

***Общие сведения о  
современных  
вибрационных  
средствах обнаружения***

# УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

- Физические принципы действия и чувствительные элементы ВСО.
- Методы выделения сигналов и подавления помех в ВСО.
- Особенности применения ВСО при охране объектов.

# **Учебный вопрос №1**

- **Физические принципы действия и чувствительные элементы ВСО.**

- **вибрационные средства обнаружения** - средства, которые контролируют внешние воздействия на их чувствительные элементы, имеющие характер механических колебаний.

## **Чувствительный элемент ВСО -**

составной элемент, устанавливаемый непосредственно на контролируемом объекте и воспринимающий воздействие нарушителя или непосредственно или через элементы объекта с ним связанные механически.

ЧЭ вибрационных средств обнаружения (ВСО) преобразуют механические колебания в электрические, они являются генераторами электрических сигналов, т.е. по характеру получения первичного сигнала они являются генераторными.

# Вибрационные средства обнаружения

**ВСО**

*генераторные*

*параметрические*

**контактно-электризуемые**  
(Багульник, Арал-1, Дельфин, Крот)

**индукционные**  
(Подснежник, Реалия)

**пьезоэлектрические**  
(Лаванда, Гюрза)

**магнитометрические**  
(Дрозд)

**волоконно-оптические**  
(Ворон)

**Прямоконтактные**  
(ДИМК, Окно-1)

# Принципы получения первичного электрического сигнала в ВСО.

- В **генераторных средствах обнаружения** происходит непосредственное преобразование входной неэлектрической величины в электрический сигнал без подвода энергии.
- В **параметрических средствах** обнаружения входная преобразуемая величина вызывает изменение параметров самого преобразователя и вследствие этого создает изменение его выходной величины.
- **Контактно-электризуемые**, принцип действия основан на возникновении электрических зарядов на поверхности металла и диэлектрика при их взаимном механическом перемещении.
- Индукционные, принцип действия основан на использовании явления электромагнитной индукции.
- **Пьезоэлектрические**, использующие явление пьезоэлектрического эффекта возникновения электрических зарядов в диэлектриках за счет энергии воспринимаемых механических колебаний.

# Принципы получения первичного электрического сигнала в ВСО.

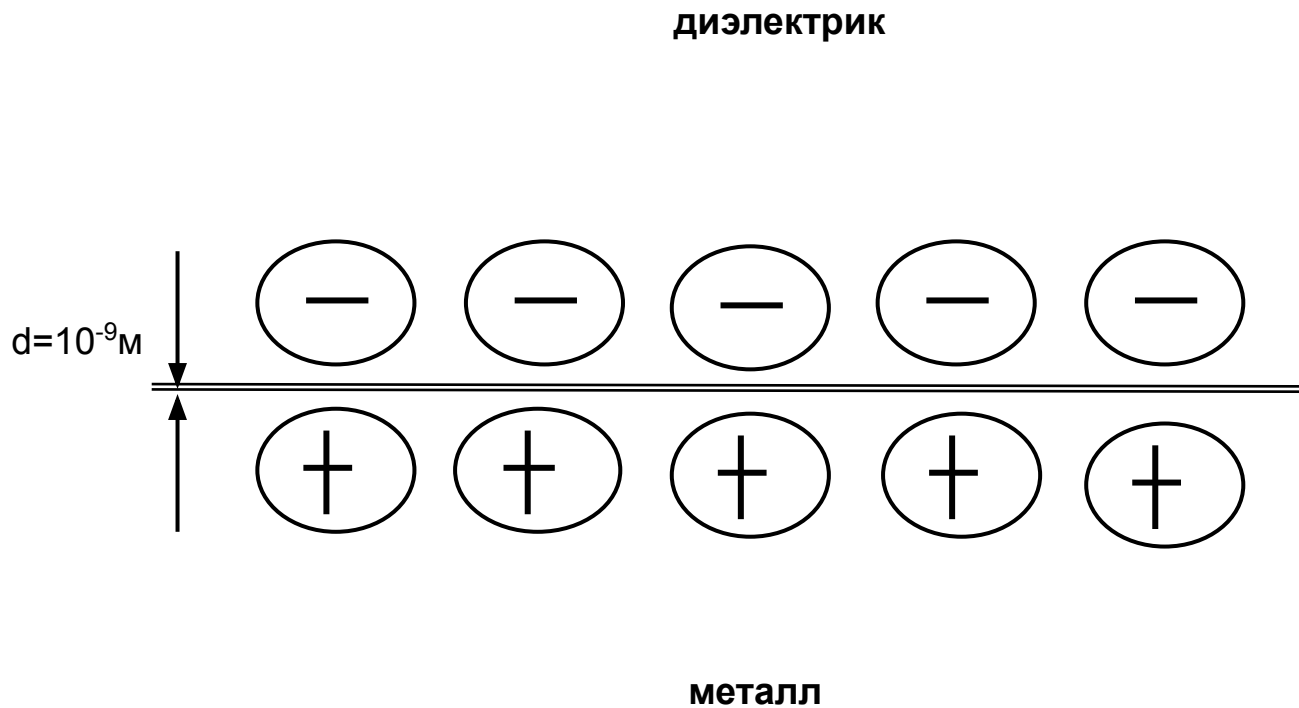
- **Магнитометрические**, принцип действия основан на возникновении электрических зарядов в проводнике в постоянном магнитном поле Земли за счет энергии воспринимаемых механических колебаний.
- **Прямоконтактные**, механические колебания приводят к прямому обрыву или замыканию контрольной электрической цепи.
- **Волоконно-оптические**, принцип действия основан на изменении оптической проводимости световода при его механических колебаниях.



