

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра защиты информации

***МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ
ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМУ
И АКУСТИЧЕСКОМУ КАНАЛАМ***

Учебно-методическое пособие по курсам
«Основы защиты информации»,
«Защита объектов связи и речевых сообщений
от несанкционированного перехвата»
для студентов специальностей
«Сети телекоммуникаций» и «Защита информации в телекоммуникациях»
всех форм обучения

Минск 2006

УДК 621. 391. 25 (075.8)

ББК 32. 811 я 73

М 54

А в т о р ы:

Л. М. Лыньков, В. А. Богуш, Т. В. Борботько, А. М. Прудник

Р е ц е н з е н т:

зав. кафедрой интеллектуальных систем БНТУ,

д-р техн. наук, проф. В. М. Колешко

Методы защиты информации от утечки по электромагнитному и акустическому каналам : учебно-метод. пособие по курсам «Основы защиты информации», «Защита объектов связи и речевых сообщений от несанкционированного перехвата» для студ. спец. «Сети телекоммуникаций» и «Защита информации в телекоммуникациях» всех форм обуч. / Л. М. Лыньков [и др.]. – Мн. : БГУИР, 2006. – 51 с. : ил.

ISBN 985-444-983-1

Рассмотрены основные технические каналы утечки информации. Приводятся активные и пассивные методы защиты информации от утечки по электромагнитному и акустическому каналам.

УДК 621. 391. 25 (075.8)

ББК 32. 811 я 73

ISBN 985-444-983-1

© Коллектив авторов, 2006

© БГУИР, 2006

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. ТЕХНИЧЕСКИЕ КАНАЛЫ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ.....	5
1.1. Классификация технических каналов утечки информации	5
1.2. Утечка информации по акустическому каналу	9
1.2.1. Прямой акустический канал	9
1.2.2. Виброакустический канал	10
1.2.3. Акустооптический канал	12
1.3. Утечка информации по электромагнитному каналу.....	13
1.3.1. Нежелательные излучения технических средств обработки информации.....	13
1.3.2. Утечка информации по цепям заземления	16
1.3.3. Утечка информации по цепям электропитания	19
2. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО АКУСТИЧЕСКОМУ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМУ КАНАЛАМ	23
2.1. Пассивные методы защиты информации	23
2.1.1. Звукоизоляция помещений	23
2.1.2. Экранирование электромагнитных полей.....	25
2.1.3. Экранирование узлов радиоэлектронной аппаратуры и их соединений.....	28
2.1.4. Материалы для экранов электромагнитного излучения	30
2.1.5. Фильтрация	33
2.1.6. Заземление технических средств	36
2.1.7. Согласованные нагрузки волноводных, коаксиальных и волоконно-оптических линий.....	38
2.2. Активные методы защиты информации.....	39
2.2.1. Акустическая маскировка	39
2.2.2. Методы защиты проводных линий связи на энергетическом уровне	41
2.2.3. Поиск закладных устройств.....	44
2.2.4. Средства обнаружения закладных устройств.....	46
2.2.5. Электромагнитное зашумление	48
Литература.....	50

ВВЕДЕНИЕ

Проблема защиты информации в последнее время приобретает все более актуальный характер. Люди вне зависимости от их трудовой деятельности оказываются перед фактами утечки информации. В результате чего срываются договоры, не выполняются контракты.

Информация может быть различного содержания, и степень ее конфиденциальности зависит от лица или группы лиц, кому она принадлежит, а также характера их деятельности. Если Вы бизнесмен, то Вам необходимы сведения о конкурентах, их слабых и сильных сторонах, поставщиках, рынках сбыта, условиях финансовой деятельности, технологические новшества. Нелишним будет и знание действий, которые Ваши противники предпринимают или могут предпринять против Вас. Если Вы политик, администратор или просто известный в определенных кругах человек, то конфиденциальной информацией будет являться уклад Вашей личной жизни, связи, истинное отношение к тем или иным общественным явлениям или лицам, источники доходов и т.д. Естественно, что это будут сведения интересными для Ваших конкурентов или недоброжелателей, которые могут использовать каким-либо образом полученные данные в своих корыстных целях.

