

# **Тема 8. Способы и средства защиты каналов утечки информации**

## **Занятие 3. Активные способы и средства защиты акустической информации в защищаемых помещениях**

# Учебные вопросы

- ▶ Введение
- ▶ 1. Классификация видов акустических помех. Виды активных помех
- ▶ 2. Способы создания искусственных акустических и виброакустических помех для защиты несущих конструкций и объема защищаемого помещения
- ▶ 2. Активные и комбинированные способы защиты информации
- ▶ Заключение

# Литература

- ▶ 1. Бузов Г. А. и д.р. Защита от утечки информации по техническим каналам. М.: Горячая линия-Телеком, 2005.
- ▶ 2. Халяпин Д.Б. Защита информации. Вас подслушивают? Защищайтесь. – М.: НОУ ШО Баярд, 2004.
- ▶ 3. Торокин А.А. Основы инженерно-технической защиты информации. – М.: Гелиус, 2005.

## Условие обеспечивающее невозможность перехвата информативного акустического сигнала

Активные способы инженерно-технической защиты направлены на уменьшения соотношения информативного акустического сигнала –  $P_{аис}$  к уровню шума ( $P_{аис} / P_{ш}$ ) в точке приема ТСР за счет увеличения  $P_{ш}$  до уровня, обеспечивающего невозможность перехвата такого сигнала техническим средством разведки, т.е. выполнение условий:  $(P_{аис} / P_{ш}) < (P_{а} / P_{ш})_{пред}$ , - для речевого сигнала интегральная и в соответствующих октавных полосах, где -  $P_{аис}$  - мощность акустического информативного сигнала в точке приема;

-  $P_{ш}$  - мощность шумов в точке приема.

-  $(P_{а}/P_{ш})_{пред}$  - предельное соотношение акустического сигнала к уровню шума, обеспечивающее перехват информативного акустического сигнала соответствующим ТСР.

Величина  $P_{ш}$  в точке приема складывается из естественных и создаваемых шумов (помех).

# Классификация помех по различным признакам (начало)

Помехи по происхождению могут быть:

*Естественными* - помехи природного происхождения

*Искусственными* - помехи создаваемые устройствами, излучающими энергию электромагнитных или акустических колебаний.

В зависимости от источника образования:

*непреднамеренными*, вызываемыми источниками искусственного происхождения

*преднамеренными*, создаваемыми специально для исключения возможного перехвата информации и нарушения функционирования акустических ТСР, которые в свою очередь по характеру их воздействия можно подразделить на маскирующие и имитирующие помехи.

Маскирующие помехи увеличивают количество принятых сигналов, снижающих информативность сообщения, создающих фон, на котором затрудняется или полностью исключается обнаружение, распознавание, выделение информативных сигналов.

Имитирующие (дезинформирующие) помехи - сигналы, создаваемые техническим средством помех для внесения ложной информации в акустические ТСР.

# **Классификация помех по различным признакам (продолжение)**

**По принципу взаимодействия с защищаемым информативным сигналом:**

**аддитивная помеха** - помеха, представляемая не зависящим от сигнала случайным слагаемым, которое складывается с сигналом.

**мультипликативная помеха** - помеха, представляемая не зависящим от сигнала случайным множителем, влияющим на уровень сигнала и его спектральную структуру.

**По временной структуре излучения подразделяются на:**  
**непрерывные помехи (акустические и электромагнитные)** представляют собой непрерывные излучения, модулированные по амплитуде, частоте или фазе.

**импульсные помехи** имеют вид немодулированных или модулированных импульсов.

# Классификация помех по различным признакам (продолжение)

В зависимости от используемого соотношения ширины спектров помех и информативных сигналов, маскирующие помехи подразделяются на заградительные, прицельные и прицельно-заградительные.

**Заградительные** помехи имеют ширину спектра частот, значительно превышающую полосу, занимаемую информативным сигналом (рис. 1 в). Это дает возможность гарантированного подавления нескольких источников информативного сигнала без предварительного определения их несущих частот (например, побочных электромагнитных излучений ПЭВМ).

**Прицельные** помехи имеют ширину спектра, соизмеряемую (обычно превышающую в 1,5-2 раза) спектр информативного сигнала (рис. 1б).