## ***Принцип контактной электризации.***

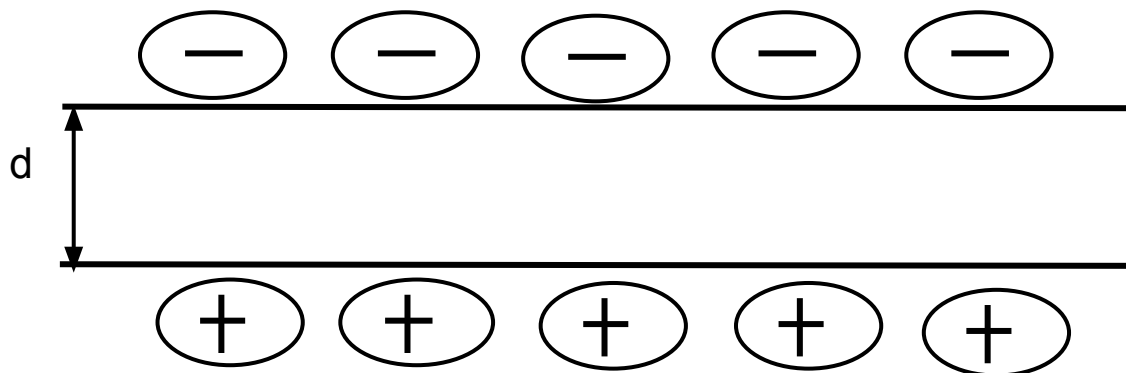
Суть эффекта контактной электризации состоит в возникновении электрических зарядов на поверхности металла и диэлектрика при их взаимном механическом перемещении или иными словами возникновении разности потенциалов в месте нарушения контакта между металлом и диэлектриком.

# Заряды на поверхности металла и диэлектрика.



# Воздушный конденсатор при рассоединении поверхностей металла и диэлектрика.

диэлектрик



металл

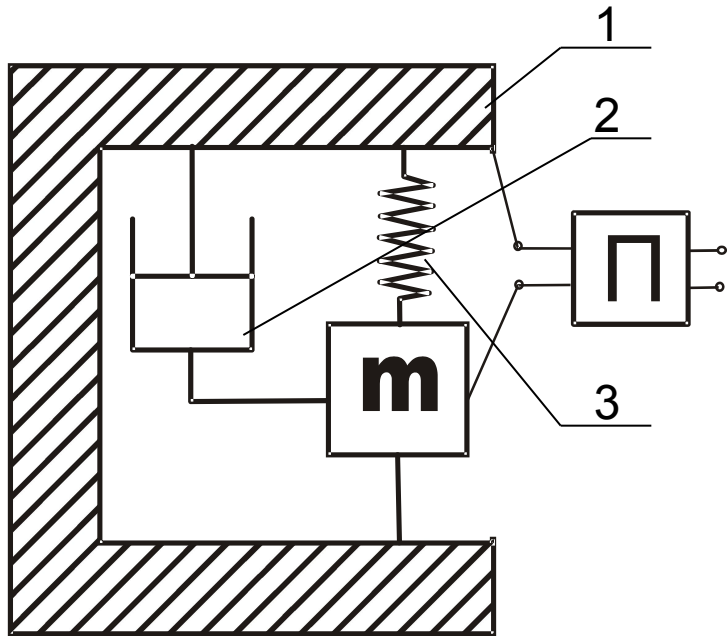
$$U = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon} d$$

$d$  - расстояние между  
обкладками, м;

$\sigma$  - поверхностная  
плотность заряда, к/м ;

$\epsilon_0 \epsilon$  - диэлектрическая  
проницаемость  
промежутка, Ф/м.