Таким образом, конкурентная борьба приобретает характер информационного противоборства, которое базируется, как правило, на получении информации путем применения специальных технических средств позволяющих с высокой достоверностью вести ее перехват за счет эффективного использования технических каналов утечки информации, доминирующую роль в которых играют электромагнитный и акустический каналы. Вследствие чего возникает необходимость в соответствующих методах и средствах защиты.

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ КАНАЛЫ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ

1.1. Классификация технических каналов утечки информации

Техническим каналом утечки информации (рис. 1) называется совокупность источника конфиденциальной информации, среды распространения информационного сигнала и средств технической разведки.

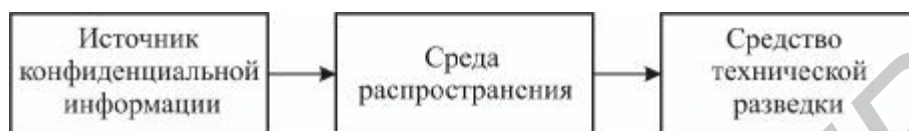


Рис. 1. Технический канал утечки информации

Классификация технических каналов приведена на рис. 2.

В случае, когда источником информации является голосовой аппарат человека, информация называется **речевой**. Речевой сигнал - сложный акустический сигнал, основная энергия которого сосредоточена в диапазоне частот от 300 до 4000 Гц.



Рис. 2. Классификация технических каналов утечки информации

Голосовой аппарат человека является первичным источником акустических колебаний, которые представляют собой возмущения воздушной среды в виде волн сжатия и растяжения.

Под действием акустических колебаний в ограждающих строительных конструкциях и инженерных коммуникациях помещения, в котором находится речевой источник, возникают вибрационные колебания. Таким образом, в своем первоначальном состоянии речевой сигнал в помещении присутствует в виде акустических и вибрационных колебаний.

Различного рода преобразователи акустических и вибрационных колебаний являются вторичными источниками. К последним относятся громкоговорители, телефоны, микрофоны, акселерометры и другие устройства.

В акустических каналах утечки информации средой распространения речевых сигналов является воздух, и для их перехвата используются высокочувствительные микрофоны и специальные направленные микрофоны, которые соединяются с портативными звукозаписывающими устройствами или со специальными миниатюрными передатчиками.

Автономные устройства, конструктивно объединяющие микрофоны и передатчики, называют закладными устройствами (ЗУ) перехвата речевой информации.

Перехваченная ЗУ речевая информация может передаваться по радиоканалу, сети электропитания, оптическому каналу, соединительным линиям, посторонним проводникам, инженерным коммуникациям в ультразвуковом диапазоне частот.

Прием информации, передаваемой закладными устройствами, осуществляется, как правило, на специальные приемные устройства, работающие в соответствующем диапазоне длин волн.

Использование портативных диктофонов и закладных устройств требует проникновения в контролируемое помещение. В том случае, когда это не удается, для перехвата речевой информации используются направленные микрофоны (**прямой акустический канал**).

В **виброакустических каналах** утечки информации средой распространения речевых сигналов являются ограждающие строительные конструкции помещений (стены, потолки, полы) и инженерные коммуникации (трубы водоснабжения, отопления, вентиляции и т.п.). Для перехвата речевых сигналов в этом случае используются вибродатчики (акселерометры).

По виброакустическому каналу также возможен перехват информации с использованием закладных устройств. В основном для передачи информации используется радиоканал, поэтому такие устройства часто называют радиостетоскопами. Возможно использование закладных устройств с передачей

информации по оптическому каналу в ближнем инфракрасном диапазоне длин волн, а также по ультразвуковому каналу (инженерные коммуникации).

Акустоэлектрические каналы утечки информации возникают за счет преобразований акустических сигналов в электрические.