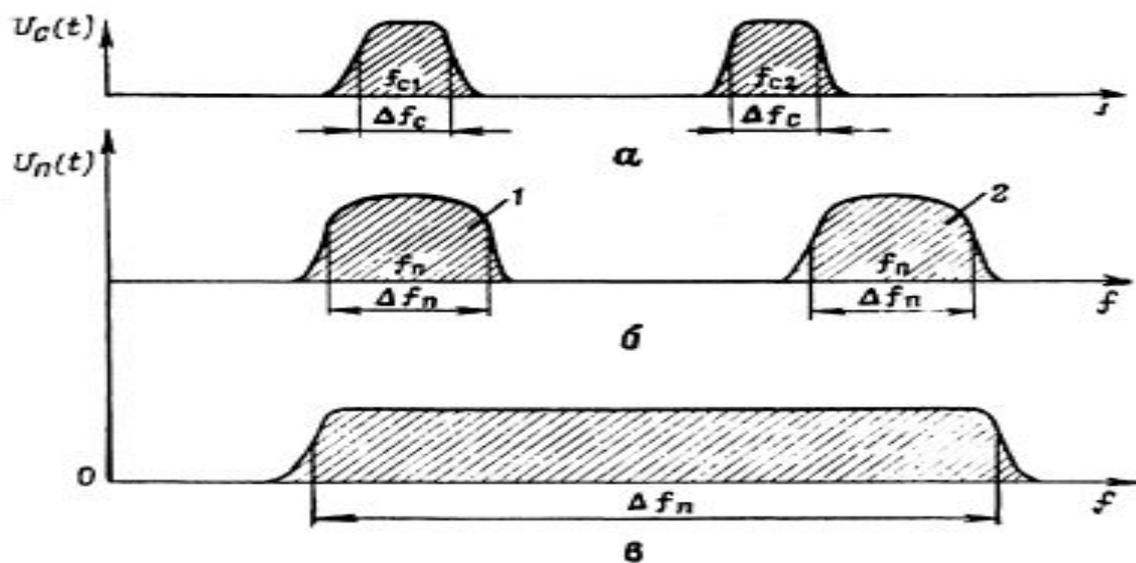


Рис. 1. Соотношение спектров сигналов РЭС (а), прицельных по частоте (б) и заградительных (в) помех

# Классификация помех по различным признакам (продолжение)

В зависимости от интенсивности воздействия на акустические и электромагнитные ТСР:

- *слабые* (по уровню не превышающие рабочие сигналы);
- *средние* (по уровню соизмеримые с рабочими сигналами);
- *сильные* (по уровню значительно превышающие рабочие сигналы).

## Искусственные преднамеренные помехи

По виду излучений		По способу реализации		По характеру воздействия		По соотношению спектра помех и полезных сигналов			По структуре излучения		По интенсивности		
Электромагнитные	Акустические	Активные помехи РЭС	Пассивные помехи РЭС	Маскирующие	Имитирующие	Прицельные	Заградительные	Прицельно-заградительные	Непрерывные	Импульсные	Слабые	Средние	Сильные

# **Классификация активных помех по различным признакам (начало)**

## **Активные помехи:**

- **немодулированные помехи** - характеризуются неизменной амплитудой, частотой и фазой излучаемых колебаний и используются для противодействия акустическим техническим средствам разведки в защищаемых помещениях.
- **модулированные помехи** - характеризуются изменяемыми параметрами излучения и используются посредством создания изменения одного или нескольких параметров несущего колебания, создаваемого передатчиком помех.

В соответствии с видом модуляции различают:

- амплитудно-модулированные (АМ);
- частотно-модулированные (ЧМ);
- амплитудно-частотно-модулированные помехи.

Если в качестве модулирующего напряжения используется шум - шумовые помехи.

**Шумовые помехи** - акустические колебания с хаотическим изменением по случайному закону амплитуды, частоты, фазы - флюктуационные.

Шум, параметры которого сохраняются примерно постоянными в широком диапазоне частот (гладкий шум), называют **белым** ввиду сходства его частотного спектра со спектром белого света, который в видимой его части является сплошным и равномерным

## **Классификация активных помех по различным признакам (продолжение)**

- **В зависимости от принципа генерирования:**
  - **Прямошумовые помехи** - образуются в результате усиления собственных шумов, возникающих в электронных приборах (полупроводниковые диоды, транзисторы и т.п.).
  - **Шумовые модулированные помехи** создаются модуляцией несущей источника помех по амплитуде, фазе или частоте флюктуационным шумовым напряжением.
- **Импульсные помехи представляют собой серию немодулированных или модулированных импульсов.** Параметры импульсной помехи подбираются применительно к виду защищаемого сигнала (работа принтера, пишущей машинки и т.п.).