# Схема индукционного элемента



1- Корпус

2- Элемент внесения  
затухания

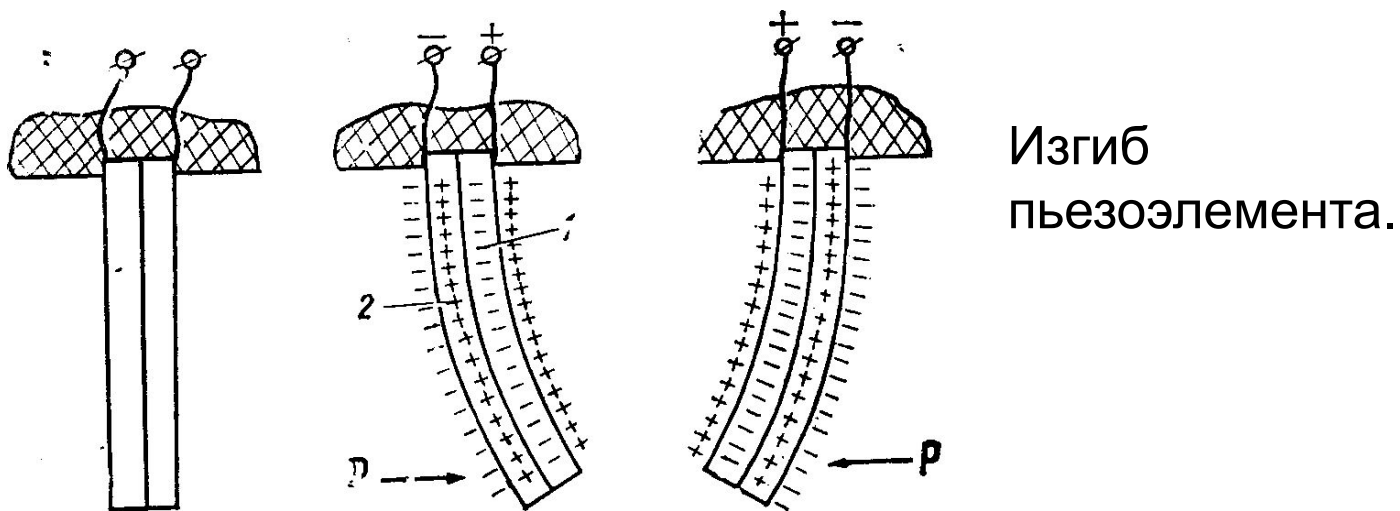
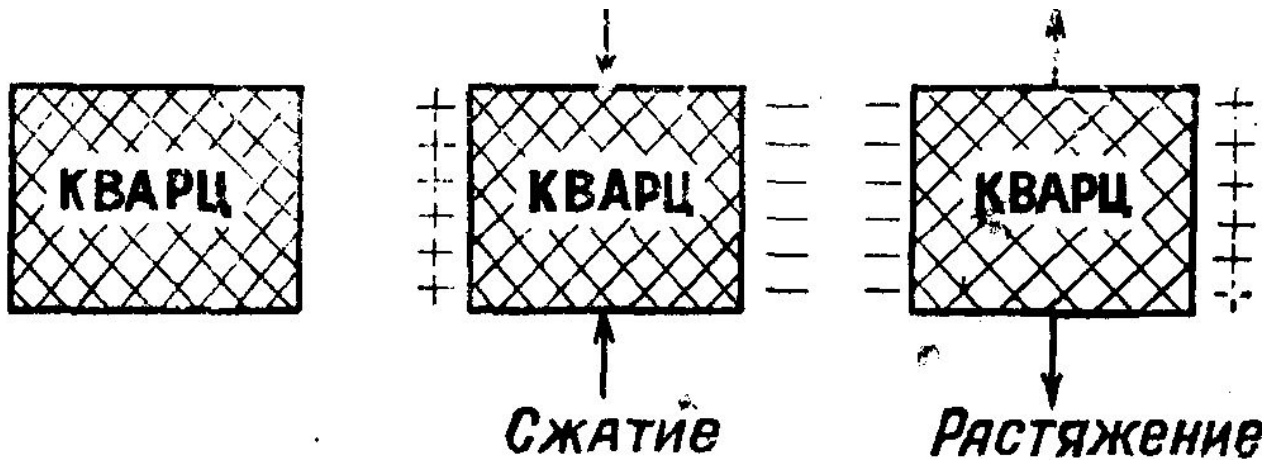
3- Пружина

# *Принцип пьезоэлектрического эффекта.*

При изменениях первоначальной ориентации частиц в кристалле

Например, вследствие действия внешней силы, на противоположных гранях кристалла появляются электрические заряды. Величина зарядов пропорциональна величине приложенной силы, а знак зарядов зависит от направления действия силы.

# Схема пьезоэлектрического эффекта.



# Классификация ЧЭ ВСО

- **по форме крепления на конструкции:**

**точечные** (Лаванда, Подснежник, ДИМК, Гюрза, Реалия);

**протяженные** (Багульник, Цикорий, Арал, Ворон, Дрозд, Крот).

- **по форме диаграммы чувствительности:**

**круговая (шаровая)** (Подснежник, Реалия);

**"восьмеркой"** (Лаванда, Гюрза);

**цилиндрическая** (Багульник, Цикорий, Арал, Ворон, Дрозд, Крот).

- **по конструктивному исполнению:**

**провод** (Дрозд);

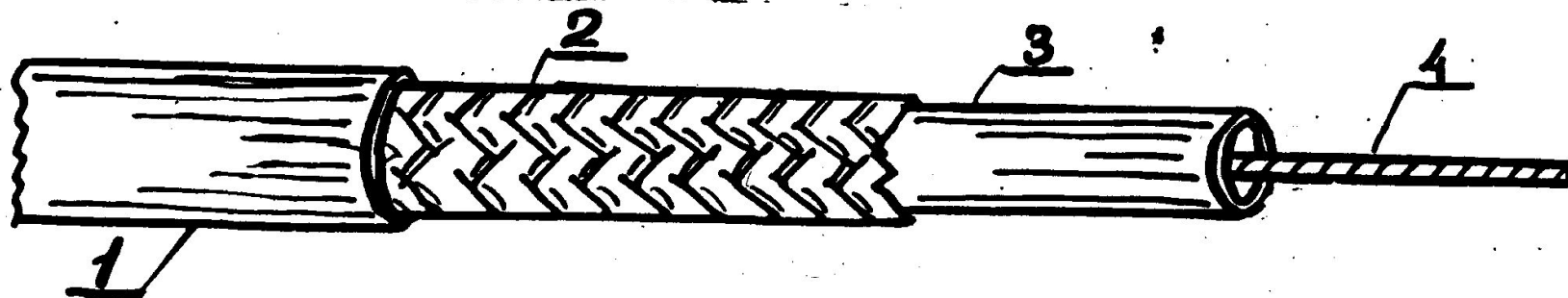
**коаксиальный кабель** (Багульник, Цикорий, Крот);

