

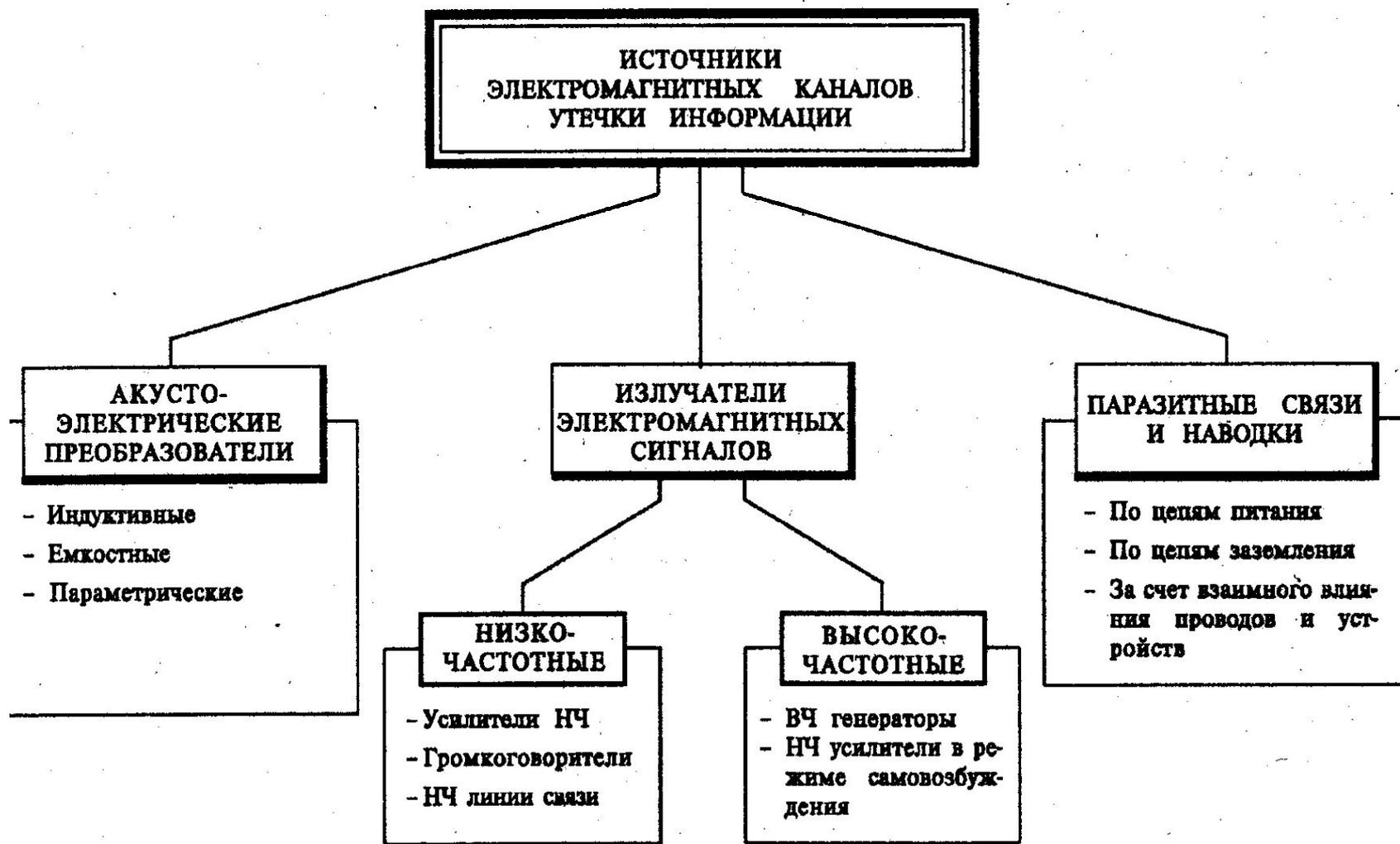
Лекция: МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ И НАВОДОК

Вопросы:

1. Пассивные методы защиты от побочных электромагнитных излучений и наводок
2. Активные методы защиты от ПЭМИН
3. Средства выявления и защиты от ПЭМИН

Широкое использование самых различных технических средств обеспечения производственной и научной деятельности и автоматизированной обработки информации привело к появлению технических каналов утечки информации. **Переносчиками информации** в них выступают **побочные электромагнитные излучения и наводки (ПЭМИН)** различного происхождения. ПЭМИН присущи любым электронным устройствам, системам, изделиям по самой природе их проявления при работе этих технических средств (рис.1).

Рис.1. Побочные электромагнитные излучения и наводки (ПЭМИН)



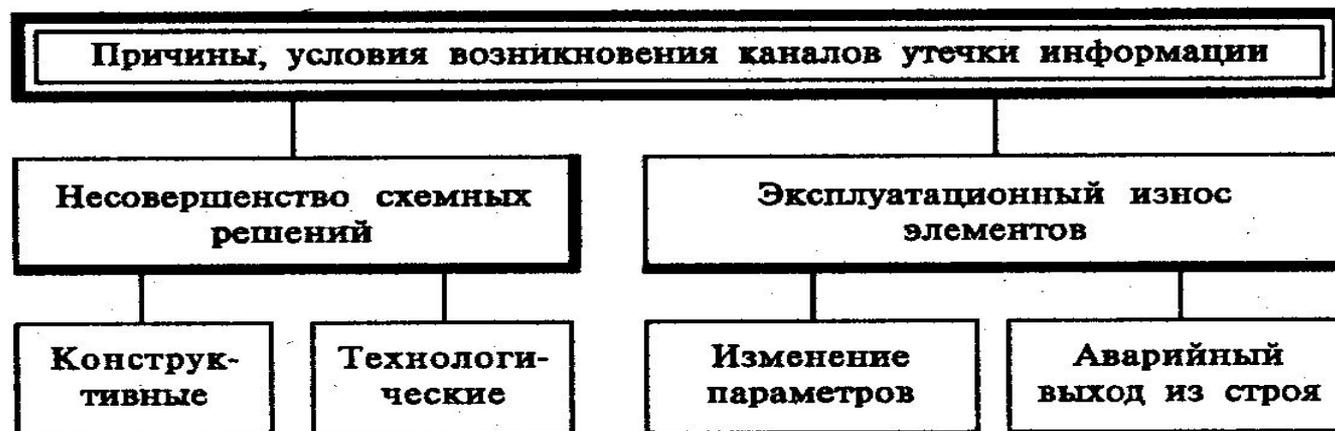
ЗИ о утечки при наличии ПЭМИН

Защита информации от утечки по электромагнитным каналам - это комплекс мероприятий, исключающих или ослабляющих возможность неконтролируемого выхода конфиденциальной информации за пределы контролируемой зоны за счет электромагнитных полей побочного характера и наводок.

