствует управляющий сигнал, что соответствует формированию блоком 9 извещения "Норма".

При появлении звукового сигнала от разрушения остеклённой конструкции, на выходе микрофона появляется переменный электрический сигнал, который одновременно поступает в усилитель низкой частоты 3 (с полосой примерно 50-300 Гц) и усилитель высокой частоты 4 (с нижней граничной частотой примерно 3000 Гц). Появление при разрушении стекла в сигнале одновременно низкочастотной и высокочастотной составляющих вызывает срабатывание одновибратора 5 и возникновение сигнала на выходе цифрового фильтра 6. Поступая на вход логического элемента "И" 7, они приводят к появлению на его выходе управляющего сигнала, поступающего на вход блока 9 и вызывающего формирование извещения "Тревога".

Наличие двух анализируемых частотных полос обеспечивает повышенную устойчивость извещателя к акустическим шумам (звонок телефона, шум транспорта, гроза, град и т.п.).

К особенностям построения схемы извещателя "Стекло-2" относятся наличие комбинированного блока питания и формирования тревожного извещения, а также отсутствие функции контроля напряжения питания.

Схема электрическая принципиальная такого блока приведена на рис. 3.

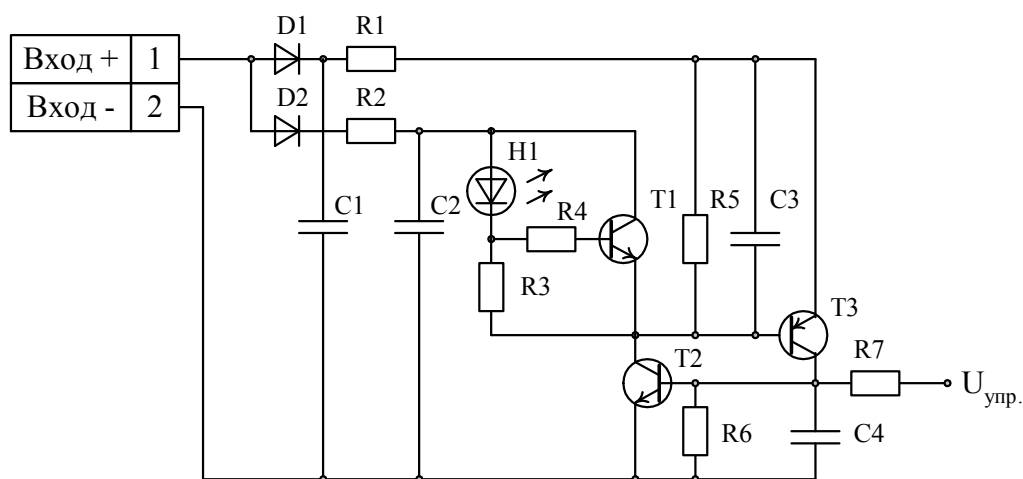


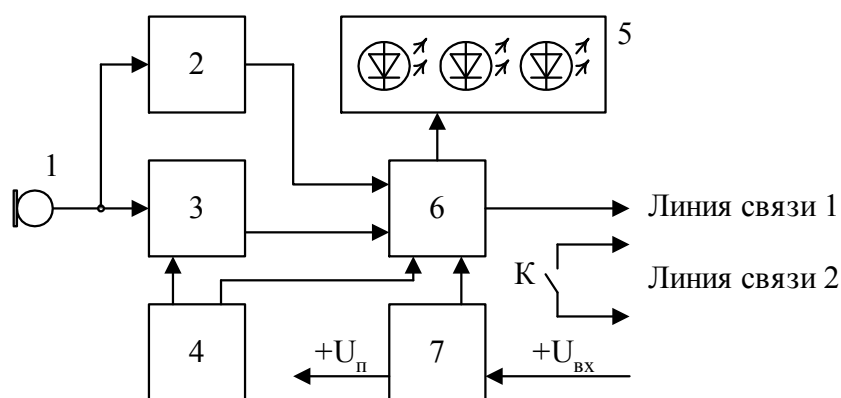
Рис. 3. Схема электрическая принципиальная блока формирования тревожного извещения извещателя "Стекло-2-1"

Под действием управляющего сигнала с выхода логического элемента "И" открывается тиристор, выполненный на транзисторах Т2 и Т3 противоположной полярности. Это приводит к резкому увеличению потребляемого извещателем тока, частично протекающего через диод D1 и резистор R1, частично – по цепи D2, R2 и светодиод Н1, вызывая его постоянное свечение.