**многожильный кабель** (Дельфин, Арал-1);

**волоконно-оптический кабель** (Ворон);

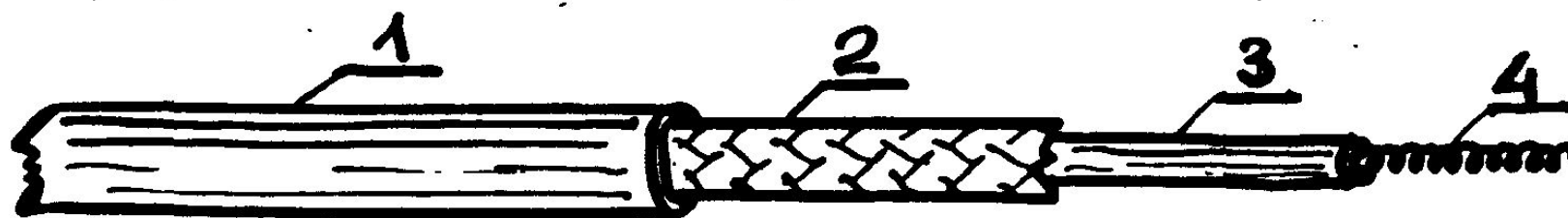
**астатический маятник** (Лаванда);

**свободноподвешенная масса** (Подснежник, Гюрза, Реалия).



### Устройство коаксиального кабеля:

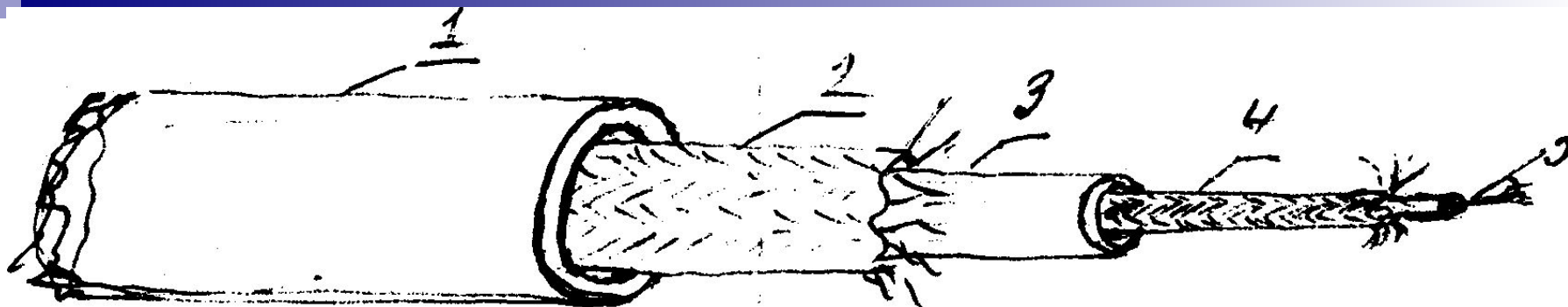
1-защитное покрытие; 2-металлическая оплетка (внешний проводник); 3-изолятор из полимерного диэлектрика; 4-центральный проводник.



### Устройство коаксиального кабеля со спиралевидным центральным проводником:

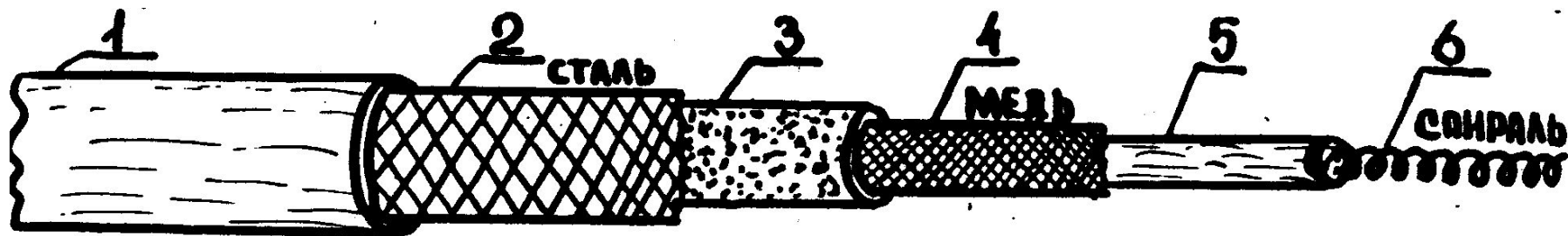
1 - защитное покрытие; 2 - внешний проводник (оплётка); 3 - внутренний трубчатый изолятор; 4 - центральный проводник спираль (из медной проволоки).