Известны следующие электромагнитные каналы утечки информации:

- *микрофонный эффект* элементов электронных схем;
- *электромагнитное излучение* низкой и высокой частоты (НЧ и ВЧ);
- *возникновение паразитной генерации* усилителей различного назначения;
- *цепи питания* и цепи заземления электронных схем;
- *взаимное влияние* проводов и линий связи;
- *высокочастотное навязывание* (ВЧ навязывание);
- *волоконно-оптические системы* (оптоволоконные системы).

Рис.2. Причины и условия возникновения технических каналов утечки информации



Канал утечки информации

Методы защиты от электромагнитных излучений и наводок можно разделить на *пассивные* и *активные*.

Пассивные методы защиты обеспечивают уменьшение уровня опасного сигнала или снижение информативности сигналов.

Активные методы защиты направлены на создание помех в каналах ПЭМИН, затрудняющих прием и выделение полезной информации из перехваченных злоумышленником сигналов.

Канал утечки информации - это физический путь от источника информации к злоумышленнику, по которому возможна утечка или несанкционированное получение охраняемых сведений

Рис.3. Структура канала утечки информации



2. Пассивные методы защиты от ПЭМИН

Пассивные методы защиты от ПЭМИН могут быть разбиты на три группы (рис.7.3):

- *экранирование;*
- *снижение мощности излучений и наводок;*
- *снижение информативности сигналов.*

Рис.3. Классификация пассивных методов защиты от ПЭМИН



Экранирование - один из самых эффективных методов защиты от электромагнитных излучений.

Под *экранированием* понимается размещение элементов КС, создающих электрические, магнитные и электромагнитные поля, в пространственно замкнутых конструкциях. Способы экранирования зависят от особенностей полей, создаваемых элементами КС при протекании в них электрического тока.

1.1. Средства и способы экранирования

Различают следующие виды экранирования:

- экранирование электрического поля;
- экранирование магнитного поля;
- экранирование электромагнитного поля.

Экранирование электрического поля заземленным металлическим экраном нейтрализуют электрические заряды (они стекают по заземляющему контуру). должен иметь Сопротивление контура заземления ≤ 4 Ом. Возможно экранирование с помощью диэлектрических экранов, имеющих высокую относительную диэлектрическую проницаемость ϵ (поле ослабляется в ϵ раз).

Экранирование магнитных полей включает в себя экранирование *низкочастотных* (до 10 кГц) и *высокочастотных магнитные поля*.

Низкочастотные магнитные поля шунтируются экраном за счет направленности силовых линий вдоль стенок экрана.

Высокочастотное магнитное поле вызывает возникновение в экране переменных индукционных вихревых токов, которые создаваемым ими магнитным полем препятствуют распространению побочного магнитного поля. Заземление не влияет на экранирование высокочастотных магнитных полей. Для излучений в диапазоне средних волн и выше достаточно эффективным является экран толщиной 0,5-1,5 мм. Для излучений на частотах свыше 10 МГц достаточно иметь экран из меди или серебра толщиной 0,1 мм.

Экранирование электромагнитного поля (излучения) включает его блокированию методами высокочастотного электрического и магнитного экранирования. Оно осуществляется на 5 уровнях:

- уровень элементов схем;
- уровень блоков;
- уровень устройств;
- уровень кабельных линий;
- уровень помещений.

Экранирование, помимо выполнения своей прямой функции - защиты от ПЭМИН, значительно снижает вредное воздействие электромагнитных излучений на организм человека. и позволяет уменьшить влияние электромагнитных шумов на работу устройств

1.2. Снижение мощности излучений и наводок

Снижение мощности излучений и наводок обеспечивает снижения уровня излучения и взаимного влияния элементов КС. К данной группе пассивных методов защиты от ПЭМИН относятся методы:

- *изменение электрических схем;*
 - *использование оптических каналов связи;*
 - *изменение конструкции;*
 - *использование фильтров;*
 - *гальваническая развязка в системе питания.*
- Изменения электрических схем осуществляются для уменьшения мощности побочных излучений. Это достигается за счет использования элементов с меньшим излучением, уменьшения крутизны фронтов сигналов, предотвращения возникновения паразитной генерации, нарушения регулярности повторений информации.
 - Использование оптических каналов связи - перспективным направлением борьбы с ПЭМИН. Для передачи информации на большие расстояния успешно используются волоконно-оптические кабели. Передачу информации в пределах одного помещения (даже больших размеров) можно осуществлять с помощью беспроводных систем, использующих излучения в инфракрасном диапазоне. Оптические каналы связи не порождают ПЭМИН. Они обеспечивают высокую скорость передачи и неподвержены воздействию электромагнитных помех.
 - Изменения конструкции сводятся к изменению взаимного расположения отдельных узлов, блоков, кабелей, сокращению длины шин.
 - Использование фильтров - один из основных способов защиты от ПЭМИН. Фильтры устанавливаются как внутри устройств, систем для устранения распространения и возможного усиления наведенных побочных электромагнитных сигналов, так и на выходе из объектов линий связи, сигнализации и электропитания. Фильтры рассчитываются таким образом, чтобы они обеспечивали снижение сигналов в диапазоне побочных наводок до безопасного уровня и не вносили существенных искажений полезного сигнала.