# Классификация активных помех по различным признакам (продолжение)

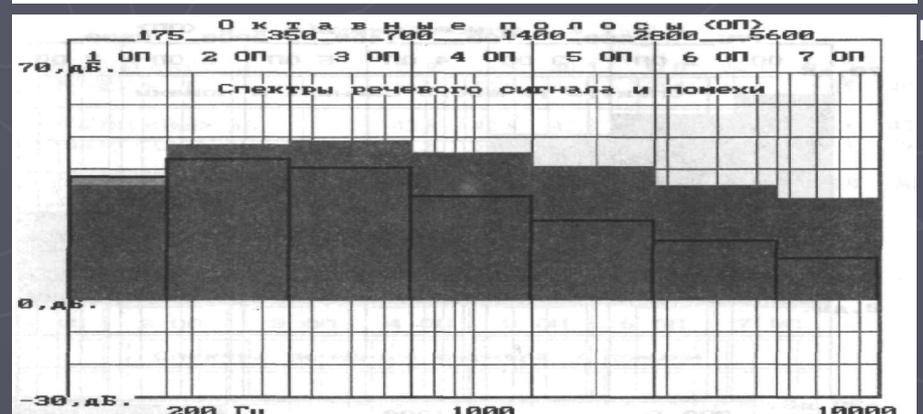
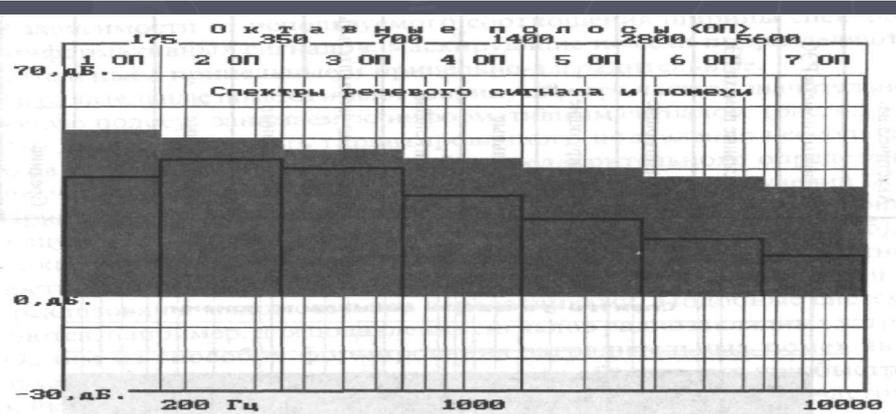
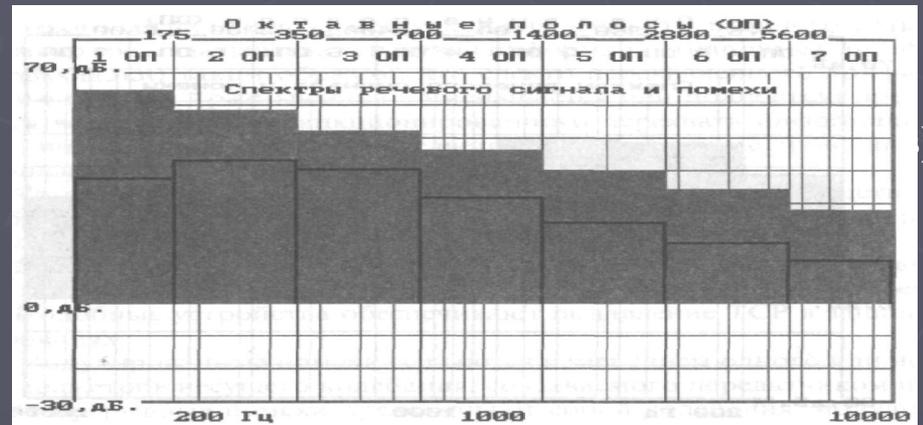
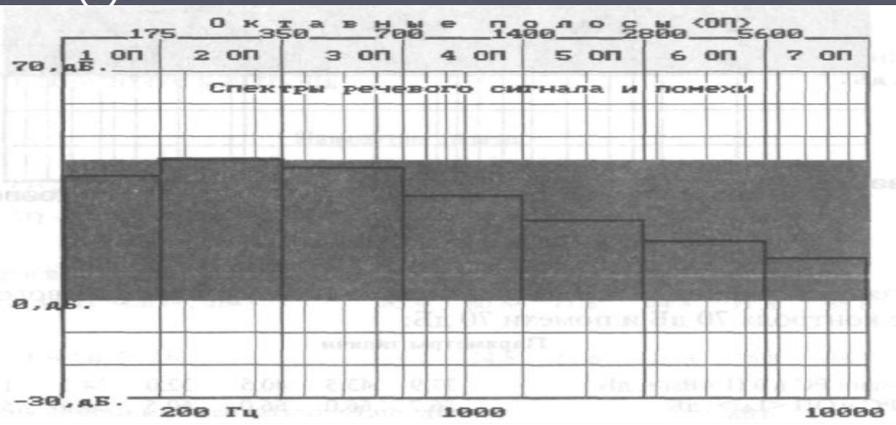
В системах акустической маскировки используются шумовые, речеподобные и комбинированные помехи на основе применения:

"белый" шум - шум с постоянной спектральной плотностью в речевом диапазоне частот (а);

"розовый" шум - шум со спадом спектральной плотности на 3 dB на октаву в сторону высоких частот (б);

"коричневый" шум со спадом 6 dB спектральной плотности на октаву в сторону высоких частот (в);

шумовая "речеподобная" помеха - шум с огибающей амплитудного спектра, подобной речевому сигналу (г).



# Зависимости словесной разборчивости $W$ от интегрального отношения сигнал/шум $q$ в полосе частот 180-5600 Гц при различном виде