**Устройство коаксиального кабеля КТМ-1,5/2 (ТУ16.К18-010-90):**

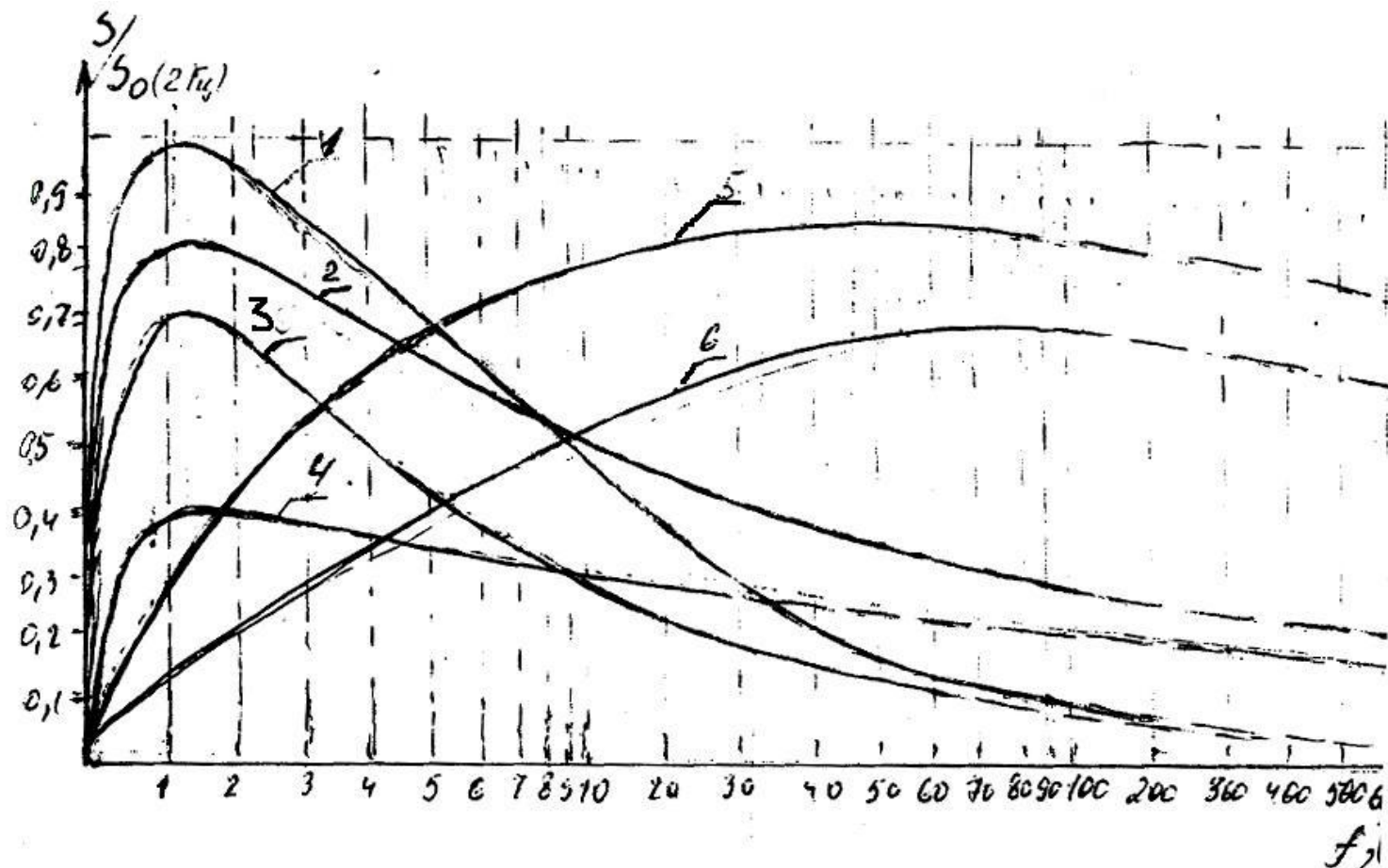
1. защитное покрытие. 2 - внешний проводник (оплётка из медной проволоки); 3 - изолятор; 4 - внутренний проводник; 5 - дополнительный центральный проводник в изоляции.



**Устройство коаксиального кабеля КТВУ. (ТУ16-К12.04-87):**

1 - защитное покрытие; 2 - защитная оплётка из стальной проволоки; 3 - внешний изолятор; 4 - внешний проводник (оплётка из медной проволоки); 5 - внутренний изолятор (трубка); 6 - центральный проводник (спираль из медной проволоки).

При вибрациях кабели генерируют электрические сигналы в низкочастотной области спектра от единиц Гц до нескольких сотен Гц



Нормированные характеристики преобразования чувствительных элементов на базе контактно-электризуемых коаксиальных и многожильных кабелей типа: 1 - КТМ; 2-ТПП; 3 - РК-75; 4-П-274М; 5-КТВУ; 6 - РКШ-0,72.

# Требования предъявляемые к промышленным образцам контактно-электризуемых ЧЭ

- должен обеспечиваться заданный коэффициент преобразования  $S$  в течение назначенного срока службы;
- неравномерность коэффициента преобразования механических воздействий в электрический сигнал по его длине не должна превышать допустимое значение

# физическая сущность процесса преобразования механических колебаний в электрические сигналы

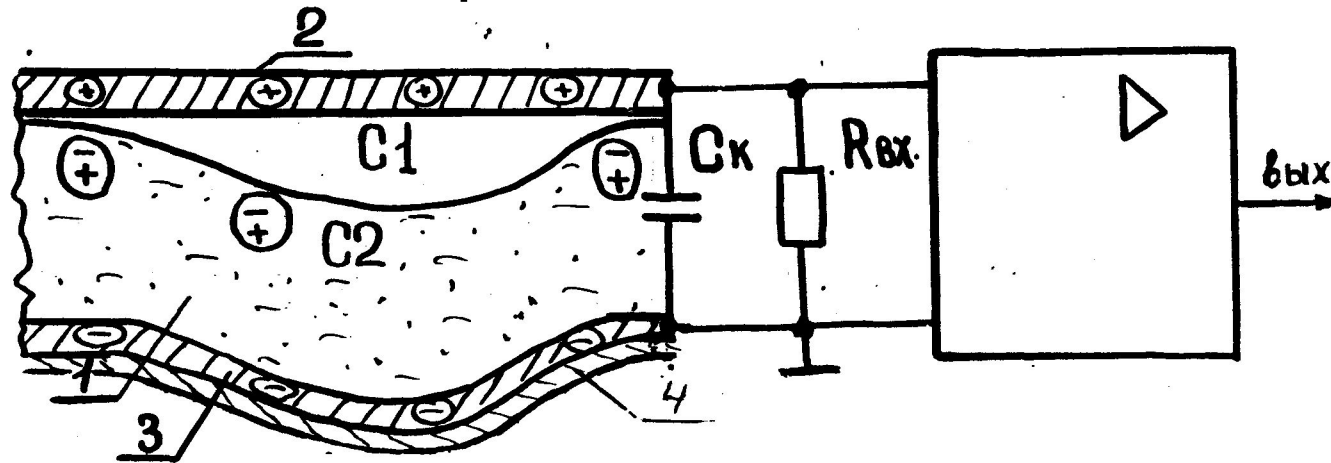


Рис. 4. Эквивалентная схема контактно-электризуемого преобразователя.