Некоторые элементы вспомогательных технических средств и систем (ВТСС), в том числе трансформаторы, катушки индуктивности, электромагниты вторичных электродвигателей, звонков телефонных аппаратов и т.п., обладают свойством изменять свои параметры (емкость, индуктивность, сопротивление) под действием акустического поля, создаваемого источником речевого сигнала. Изменение параметров приводит либо к появлению на данных элементах электродвижущей силы (ЭДС), либо к модуляции токов, протекающих по этим элементам в соответствии с изменениями воздействующего акустического поля.

ВТСС, кроме указанных элементов, могут содержать непосредственно акустоэлектрические преобразователи. К таким ВТСС относятся некоторые типы датчиков охранной и пожарной сигнализации, громкоговорители ретрансляционной сети и т.д. Эффект акустоэлектрического преобразования в специальной литературе называют “микрофонным эффектом”.

Акустооптический канал утечки акустической информации образуется при облучении лазерным лучом вибрирующих под действием акустического речевого сигнала отражающих поверхностей помещений (оконных стекол, зеркал и т.д.). Отраженное лазерное излучение модулируется по амплитуде и фазе и принимается приемником оптического излучения, при демодуляции которого выделяется речевая информация.

Для организации такого канала предпочтительным является использование зеркального отражения лазерного луча. Однако при небольших расстояниях до отражающих поверхностей (порядка нескольких десятков метров) может быть использовано диффузное отражение лазерного излучения.

Для перехвата речевой информации по данному каналу применяются сложные лазерные системы, которые в литературе часто называют “лазерными микрофонами”. Работают они, как правило, в ближнем инфракрасном диапазоне длин волн.

В результате воздействия акустического поля меняется давление на все элементы высокочастотных генераторов технических средств передачи информации (ТСПИ) и ВТСС. При этом изменяется взаимное расположение элементов схем, проводов в катушках индуктивности, дросселей и т.п., что

может привести к изменениям параметров высокочастотного сигнала, например, к модуляции его информационным сигналом. Поэтому этот канал утечки информации называется **параметрическим**.

Параметрический канал утечки информации может быть реализован и путем “высокочастотного облучения” помещения, где установлены закладные устройства, имеющие элементы, параметры которых (например, добротность и резонансная частота объемного резонатора) изменяются под действием акустического (речевого) сигнала.

При облучении помещения мощным высокочастотным сигналом в таком закладном устройстве при взаимодействии облучающего электромагнитного поля со специальными элементами закладки (например, четвертьволновым вибратором) происходит образование вторичных радиоволн, т.е. переизлучение электромагнитного поля.

Физические процессы, происходящие в технических средствах при их функционировании, создают в окружающем пространстве побочные электромагнитные излучения, которые в той или иной степени связаны с обрабатываемой информацией (**электромагнитный канал**).

Физические явления, лежащие в основе появления этих излучений, имеют различный характер, но, тем не менее, они могут рассматриваться как непреднамеренная передача конфиденциальной информации по некоторой “побочной системе связи”, образованной источником опасного излучения, средой и, возможно, приемной стороной (злоумышленником). При этом в отличие от традиционных систем связи, в которых передающая и приемная стороны преследуют одну цель — передать и принять информацию с наибольшей достоверностью, в случае побочной системы связи “передающая сторона” заинтересована в максимально возможном ухудшении (ослаблении, ликвидации) передачи информации.

Электрический канал утечки информации возникает за счет наводок электромагнитных излучений ТСПИ на соединительные линии ВТСС и посторонние проводники, выходящие за пределы контролируемой зоны.

Наводки электромагнитных излучений ТСПИ возникают при излучении элементами ТСПИ информационных сигналов, а также при наличии гальванической связи соединительных линий ТСПИ и посторонних проводников или линий ВТСС. Уровень наводимых сигналов в значительной степени зависит от мощности излучаемых сигналов, расстояния до

проводников, а также длины совместного пробега соединительных линий ТСПИ и посторонних проводников.

Случайной антенной является цепь ВТСС или посторонние проводники, способные принимать побочные электромагнитные излучения.