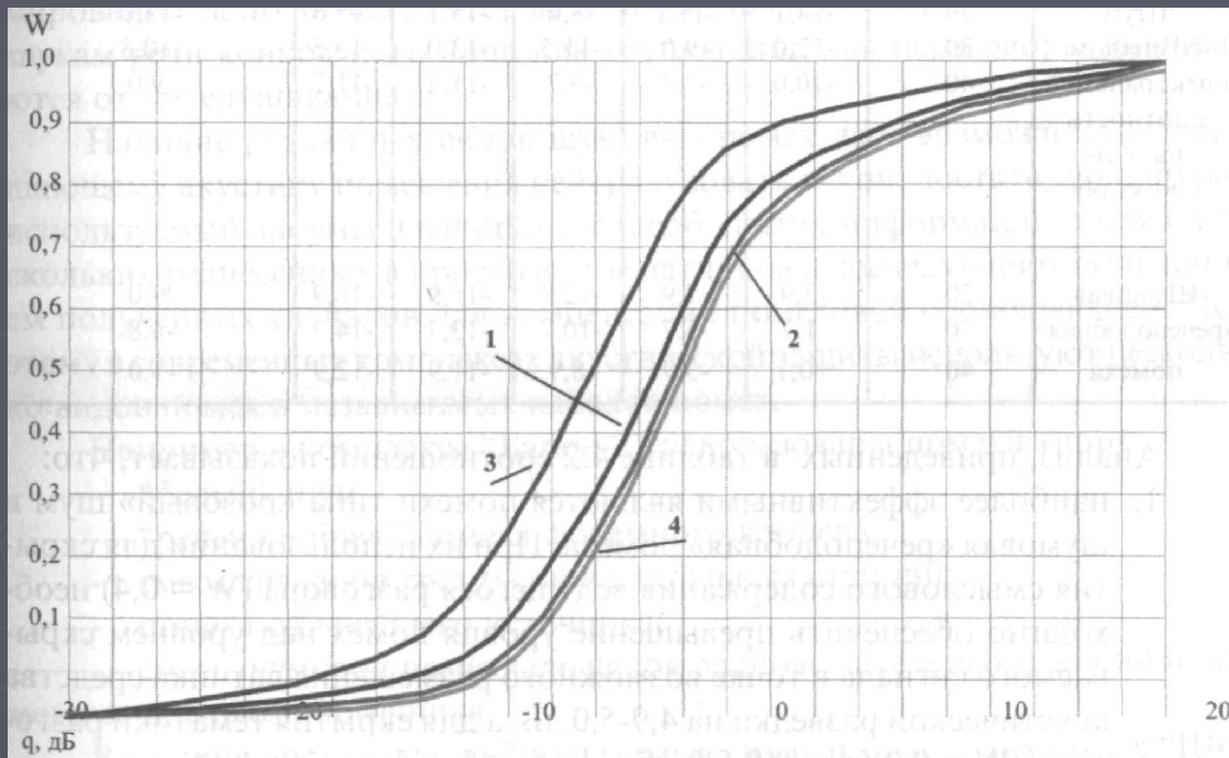


Рис. Зависимость словесной разборчивости  $W$  от интегрального отношения сигнал/шум  $q$  в полосе частот 180-5600 Гц

- 1 - «белый» шум;
- 2 - «розовый» шум;
- 3 - «коричневый» шум со спадом спектральной плотности 6 дБ на октаву в сторону высоких частот;
- 4 - шумовая «речеподобная» помеха.

# Значения отношений сигнал/шум, при которых обеспечивается требуемая эффективность защиты акустической (речевой) информации

Виды Помехи	Словесная разборчи- вость $W, \%$	Отношение $s/\text{ш } q_i$ в октавных полосах					Отношение $s/\text{ш}$ в полосе частот 1800-5600 Гц
		250	500	1000	2000	4000	
«Белый» шум	20	+0,8	-2,2	-10,7	-18,2	-24,7	-10,0
	30	+3,1	+0,1	-8,4	-15,9	-22,4	-7,7
	40	+5,1	+2,1	-6,4	-13,9	-20,4	-5,7
«Розовый» шум	20	-5,9	-5,9	-11,4	-15,9	-19,4	-8,8
	30	-3,7	-3,7	-9,2	-13,7	-17,2	-6,7
	40	-1,9	-1,9	-7,4	-11,9	-15,4	-4,9
Шум со спадом спектральной плотности на 6 дБ на октаву	20	-14,1	-11,1	-3,6	-15,1	-15,6	-13,0
	30	-12,0	-9,0	-11,5	-13,0	-13,5	-10,8
	40	-10,0	-7,2	-9,7	-11,2	-11,7	-9,0
Шумовая «речеподобная» помеха	20	-3,9	-7,9	-12,9	-15,9	-16,9	-9,0
	30	-1,7	-5,7	-10,7	-13,7	-14,7	-6,8
	40	+0,1	-3,9	-8,9	-11,9	-12,9	-5,0

# Эффективный способ активной защиты речевой информации

- ▶ По мнению большинства специалистов наиболее эффективным способом активной защиты речевой информации является способ формирования коррелированной по уровню, спектру и времени излучения со скрываемым сигналом «речеподобной» помехи, заключающийся в специальном преобразовании скрываемого речевого сигнала за счет сложной инверсии спектра и акустической псевдореверберации путем умножения и деления его частотных составляющих и многократного наложения принимаемых переотраженных акустических сигналов.

# Способ активной защиты ослабления звуковых информативных сигналов непреднамеренными шумами и помехами

- ▶ Работа различных машин и технических средств в помещении, шум шагов, разговоры в помещении, помехи, создаваемые автомобильным протектором, шумом листвы и т.п., создают шумовой фон
- ▶ Средние значения акустических шумов на улице составляют, в зависимости от интенсивности движения автотранспорта в районе расположения объекта, 60 - 75 дБ. Разница в уровне шумов в районе расположения объекта может составлять до 30 дБ. При этом существуют нормативы допустимого уровня акустических шумов в рабочем помещении, который должен быть не более 50 дБ.
- ▶ Средние значения вибрационных шумов изменяются от 10 - 20 дБ на внутренних конструкциях днем и до 15 - 30 дБ ночью. На внешних конструкциях шумы, как правило, на 5 - 10 дБ выше.
- ▶ Вибрационные помехи на окнах составляют 10 - 15 дБ на внутреннем стекле и 25 - 30 дБ - на внешнем, в трубопроводах помехи изменяются от 10 - 15 дБ при отсутствии воды и до 15 - 20 дБ при ее наличии.