1-изолятор; 2-центральный проводник; 3-внешний проводник; 4-внешнее защитное покрытие.

C1 - ёмкость конденсатора, образованного на участке рассоединения центрального проводника и изолятора;

C2 - ёмкость конденсатора, образованного поверхностным зарядом на участке диэлектрика и областью внешнего проводника.

# **Учебный вопрос №2**

- **Методы выделения сигналов и подавления помех в ВСО.**

# ИСТОЧНИКИ ПОМЕХ НА ВСО

## *Природно-климатические:*

- ветер;
- осадки;
- колебания температуры окружающей среды;
- влажность;
- грозовые разряды.

## *Промышленные:*

- промышленные электроустановки;
- ЛЭП;
- оборудование промышленного производства;
- проезжающий наземный транспорт;
- воздушный транспорт.

# Методы выделения сигналов и подавления помех.

- **конфигурационные методы,**  
реализуемые путём различных вариантов пространственного расположения чувствительных элементов
- **аппаратурные методы,**  
использующие различные схемотехнические решения устройств обработки сигналов.

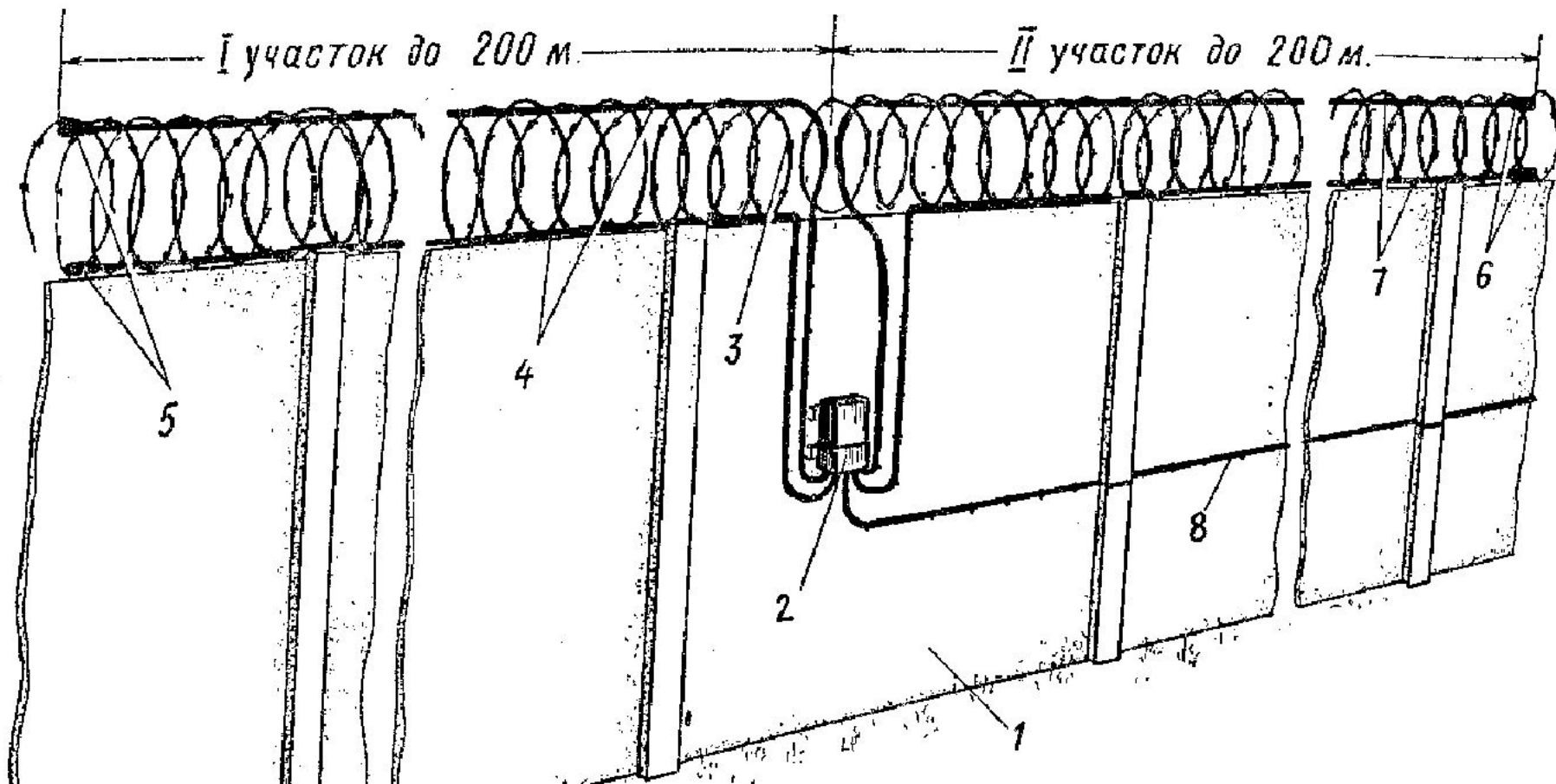
В основу конфигурационных методов подавления помех положено различие в воздействиях на ЧЭ средств обнаружения источников помех и нарушителя.