Гальваническая развязка в системе питания полностью исключается попадание побочных наведенных сигналов во внешнюю цепь электропитания. Наличие генераторов питания в первичной цепи обеспечивают *гальваническую развязку* между первичной и вторичной цепями, а также позволяет подавать во вторичную цепь электропитание с другими параметрами по сравнению с первичной цепью. Так, во вторичной цепи может быть изменена частота по сравнению с первичной цепью.

Генераторы питания, за счет инерционности механической части, позволяют сглаживать пульсации напряжения и кратковременные отключения в первичной цепи.

1.3. Снижение информативности сигналов ПЭМИН обеспечивает затрудняющее их использование при перехвате.

Оно осуществляется с помощью использования:

- *специальных схемных решений;*
- *кодирования информации.*

Специальные схемные решения – это использование не традиционных схем, например, таких как:

- замена последовательного кода параллельным,
- увеличение разрядности параллельных кодов,
- изменение очередности развертки строк на мониторе и т.п.

Кодирование информации чаще всего осуществляется путем использования криптографических преобразований данных. Это предотвращает утечку информации, т.е. ее невозможно использовать без расшифровки

2. Активные методы защиты от ПЭМИН

Активные методы защиты от ПЭМИН предполагают применение генераторов шу-мов, различающихся принципами формирования маскирующих помех. В качестве маскирующих используются случайные помехи с нормальным законом распределения спектральной плотности мгновенных значений амплитуд (гауссовские помехи) и прицельные помехи, представляющие собой случайную последовательность сигналов помехи, идентичных побочным сигналам.

Используется *пространственное* и *линейное* зашумление.

Пространственное зашумление осуществляется за счет излучения с помощью антенн электромагнитных сигналов в пространство.

Применяется *локальное пространственное зашумление* для защиты конкретного элемента КС и *объектовое пространственное зашумление* для защиты от побочных электромагнитных излучений КС объекта.

При *локальном пространственном зашумлении* используются прицельные помехи. Антенна находится рядом с защищаемым элементом КС.

Объектовое пространственное зашумление осуществляется, как правило, несколькими генераторами со своими антеннами, что позволяет создавать помехи во всех диапазонах побочных электромагнитных излучений всех излучающих устройств объекта.

Пространственное зашумление должно обеспечивать невозможность выделения побочных излучений на фоне создаваемых помех во всех диапазонах излучения и, вместе с тем, уровень создаваемых помех не должен превышать санитарных норм и норм по электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры.

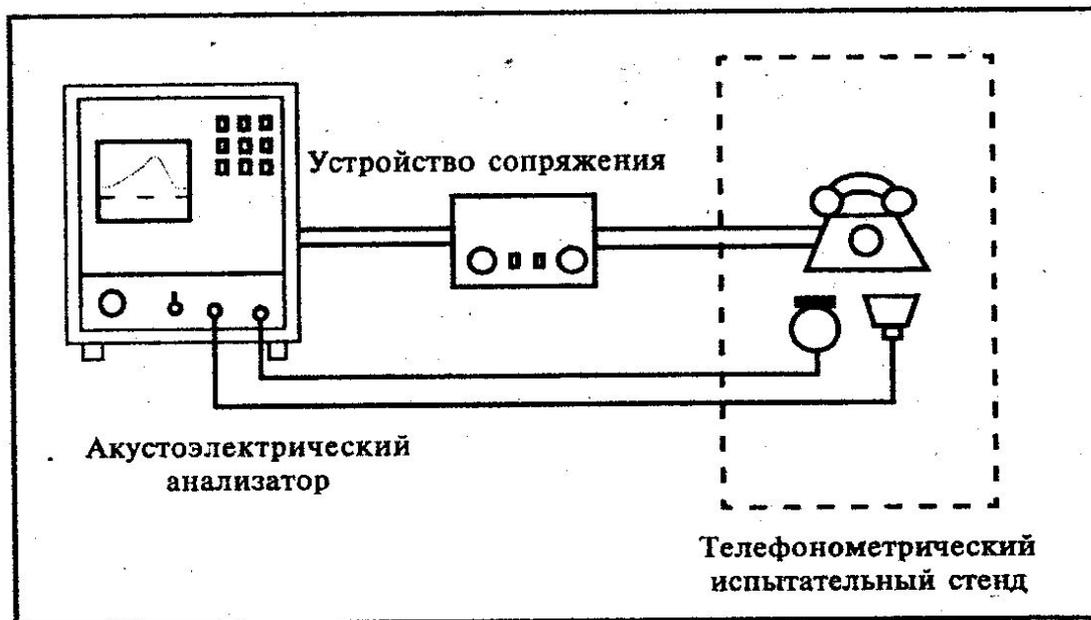
При использовании линейного зашумления генераторы прицельных помех подключаются к токопроводящим линиям для создания в них электрических помех, которые не позволяют злоумышленникам выделять наведенные сигналы

3. Средства выявления и защиты от ПЭМИН

Микрофонный эффект присущ самым различным ТС и прежде чем приступить к использованию защитных мер, очевидно, следует как-то узнать, имеется ли в данном конкретном устройстве этот самый эффект.

Испытания и исследование ТС на наличие в них микрофонного эффекта проводится на специальных испытательных стендах с использованием высококачественной испытательной аппаратуры. Комплект такой аппаратуры используется при разработке, испытаниях и контроле качества электроакустических и электромеханических преобразователей: телефонных аппаратов, громкоговорителей, микрофонов, наушников, слуховых аппаратов и т.д. На рис.7.4. представлена примерная схема испытаний телефонного аппарата (ТА) на таком комплексе

Рис.4. Примерная схема испытаний телефонного аппарата (ТА)



7.3.1. Защита от утечки за счет микрофонного эффекта

Акустическая энергия, возникающая при разговоре, вызывает соответствующие колебания элементов электронной аппаратуры, что в свою очередь приводит к появлению электромагнитного излучения или электрического тока. Наиболее чувствительными элементами электронной аппаратуры к акустическим воздействиям являются катушки индуктивности, конденсаторы переменной емкости, пьезо- и оптические преобразователи. Микрофонным эффектом обладают:

- отдельные типы телефонных аппаратов,
- вторичные электрические часы системы часофикации,
- громкоговорители (динамики) систем радиофикации и громкоговорящей связи и др.