# Ожидаемое значение разборчивости речи при различных уровнях шума

Тип конструкции	Вид канала	Уровень шумов	Ожидаемая разборчивость	
			формант, %	словов, %
кирпичная стена (1 кирпич)	акустика в здании	слабый	15	25
		сильный	0	0
гипсолитовая стена	акустика в здании	слабый	65	90
		сильный	0	0
деревянная стена	акустика в здании	слабый	98	99
		сильный	35	63
пластиковая стена	акустика в здании	слабый	93	99
		сильный	30	55
перекрытия	акустика в здании	слабый	0	0
		сильный	0	0
дверь обычная филенчатая	акустика в здании	слабый	100	100
		сильный	43	43
дверь двойная	акустика в здании	слабый	83	95
		сильный	20	36
окно с одним стеклом	акустика на улице	слабый	67	90
		сильный	18	33
окно с одним стеклом	акустика на улице	слабый	60	87
		сильный	10	15
оконный блок 2 х	акустика на улице	слабый	56	82
		сильный	0	0
вентканал	акустика в здании	слабый	65	90
		сильный	3	2
вентканал	акустика в канале	слабый	100	100
		сильный	50	80
оконный кондиционер	акустика на улице	слабый (выкл)	80	95
		сильный (вкл)	35	63
бетонная стена	вибрации на улице	слабый	63	88

# Второй учебный вопрос: Способы создания искусственных акустических и виброакустических помех для защиты несущих конструкций и объема защищаемого помещения

## *Степени защиты систем виброакустического зашумления*

### ► *Требования степени защиты:*

- *минимальная*, когда при многократном прослушивании фонограммы невозможно восстановить смысл сообщения;
- *максимальная*, когда невозможно установить сам факт проведения беседы или наличие речи в сигнале.

► Минимальная степень защиты достигается при превышении уровня интенсивности помехи над уровнем сигнала во всем частотном диапазоне при соблюдении соотношения сигнал/помеха минус 10 дБ.

► Максимальная степень защиты достигается, когда в каждой третьоктавной полосе речевого сигнала соотношения сигнал/помеха составляет минус 20 дБ.

► Подобные требования по подавлению информативного сигнала могут быть обеспечены при оптимальном построении электроакустических преобразователей систем зашумления, выбора вида подавляющего сигнала и его мощности.

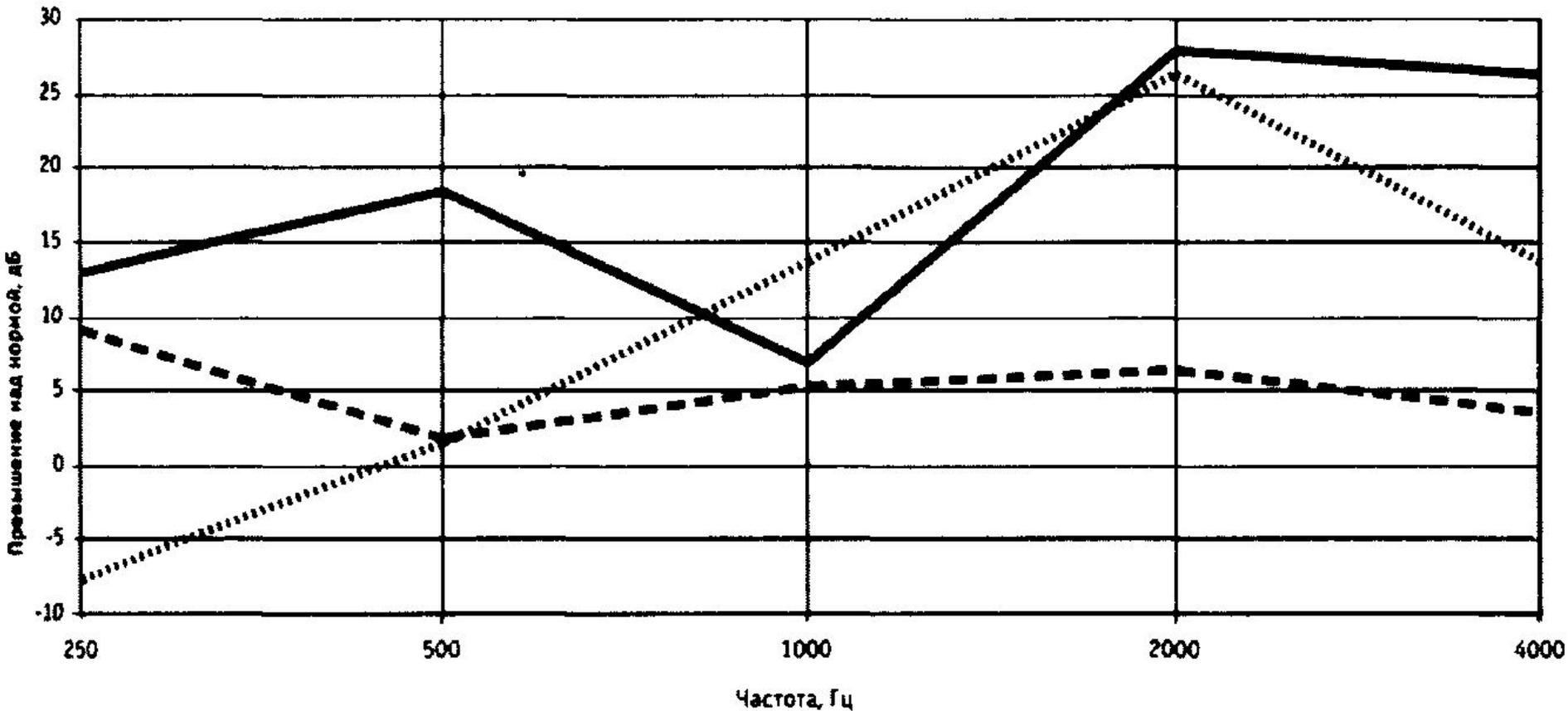
# Возможные варианты использования пьезоэлектрических и электротехнических датчиков