***метод симметричного пространственного расположения ЧЭ по отношению к блоку обработка сигналов (БОС).***

В датчике "БАГУЛЬНИК" ЧЭ выполнен в виде 4-х отрезков одинаковой длины: по 2 отрезка на каждый канал. Отрезки ЧЭ одного канала прокладываются параллельно на левом фланге участка, а другого канала - соответственно на правом фланге. Такое расположение позволяет эффективно подавлять во входном дифференциальном устройстве БОС синфазные помехи, например, от источников электрических помех.

В случае значительной протяжённости участка ( $l=500$  м) и прокладке ЧЭ по одному флангу применяется метод перекрещивания отрезков ЧЭ, что улучшает подавление синфазной помехи.





**Общий вид датчика «Багульник»:**

- 1 - ограждение; 2 - УПИ; 3 - АСКЛ; 4, 7 - чувствительные элементы;  
5, 6 - контрольные резисторы; 8 - соединительный кабель

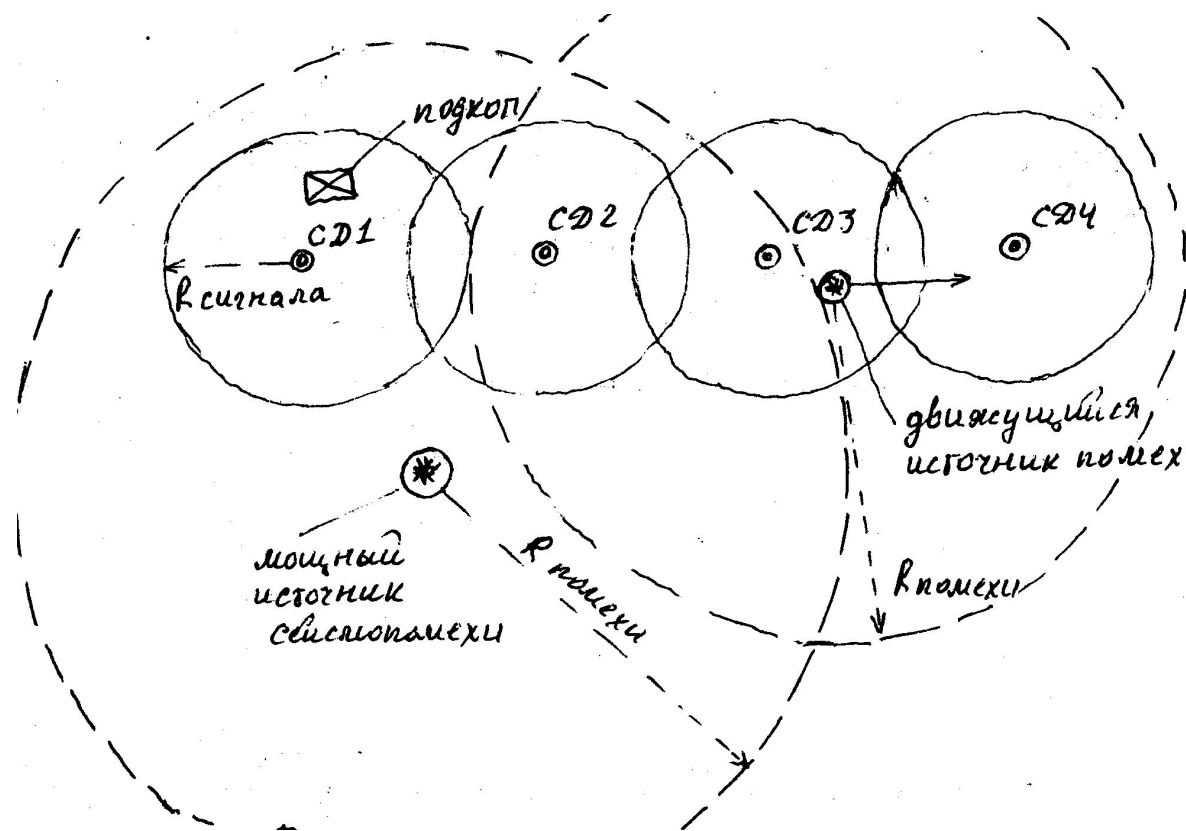
# Подавление сейсмических помех

Объединение локальных ЧЭ. - сейсмодатчиков индукционного типа (система "ПОДСНЕЖНИК") или контактно-электризуемого типа ("ЦИКОРИЙ") в так называемые функциональные пары.

Обработка выходных напряжений сейсмодатчиков одной из пар происходит одновременно.

Сейсмодатчики одной пары, например, СД1, СД3 или СД2.СД4 устанавливаются на такие расстояния друг от друга и регулируются их чувствительность таким образом, что полезный сигнал от нарушителя может быть воспринят только одним датчиком функциональной пары.