Там, где имеются такие элементы, возможно появление микрофонного эффекта.

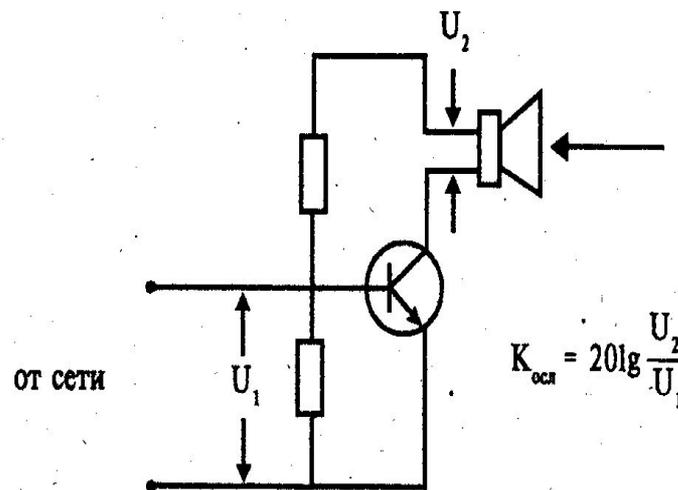
Защита телефонного аппарата от утечки информации за счет микрофонного эффекта может быть обеспечена организационными или техническими мерами.

Организационные меры могут быть следующие:

- выключить телефонный аппарат из розетки (этим исключается источник, образования микрофонного эффекта);
- заменить аппарат на защищенный (выпускаются Пермским телефонным заводом).

Технические меры сводятся к включению в телефонную линию специальных устройств локализации микрофонного эффекта.

Рис.5. Вариант буферного усиления для динамика



Электромеханический звонок колокольного типа является источником возникновения микрофонного эффекта в телефонном аппарате. Под воздействием на него акустических колебаний на выходе его катушки возникает ЭДС микрофонного эффекта (Емэ). Для защитных от Емэ используются схемы ее подавления (они представлена на рис.7.6а и б).

Первая схема Рис.7.6а представляет автоматический клапан: малую ЭДС блокирует, а речевой сигнал разговора абонента пропускает. В ней в звонковую цепь включаются два диода, образующие схему подавления Емэ. Для малых значений Емэ такая схема представляет собой большое сопротивление, а для речевого сигнала, значительно большего по величине, схема открывается и речевой сигнал свободно проходит в линию.

Во второй, более сложной схеме Рис.7.6б используется две пары диодов и высокочастотный фильтр.

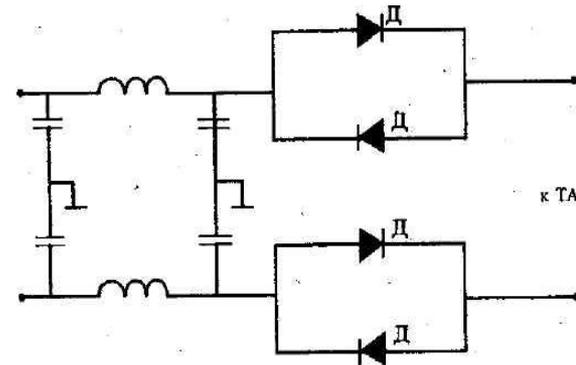
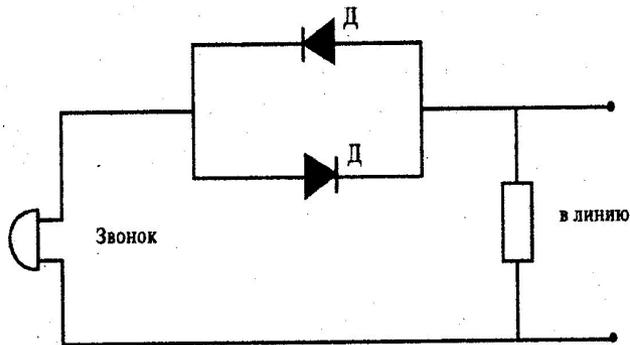
Обе схемы предотвращают возможность образования утечки информации за счет микрофонного эффекта телефонного аппарата с положенной на рычаг телефонной трубкой.

В последнее время схемы подавления микрофонного эффекта стали выполняться в виде различных по конструкции аппаратных решений (например, в виде телефонной розетки, что позволяет скрывать их наличие от "любопытных" глаз).

Рис.6. Схема подавления ЭДС микрофонного эффекта Емэ звонковой цепи ТА

а

б



3.2. Защита от утечки за счет электромагнитного излучение низких и высоких частот

Электронные и радиоэлектронные ТС, особенно средства электросвязи, обладают большим электромагнитным излучением, специально вырабатываемым для передачи информации, и неже-лательными излучениями, образующимися по тем или иным причинам конструктореко-технологического характера.

Нежелательные электромагнитные излучения НЧ и ВЧ подразделяются на опасные для ИБ

- побочные электромагнитные излучения и наводки (ПЭМИН),
- внеполосные и
- шумовые.

Особенно опасны ПЭМИН - главный источник образования электромагнитных каналов утечки информации.

Каждое электронное устройство является источником электромагнитных полей широкого частотного спектра, характер которых определяется назначением и схемными решениями, мощностью устройства, материалами, из которых оно изготовлено, и его конструкцией. Характерис-тики любого электромагнитного поля изменяется в зависимости от дальности его приема. Это расстояние делится на две зоны: *ближнюю* и *дальнюю*.