- ▶ а) Пьезоэлектрические датчики
  - пьезоэлектрики обладают ярко выраженными резонансными свойствами;
  - пьезоэлектрические пластины имеют большой технологический разброс по АЧХ, что усложняет коррекцию работающих на них усилителей;
  - невозможно создать пьезоэлектрический датчик с нужными параметрами за приемлемую цену на основе одной пластины.
- ▶ б) Электромеханические датчики:
  - электромагнитные датчики обладают достаточно большой массой для эффективной работы с большими поверхностями;
  - число собственных резонансов у электромагнитного датчика обычно меньше, чем у пьезоэлектрического, а их АЧХ имеет более гладкий вид, что упрощает коррекцию АЧХ усилителя;
  - необходимые параметры электромагнитного датчика подобрать проще из-за его конструктивных и технологических особенностей;
  - надежность электромеханических датчиков несколько ниже.
- ▶ Вывод: необходимо в рабочей конструкции применять электромеханический датчик, в котором использование редкоземельных магнитов позволило сделать устройства компактными и по приемлемой цене.

# Способы устранения влияния "паразитных" шумов датчиков

- а) располагать вибраторы не на поверхности стен, а в специальных нишах в стенах;
- б) располагать датчики на окнах с внешней стороны рамы, что позволит уменьшить уровень акустических паразитных колебаний в помещении за счет акустической защиты внутренней рамы (стекла);
- в) при использовании подвесного потолка размещать датчики выше подвесного потолка (например, в нишах основного потолка);
- г) осуществлять включение зашумляющего сигнала только в случае появления в помещении информативного акустического сигнала.
- д) использовать устройства, позволяющие производить настройку датчиков с учетом свойств зашумляемой поверхности с установкой оптимального уровня шума в нескольких полосах спектра зашумляемого сигнала

# Уровни помех, создаваемые системами виброзащумления



# Третий учебный вопрос: Активные и комбинированные способы защиты информации от утечки

- ▶ Виброакустический канал утечки образуют: источники конфиденциальной информации (люди, технические устройства), среда распространения (воздух, ограждающие конструкции помещений, трубопроводы), средства съема (микрофоны, стетоскопы).
- ▶ Для защиты помещений применяют генераторы белого или розового шума и системы вибрационного зашумления, укомплектованные, как правило, электромагнитными и пьезоэлектрическими вибропреобразователями.
- ▶ В большинстве случаев для активной защиты воздушных каналов используют системы виброзашумления, к выходам которых подключают громкоговорители.

# Эксплуатационно-технические параметры

## современных систем виброакустического шумления

Характеристика	Шорох-1	Шорох-2	ANG-2000
Количество независимых генераторов	3	1	1
Рабочий диапазон частот, кГц	0,2...5,0	0,2...5,0	0,25...5,0
Наличие эквалайзера	Есть	Есть	Нет
Максимальное количество вибродатчиков	КВП-2-72 и КВП-7-48	КВП-2-24 и КВП-7-16	TRN-2000-18
Эффективный радиус действия стеновых вибродатчиков на перекрытии толщиной 0,25 м, м	Не менее 6 (КВП-2)	Не менее 6 (КВП-2)	5 (TRN-2000)
Эффективный радиус действия оконных вибродатчиков на стекле толщиной 4 мм, м	Не менее 1,5 (КВП-7)	Не менее 1,5 (КВП-7)	-
Типы вибродатчиков	КВП-2, КВП-6, КВП-7	КВП-2, КВП-6, КВП-7	TRN-2000
Габариты вибродатчиков, мм	040x30, 050x39, 033x8	040x30, 050x39, 033x8	0100x38
Возможность акустического шумления	Есть	Есть	Есть
Примечания	Сертификаты Гостехкомиссии РФ (для объектов I категории)	Сертификат Гостехкомиссии РФ (для объектов II категории)	

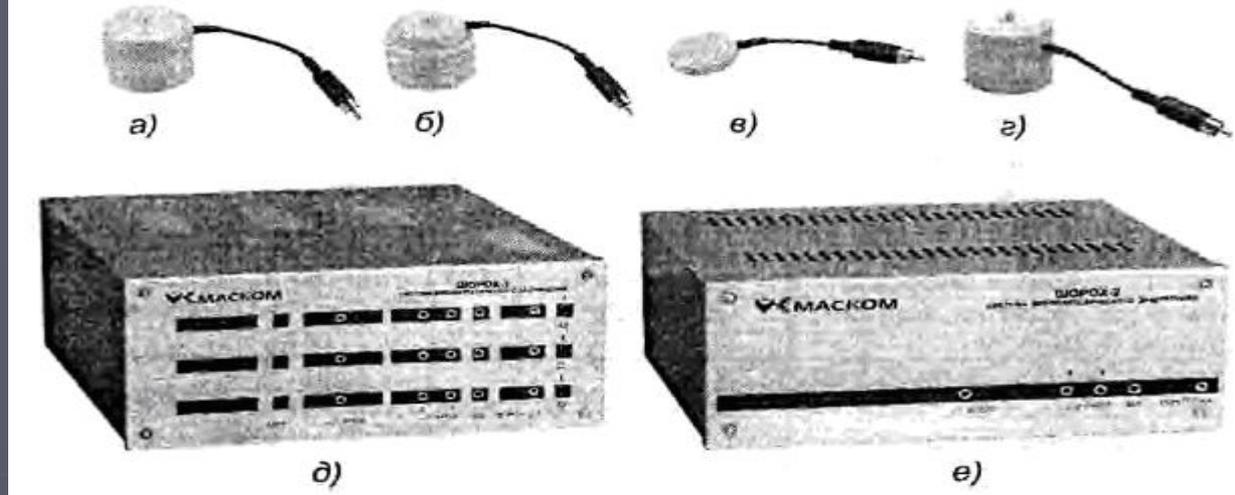


Рис. Внешний вид современных систем виброакустического шумления  
 а) – КВП-2; б) – КВП-6; в) – КВП-7; г) – КВП-8; д) Шорох 1; е) Шорох 2.