# Расположение сейсмодатчиков двух функциональных пар.

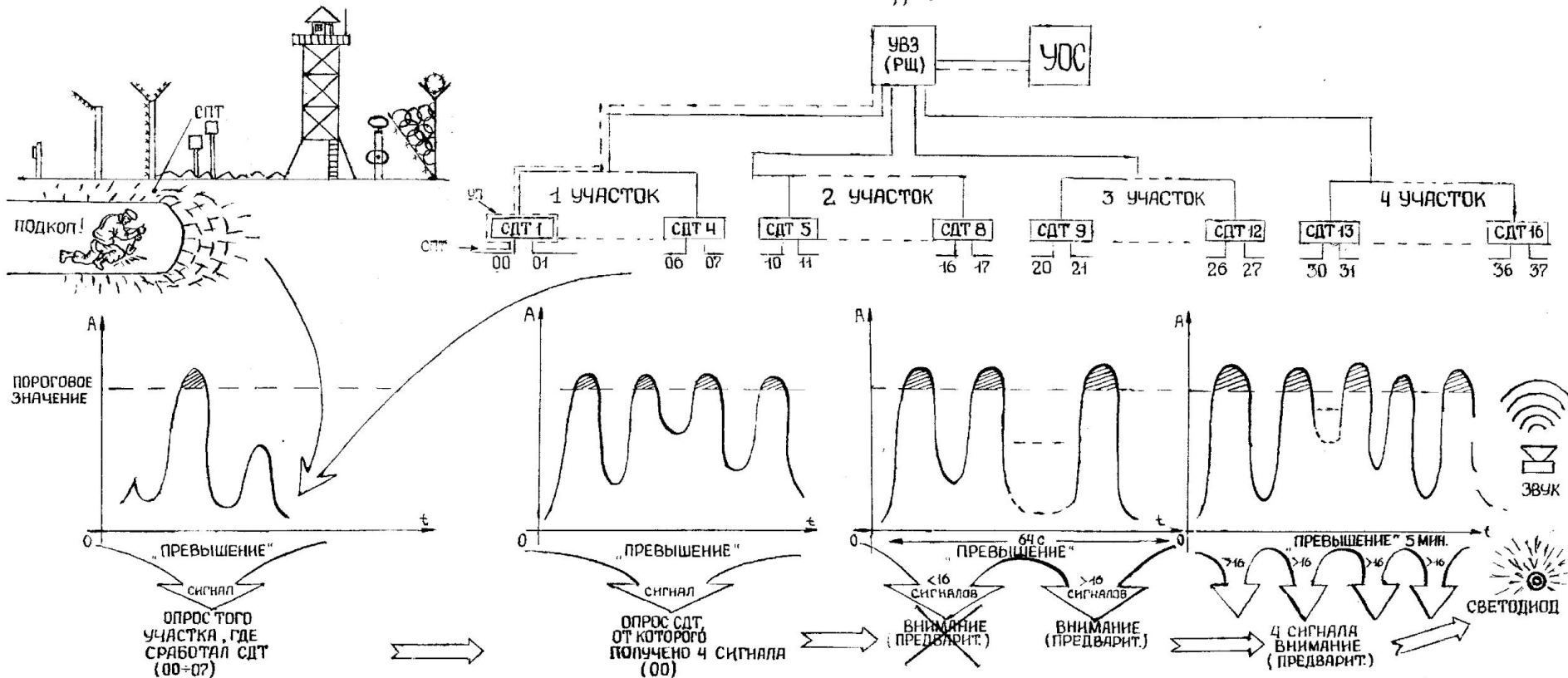


В основу аппаратных методов положены признаки, которым помехи отличаются от полезных сигналов.

- а) частотой и амплитудой колебаний;
- б) длительностью импульсов огибающей;
- в) скоростью нарастания переднего фронта огибающей; г) частотой следования импульсов огибающей;
- д) количеством импульсов за время анализа информации;
- е) наличием или отсутствием синфазности колебаний с чувствительных элементов одного канала (одной функциональной пары);
- ж) совпадением или несовпадением по времени и амплитуде импульсов огибающей сигналов с чувствительных элементов одного канала (одной функциональной пары) или нескольких каналов (нескольких функциональных пар).

# Обработка сигналов в вибрационных средствах обнаружения

- выделение и предварительная обработка аналоговых сигналов;
- преобразование аналоговых сигналов в дискретную форму;
- обработка дискретных сигналов.



### Проверка работоспособности системы „Цикорий“

#### А. при контроле службы маршала:

- в ОПЕРАТОРСКОЙ: – проверить наличие, внешний вид пульты системы, крепление разъемов к УОС и УВЗ (устройство вводно-защитное), сверить показание счётчика с записями в аппаратном журнале;
- по встроенным приборам на УОС в дежурном режиме-автоматический опрос СДТ (время каждого подключенного СДТ – примерно 2 с, отключенных входов – по 0,2 с), световой столбик индикатора „уровень“ должен находиться между делениями „0“ и „3“.

#### В. при проведении технических осмотров и смотров ЦТСО:

- внешним осмотром проверить состояние всех устройств системы, надёжность крепления разъемных соединений, заземления;
- командир подразделения (совместно со специалистами ЦТСО) производит проверку выдачи сигнала „внимание“ в режиме контроля и проверку выдачи сигнала „неисправность“, проверку исправности сейсмоприёмников и полную настройку системы осуществлять при проведении технического обслуживания сезонного (ТО-5,6), выборочно – при проведении месячного ТО-3.

#### Система обеспечивает:

- возможность прослушивания и визуального наблюдения сигналов поджопа;
- возможность организации 2-х-сторонней ТЛФ связи между УОС и регистратором сейсмических помех (РСП), подключенного к любому УП;
- регулировку чувствительности на периметре или с пульта УОС;
- возможность остановки опроса СДТ при настройке;
- подсчёт общего количества выдаваемых сигналов „внимание“.