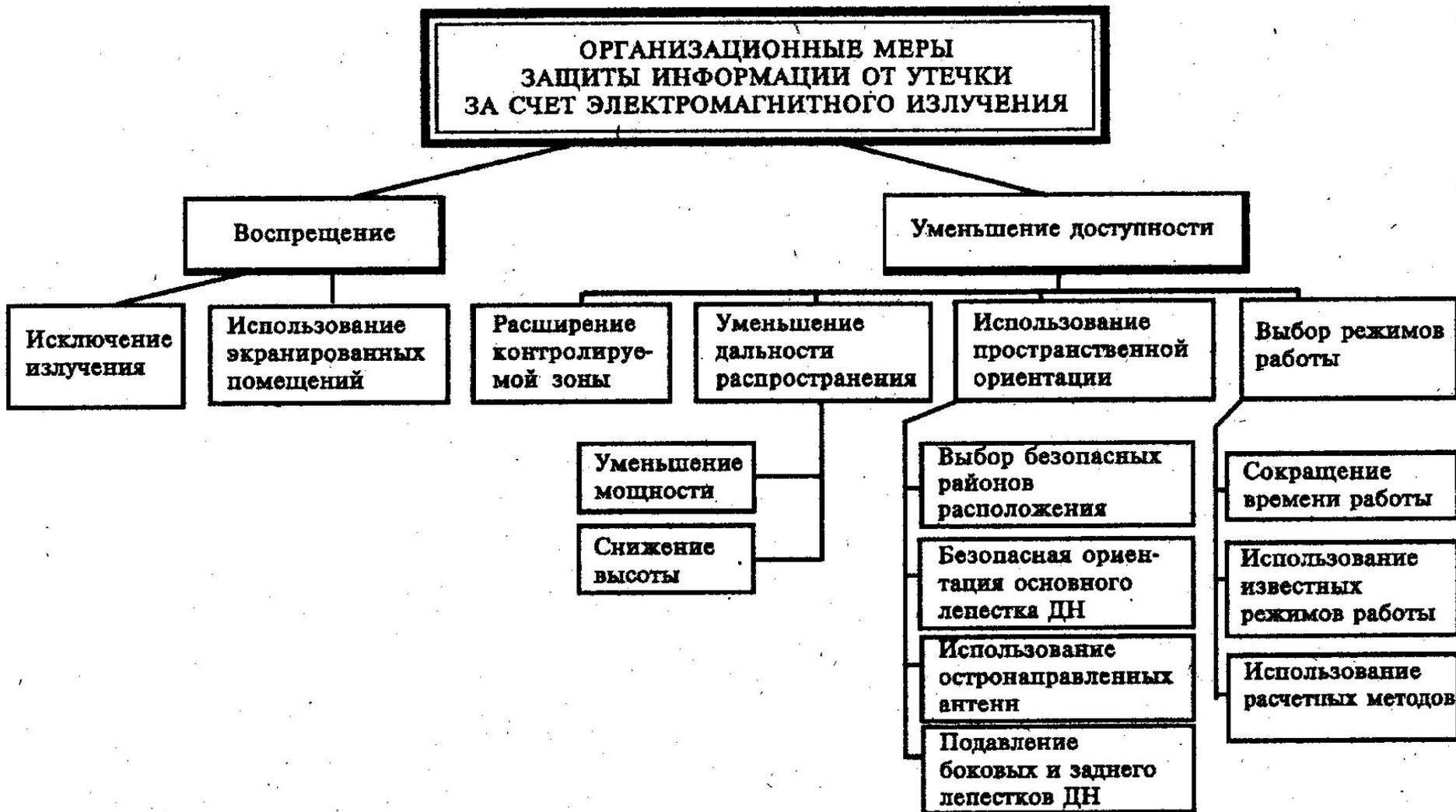
Для ближней зоны расстояние r значительно меньше длины волны ($r \ll \lambda$) и поле имеет ярко выраженный магнитный характер, а для дальней - ($r \gg \lambda$) поле носит явный электромагнитный характер и распространяется в виде плоской волны, энергия которой делится поровну между электрическим и магнитным компонентами.

Следовательно, можно считать возможным образование канала утечки в ближней зоне за счет магнитной плоя (внутри помещения), а в дальней - за счет электромагнитного излучения (за пределами помещения, здания, контролируемой зоны).

Рис.7. Организационные меры ЗИ от утечки за счет электромагнитного излучения

В качестве методов защиты и ослабления электромагнитных полей энергетического помещения используется

- установка электрических фильтров,
- пассивные и активные экранирующие устройства и
- специальное размещение аппаратуры и оборудования



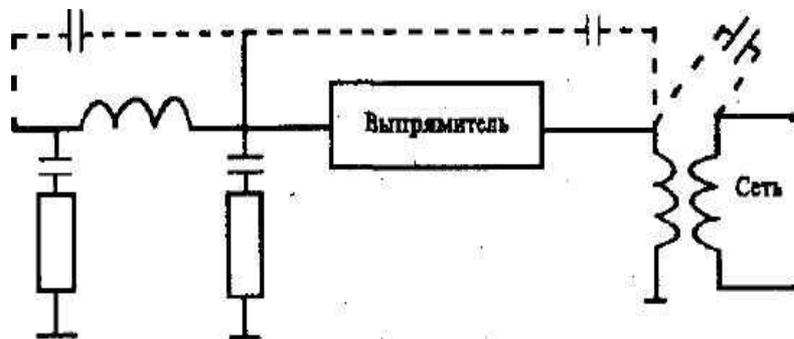
3.3. Защита от утечки за счет паразитической генерации усилителей различного назначения. Паразитная генерация усилителей возникает из-за неконтролируемой положительной обратной связи за счет конструктивных особенностей схемы или за счет старения элементов. Самовозбуждение может возникнуть и при отрицательной обратной связи из-за того, что на частоты, где усилитель вместе с цепью обратной связи вносит сдвиг фазы на 180° , отрицательная обратная связь превращается в положительную. Самовозбуждение усилителей обычно происходит на высоких частотах, выходящих за пределы рабочей полосы частот (вплоть до КВ и УКВ диапазонов).

Частота самовозбуждения модулируется акустическим сигналом, поступающим на усилитель, и излучается в эфир как обычным радиопередатчиком. Дальность распространения такого сигнала определяется мощностью усилителя (т.е. передатчика) и особенностями диапазона радиоволн.

Защитные меры - контроль усилителей на самовозбуждение с помощью радиоприемников типа индикаторов поля, работающих в достаточно широком диапазоне частот, что обеспечивает поиск опасного сигнала.

3.4. Защита от утечки по цепям питания. Циркулирующая в тех или иных ТС конфиденциальная информация может попасть в цепи и сети электрического питания и через них выйти за пределы контролируемой зоны. На рис.8. приведен пример передачи высокой частоты в линию электропитания за счет паразитных емкостей трансформаторов блоков питания.