Рис. 4.5. Техническая реализация активных методов защиты  
 речевой информации.

1 – генератор белого шума, 2 – полосовой фильтр; 3 – октавный эквалайзер с центральными частотами 250, 500, 1000, 2000, 4000 (Гц); 4 – усилитель мощности; 5 – система преобразователей (акустические колонки, вибраторы)

# Система «Шорох-2» обеспечивающие защиту :

1. От следующих технических средств съема информации:
  - устройств, использующих контактные микрофоны (электронные, проводные и радиостетоскопы);
  - устройств дистанционного съема информации (лазерные микрофоны, направленные микрофоны);
  - закладных устройств, внедряемых в элементы строительных конструкций.
2. Система «Шорох-2» обеспечивает защиту следующих элементов строительных конструкций:
  - внешних стен и внутренних стен жесткости, выполненных из монолитного железобетона, железобетонных панелей и кирпичной кладки толщиной до 500 мм;
  - плит перекрытий, в том числе и покрытых слоем отсыпки и стяжки;
  - внутренних перегородок из различных материалов;
  - остекленных оконных проемов;
  - труб отопления, водоснабжения, электропроводки;
  - коробов систем вентиляции;
  - тамбуров.

# Характеристики генератора системы Шорох-2

- Вид генерируемой помехи - Аналоговый шум с нормальным распределением плотности вероятности мгновенных значений.
- Действующее значение напряжения помехи - Не менее 1000 В
- Диапазон генерируемых частот - 157...5600 Гц
- Регулировка спектра генерируемой помехи - Пятиполосный, октавный эквалайзер
- Центральные частоты полос регулировки спектра - 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц
- Глубина регулировки спектра по полосам, не менее -  $\pm 20$  дБ
- Глубина регулировки уровня помехи - Не менее 40 дБ
- Общее количество одновременно подключаемых электроакустических преобразователей:
- КВП-2, КВП-6 - 6...24
  - КВП-7 - 4...16
  - Акустических колонок (4...8 Ом) - 4...16
- Суммарная выходная мощность - Не менее 30 Вт
- Питание генератора - 220+22В/50 Гц
- Габариты генератора, - Не более 280x270x120 мм
- Масса генератора - Не более 6 кг

# Характеристики электроакустических преобразователей Шорох - 2

- ▶ Защищаемые поверхности:
- ▶ - КВП-7 - Стекла оконных проемов толщиной до 6 мм
- ▶ - КВП-2 - Внутренние и внешние стены, плиты перекрытий, трубы инженерных коммуникаций. Стекла толщиной более 6 мм.
- ▶ Радиус действия одного преобразователя:
- ▶ - КВП-7 (на стекле толщиной 4 мм)..... 1,5±0,5 м
- ▶ - КВП-2, КВП-6 (стена типа НБ-30 ГОСТ 10922-64) .....6+1 м
- ▶ Диапазон эффективно воспроизводимых частот - 175...6300 Гц.
- ▶ Принцип преобразования - Пьезоэлектрический
- ▶ Действующее значение входного напряжения- Не более 105 В
- ▶ Габаритные размеры, мм, не более:
- ▶ - КВП-2 0 40x30
- ▶ - КВП-6 0 50x40
- ▶ - КВП-7 0 30x10
- ▶ Масса, г, не более:
- ▶ - КВП-2 250
- ▶ - КВП-6 450
- ▶ - КВП-7 20

# Рекомендации по выбору систем виброакустической защиты

Наиболее проблематичным является зашумление массивных строительных конструкций, имеющих высокий механический импеданс (стены толщиной 0,5 м).

Большинство систем виброакустического зашумления создают эффективные вибрационные помехи только на элементах строительных конструкций с относительно низким механическим импедансом (стекла, трубы). Уровень создаваемых вибрационных ускорений на стекле, как правило, на 20 дБ выше, чем на кирпичной стене.

Основным элементом, определяющим качество создаваемого вибрационного сигнала, является виброакустический преобразователь (вибродатчик).

Во всех рассмотренных системах, за исключением VNG-006, VNG-006DM и «Шорох», генераторы создают помеховый сигнал, близкий по спектральному составу белому шуму.

В большинстве рассмотренных систем, кроме «Порог-2М» и «Шорох», не предусмотрена возможность корректировки формы спектров вибрационных помех, необходимая для оптимального зашумления различных строительных конструкций.

# Нейтрализация радиомикрофонов

- ▶ Нейтрализация радиозакладки может быть осуществлена постановкой прицельной помехи на частоте работы нелегального передатчика. Подобный комплекс содержит широкополосную антенну и передатчик помех.
- ▶ Аппаратура функционирует под управлением ПЭВМ и позволяет создать помехи одновременно или поочередно на четырех частотах в диапазоне от 65 до 1000 МГц. Помеха представляет собой высокочастотный сигнал, модулированный тональным сигналом или фразой.
- ▶ Для воздействия на радиомикрофоны с мощностью излучения менее 5 мВт могут использоваться генераторы пространственного электромагнитного зашумления типа SP-21/B1, до 20 мВт - SP-21/B2 «Спектр».