Следует отметить, что параметры этого блока не рассчитаны на протекание большого тока в шлейфе сигнализации, который должен ограничиваться приёмно-контрольным прибором и не должен быть более 35 мА. Для удержания составного тиристора во включённом состоянии должны также соблюдаться установленные требования к пульсациям в шлейфе сигнализации (скважность не более 2). При этом напряжение на клеммах питания извещателя не может быть очень низким и находится в пределах 2,8-5,2 В.

Извещатель "Стекло-3"

Функциональная схема извещателя "СТЕКЛО-3" изображена на рис. 4.



- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1 – микрофон; | 5 – блок световой индикации; |
| 2 – усилитель высокой частоты; | 6 – микроконтроллер; |
| 3 – усилитель низкой частоты; | 7 – блок питания; |
| 4 – блок управления; | К – микровыключатель |

Рис. 4. Функциональная схема извещателя "СТЕКЛО-3"

Извещатель работает следующим образом.

После включения питания при отсутствии помех извещатель переходит в дежурный режим работы. В этом режиме на выходе чувствительного элемента 1 переменный электрический сигнал отсутствует.

Поэтому на выходах полосовых усилителей 2, 3 соответственно низкой и высокой частоты сигналы также отсутствуют и блоком обработки сигнала и формирования извещений 6, выполненным на микропотребляющем процессоре PIC16C71X, формируется в течение всего времени охраны извещение "Норма" замкнутыми контактами исполнительного реле при выключенном световом индикаторе красного цвета.

Наличие звукового сигнала от разрушения остеклённой конструкции приводит к появлению на выходе микрофона 1 переменного электрического сигнала, который усиливается усилителями низкой 2 и высокой 3 звуковой частот и поступает в микроконтроллер 6, где происходит его дополнительная фильтрация и обработка. Только одновременное наличие двух частотных составляющих в сигнале приводит к формированию извещения "Тревога".

Отсутствие одной из спектральных составляющих свидетельствует о наличии помехи и вызывает соответствующую световую индикацию. Индикация помехи на первой (нижней) рабочей частоте осуществляется включением индикатора жёлтого цвета. Индикация помехи на второй (верхней) рабочей частоте осуществляется включением индикатора зелёного цвета на лицевой панели извещателя.

Последними разработками серийно выпускаемых извещателей рассматриваемой серии являются "Стекло-1М" и "Стекло-4" [5], поддерживающие общие тенденции развития звуковых извещателей. К ним относятся:

- применение элементной базы на основе безвыводных элементов и микроконтроллеров, повышающее аппаратную надёжность устройств;
- совершенствование алгоритма обработки сигнала, расширяющего область применения извещателей за счёт обнаружения разрушения ламинированного стекла и стеклопакетов;
- применение для повышения помехозащищённости дополнительных информационных признаков сигнала;
- повышение надёжности функционирования за счёт применения дополнительной защиты от саботажа.

Таким образом, наблюдается существенный прогресс техники обнаружения разрушений остеклённых конструкций в системах противокриминальной защиты объектов.

Литература

1. *Членов А.Н., Дровникова И.Г., Буцынская Т.А.* Технические средства систем охранной и пожарной сигнализации: учеб.-справочн. пособие. Ч. 1. Охранная сигнализация М.: Пожнаука, 2009. 318 с.
2. *Членов А.Н., Климов А.В.* Устройство для тревожной сигнализации // Патент РФ № 2088972: МПК6 G08B13/00.
3. *Членов А.Н., Климов А.В.* Устройство для тревожной сигнализации // Патент РФ № 2088973: МПК6 G08B13/00.
4. *Членов А.Н., Климов А.В.* Устройство для тревожной сигнализации // Патент РФ № 2090934: МПК6 G08B13/00.
5. *Малёмин Н.В., Климов А.В., Членов А.Н. и др.* Методическое пособие по выбору и применению охранных поверхностных звуковых извещателей для блокировки остеклённых конструкций закрытых помещений. М.: НИЦ "Охрана". 2014. 85 с.