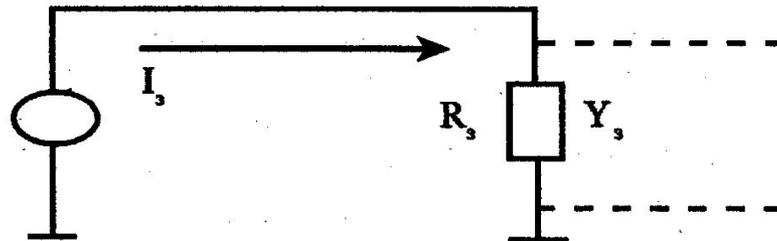
Рис.8. Схема утечки информации по цепям питания



Защита: Использование методов развязки (разводки) цепей питания с помощью отдельных стабилизаторов, преобразователей, сетевых фильтров для отдельных средств или помещений. Возможно использование отдельных трансформаторных узлов для всего энергоснабжения объекта защиты, расположенного в пределах контролируемой территории. Это более надежное решение локализации данного канала утечки.

4.5. Защита от утечки по цепям заземления. Правильное оборудование цепям заземления – одно из важных условий ЗИ. Заземление - это устройство, состоящее из заземлителей-проводников, соединяющих заземлители с электронными и электрическими установками, приборами, машинами. Как правило, заземлители имеют формы трубы, стержня, полосы, листа. Они выполняют защитную функцию и предназначаются для соединения с землей приборов защиты. Отношение потенциала заземлителя к стекающему с него току называется сопротивлением заземления. Величина заземления зависит от удельного сопротивления грунта и площади соприкосновения заземления с землей (рис.9).

Рис.9. Эквивалентная схема заземления



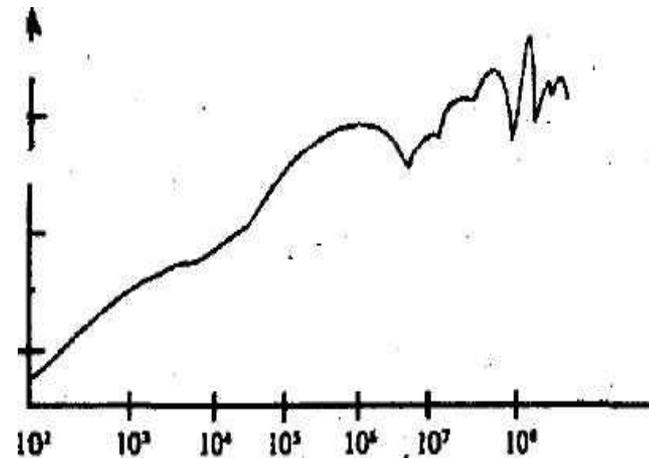
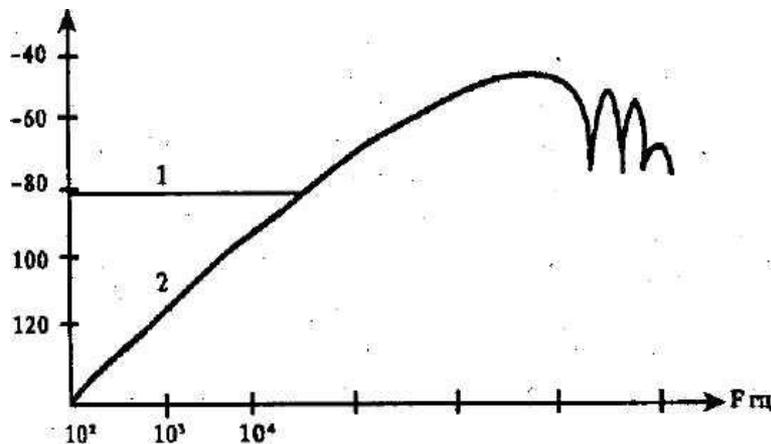
3.6. Защита от утечки за счет взаимного влияние проводов и линий связи

Элементы, цепи, тракты, соединительные провода и линии связи любых электронных систем и схем постоянно находятся под воздействием собственных (внутренних) и сторонних (внешних) электромагнитных полей различного происхождения, индуцирующих или наводящих в них значительные напряжения. Такое электромагнитным влиянием (влияние) на элементы цепи образует непредусмотренные связями, т.е. паразитные (вредные) связи и наводки. Последние могут привести к образованию каналов утечки информации.

Меры защиты цепей и трактов линий связи и проводов от взаимных влияний.

1. Массовое применение систем передачи и типов линий связи, обеспечивающих малые значения взаимных влияний.
2. Рациональный выбор кабелей для различных систем передачи.
3. Взаимная компенсация наводок и помех между цепями симметричных линий связи, наводимых на различных участках за счет скрещивания цепей
4. Экранирование цепей кабельных линий гибкими (чулок) или жесткими (трубы) экранами.

На рис.10а и б приведены примеры наводки не экранированный провод (1-с неидеальной и 2 – идеальной «землей») и взаимные наводки экранированных кабелей (рис.10б)



3.7. Защита от утечки за счет высокочастотного (ВЧ) навязывания

Любое электронное устройство под воздействием ВЧ электромагнитного поля становится как бы пере излучателем, вторичным источником излучения высокочастотных колебаний. Такой сигнал принято называть интермодуляционным излучением, а в практике специалистов бытует понятие "высокочастотное навязывание". Это побочное радиоизлучение, возникающее в результате воздействия на нелинейный элемент ВЧ электромагнитного поля и электромагнитного поля электронного устройства. Оно в последующем может быть переизлучено на гармониках 2 и 3 порядка или наведено на провода и линии связи и выйти за пределы контролируемой (как ЭМИ).

В качестве источника навязываемого ВЧ сигнала могут выступать (рис.11):

- радиовещательные станции, находящиеся вблизи объекта защиты;
- персональные ЭВМ, электромагнитное поле которых может воздействовать на телефонные и факсимильные аппараты, с выходом опасного сигнала по проводам за пределы помещений и здания.