# Защита абонентского участка телефонной линии

- ▶ Способы защиты абонентской линии:
  1. Подача в линию во время разговора маскирующих низкочастотных сигналов звукового диапазона, или ультразвуковых колебаний;
  2. Поднятие напряжения в линии во время разговора или компенсация постоянной составляющей телефонного сигнала постоянным напряжением обратной полярности;
  3. Подача в линию маскирующего низкочастотного сигнала при положенной телефонной трубке;
  4. Генерация в линию с последующей компенсацией на определенном участке абонентской линии сигнала речевого диапазона с известным спектром;
  5. Подача в линию импульсов напряжением до 1500 В для выжигания электронных устройств и блоков их питания

# Защита электросети

▶ Акустические закладки, транслирующие информацию по электросети, нейтрализуются фильтрованием и маскированием. Для фильтрации применяются:

1. **Разделительные трансформаторы**, которые предотвращают проникновение сигналов, появляющихся в первичной обмотке, во вторичную. Степень снижения уровня наводок достигает 40 дБ.
2. **Помехоподавляющие фильтры**, которые пропускают без ослабления сигналы, частоты которых находятся в пределах рабочего диапазона, и подавляют сигналы, частоты которых находятся вне этих пределов.

Типовые параметры фильтров серии ФП приведены в табл. ниже.

Помехоподавляющие фильтры типа ФП, ФСП устанавливают в осветительную и розеточную сети в месте их выхода из выделенные помещений. Для зашумления линий электропитания используют генераторы SP-41/С, сертифицированный «Гром-ЗИ-4», «Гном-ЗМ» и т. П.

Наименование характеристик	Тип фильтра					
	ФП-1	ФП-2	ФП-3	ФП-4	ФП-5	ФП-6
Номинальный ток, А	2,5	4,0	4,0	4,0	10,0	20,0
Номинальное напряжение (фаза-земля) переменного тока 50 Гц, В	220	110	220	500	220	220
Вносимое затухание, дБ	60					
Масса, кг	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5	4,5

# Защита оконечного оборудования слабых линий

- ▶ Активная защита оконечных устройств - маскирование полезных сигналов.
- ▶ Изделия серии МП, снабженные фильтрами от ВЧ-навязывания, генерируют в линии шумоподобные колебания.
- ▶ Устройство МП-1А (для аналоговых линий) реализует режим защиты при положенной телефонной трубке, а МП-1Ц (для цифровых линий) - постоянно. Защиту трехпрограммных трансляционных приемников обеспечивают приборы МП-2 и МП-3, вторичных электрочасов - МП-4, динамиков оповещения - МП-5, который дополнительно гальванически отключает их от линии при отсутствии полезных сигналов.

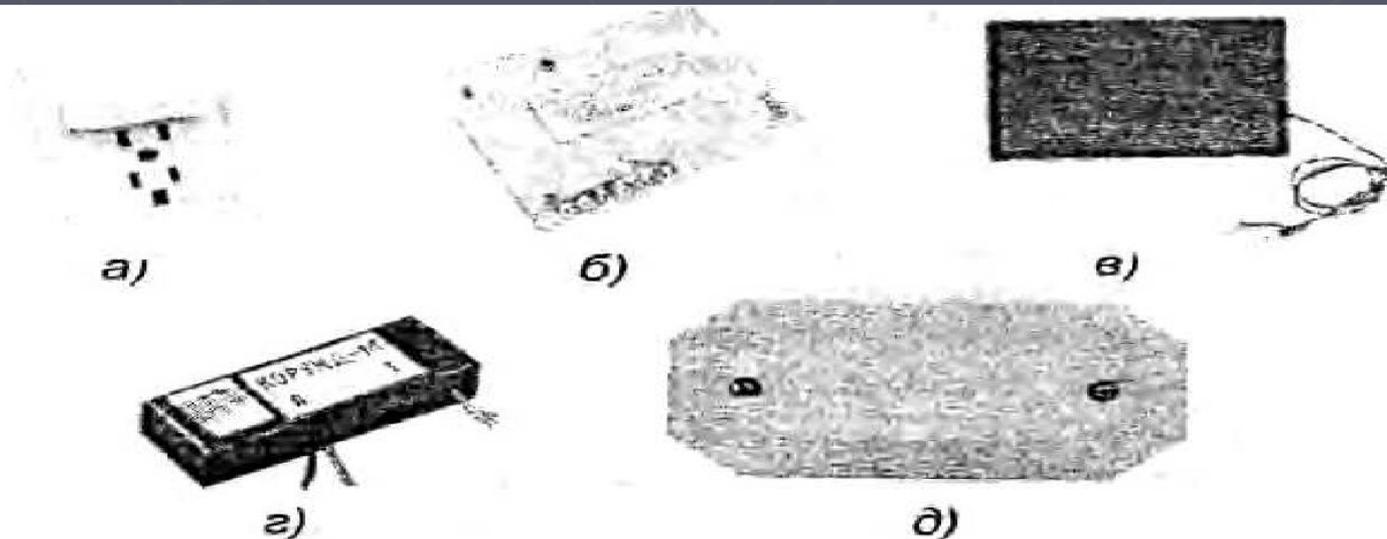


Рис. 4.11. Внешний вид устройств МП-1А (а), МП-2 (б), МП-4 (в), «Корунд» (г), «Грань» (д)