При воздействии ВЧ навязывания на ТА его модулирующим элементом является микрофон. Следовательно, нужно воспретить прохождение ВЧ тока через него. Это достигается путем подключения параллельно микрофону постоянного конденсатора емкостью порядка 0,01-0,05 мкФ. В этом случае ВЧ составляющая сигнала будет проходить через конденсатор, минуя микрофон (рис.13)

Рис.11. Вариант ВЧ навязывания и пример шунтирования микрофона телефона при этом

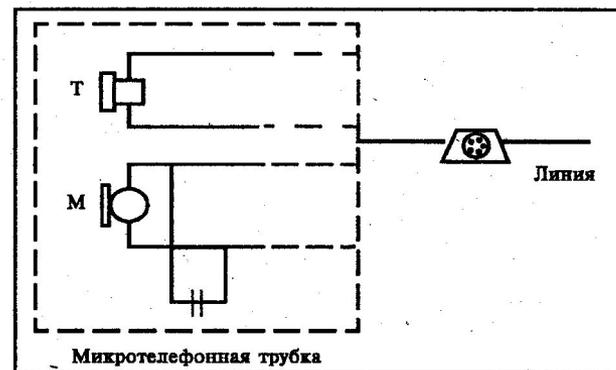
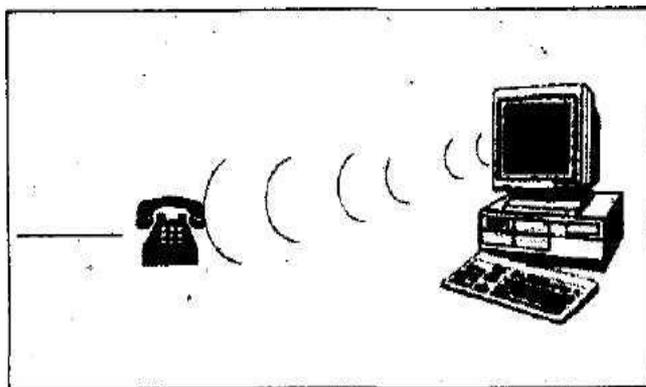


Рис.9. Акустическая утечка информации

**АКУСТИЧЕСКИЕ
КАНАЛЫ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ**

образуются

За счет распространения акустических (механических) колебаний в свободном воздушном пространстве

- Преговоры на открытом пространстве
- Открытые окна, двери, форточки
- Вентиляционные каналы

За счет воздействия звуковых колебаний на элементы и конструкции зданий, вызывая их вибрации

- Стены, потолки, полы, окна, двери, короба вентиляционных систем
- Трубы водоснабжения, отопления, кондиционирования и др.

За счет воздействия звуковых колебаний на технические средства обработки информации

- Микрофонный эффект
- Акустическая модуляция волоконно-оптических линий передачи информации

Рис.10. Акустические и вибрационные каналы утечки

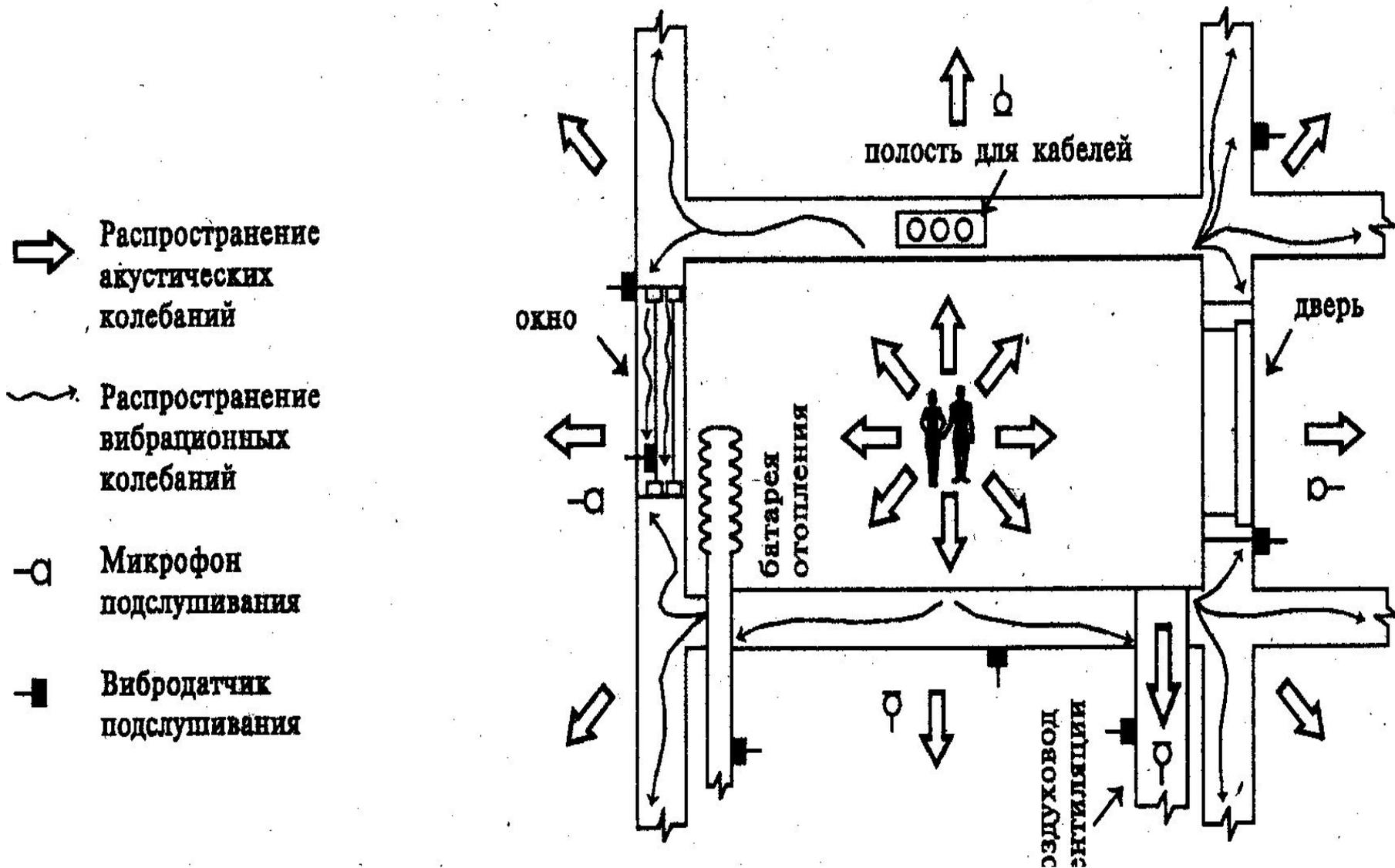


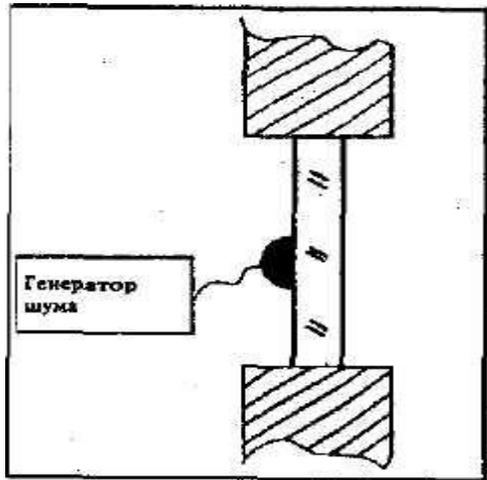
Рис.11. Акустическая защита



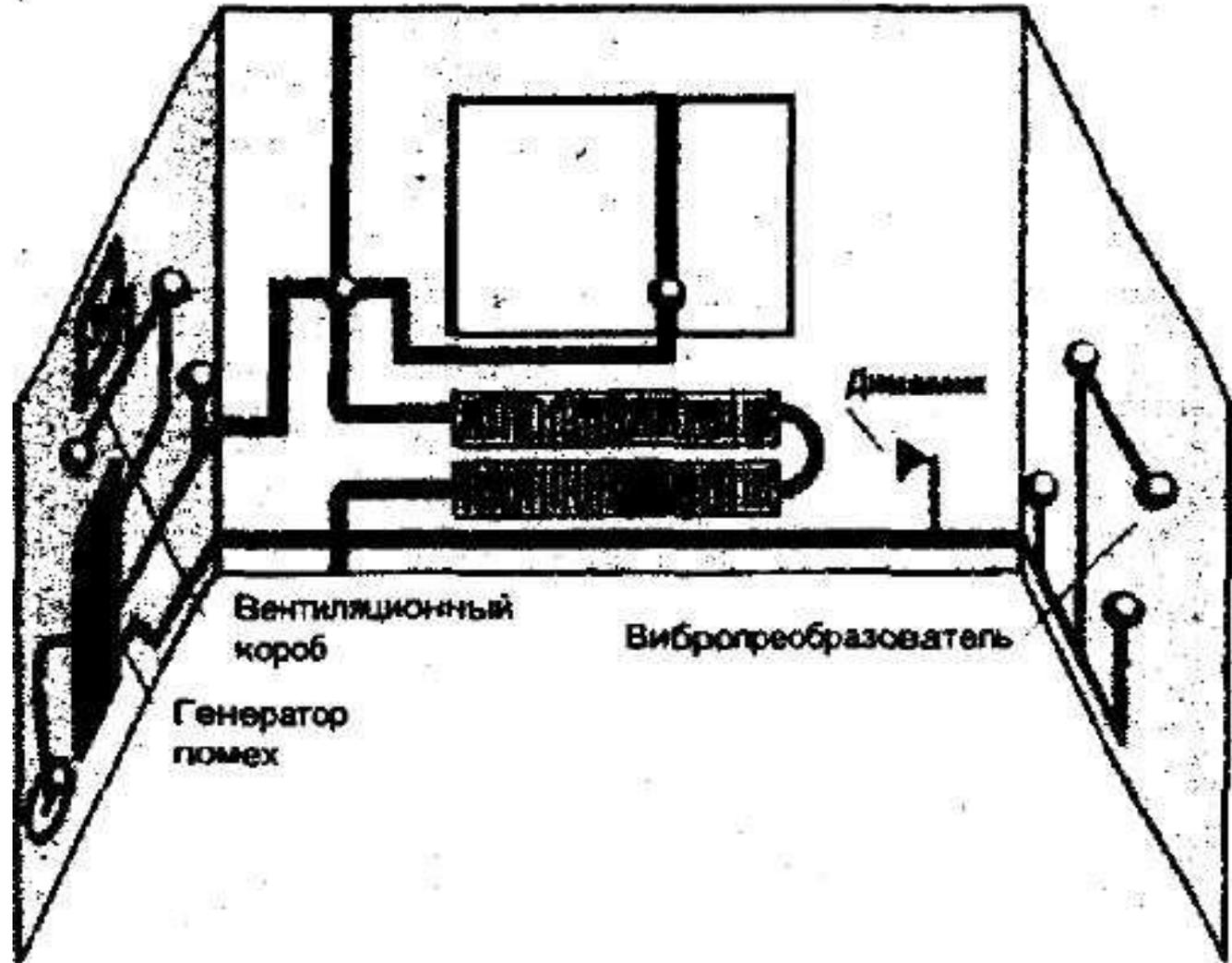
Рис. 49

Рис.12. Акустическая защита объекта

Защита окна
с помощью генератора шума



Защита с помощью акустических датчиков
размещенных в помещении

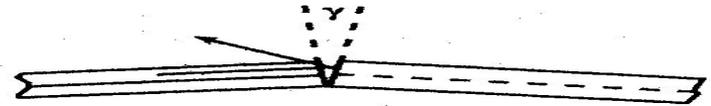


Причины возникновения излучения в световодах

а. Радиальная несогласованность стыкуемых волокон



б. Угловая несогласованность осей световодов



в. Наличие зазора между торцами световода



г. Наличие взаимной не параллельности торцов волокон



д. Разница в диаметрах сердечников стыкуемых волокон



Рис 8. Чувствительность световодов к оптическому давлению Р при их покрытии различными эластомерами (в скобках указана толщина покрытия в мм)

Акустико-оптический эффект