В **индукционном канале** используется эффект возникновения вокруг кабеля связи электромагнитного поля при прохождении по нему информационных электрических сигналов, которые перехватываются специальными индукционными датчиками.

Индукционные датчики применяются в основном для съема информации с симметричных высокочастотных кабелей.

Для бесконтактного съема информации с незащищенных телефонных линий связи могут использоваться специальные высокочувствительные низкочастотные усилители, снабженные магнитными антеннами.

Параметрический электромагнитный канал может возникать в процессе облучения ТСПИ побочными электромагнитными излучениями ВТСС, вследствие чего может возникнуть переизлучение электромагнитного излучения, которое будет содержать информацию, обрабатываемую в ТСПИ.

1.2. Утечка информации по акустическому каналу

1.2.1. Прямой акустический канал

Наиболее простым способом перехвата речевой информации является подслушивание (прямой перехват). Разведываемые акустические сигналы могут непосредственно приниматься ухом человека, реагирующим на изменение звукового давления, возникающего при распространении звуковой волны в окружающем пространстве. Диапазон частот акустических колебаний, слышимых человеком, от 16-25 Гц до 18-20 кГц в зависимости от индивидуальных особенностей слушателя. Человек воспринимает звук в очень широком диапазоне звуковых давлений, одной из базовых величин этого диапазона является стандартный порог слышимости. Под ним условились понимать эффективное значение звукового давления, создаваемого гармоническим звуковым колебанием частотой $F=1000$ Гц, едва слышимым человеком со средней чувствительностью слуха. Порогу слышимости соответствует звуковое давление $P=2 \cdot 10^{-5}$ Па. Верхний предел определяется значением $P=20$ Па, при котором наступает болевое ощущение (стандартный порог болевого ощущения).

В случаях, когда уровни звукового давления, создаваемого звуковой волной, ниже порога слышимости, когда нет возможности непосредственно

прослушивать речевые сообщения или требуется их зафиксировать (записать), используют микрофон.

К микрофонам, используемым в технике акустической разведки, предъявляют высокие требования. Преобразование звука в электрический сигнал должно осуществляться с высокой информационной точностью, необходимо обеспечить высокую разборчивость и узнаваемость речевого сигнала, избежать появления различных искажений в пределах динамического диапазона в заданной полосе частот. Кроме того, микрофоны должны обладать направленными свойствами, высокой чувствительностью и приемлемыми массогабаритными характеристиками.

При необходимости передать перехваченное речевое сообщение на расстояние используют проводные, радио- и другие каналы, по которым сообщение, преобразованное в электрический, оптический, радио- или другого вида сигнал, передается на пункт прослушивания. В этих случаях используемые устройства называются закладными устройствами для перехвата акустической информации. В состав ЗУ может быть включено запоминающее устройство, в которое предварительно записывается перехваченная речевая информация. Ее передача в пункт прослушивания в этом случае осуществляется не в реальном масштабе времени, а с определенной временной задержкой, что повышает скрытность ЗУ.

Структурная схема, иллюстрирующая прямой перехват акустической информации, представлена на рис. 3.

К настоящему времени разработано достаточно большое количество типов направленных микрофонов и закладных подслушивающих устройств.

1.2.2. Виброакустический канал

Воздействие акустических волн на поверхность твердого тела приводит к возникновению в нем вибрационных колебаний в результате виброакустического преобразования. Эти колебания, распространяющиеся в твердой среде, могут быть перехвачены специальными средствами разведки, а речевая информация, содержащаяся в акустическом поле, при определенных условиях может быть восстановлена. С этой целью используют устройства, преобразующие вибрационные колебания в электрические сигналы, соответствующие соответствующим звуковым частотам. Такие устройства называются вибродатчиками. Сигнал, снимаемый с выхода вибродатчика, после усиления может быть прослушен, зарегистрирован на магнитном или другом носителе или передан в пункт приема, находящийся на удалении от места

прослушивания, по проводному, радио- или иному передачи информации. Обобщенная структурная схема виброакустического канала утечки информации представлена на рис. 4.

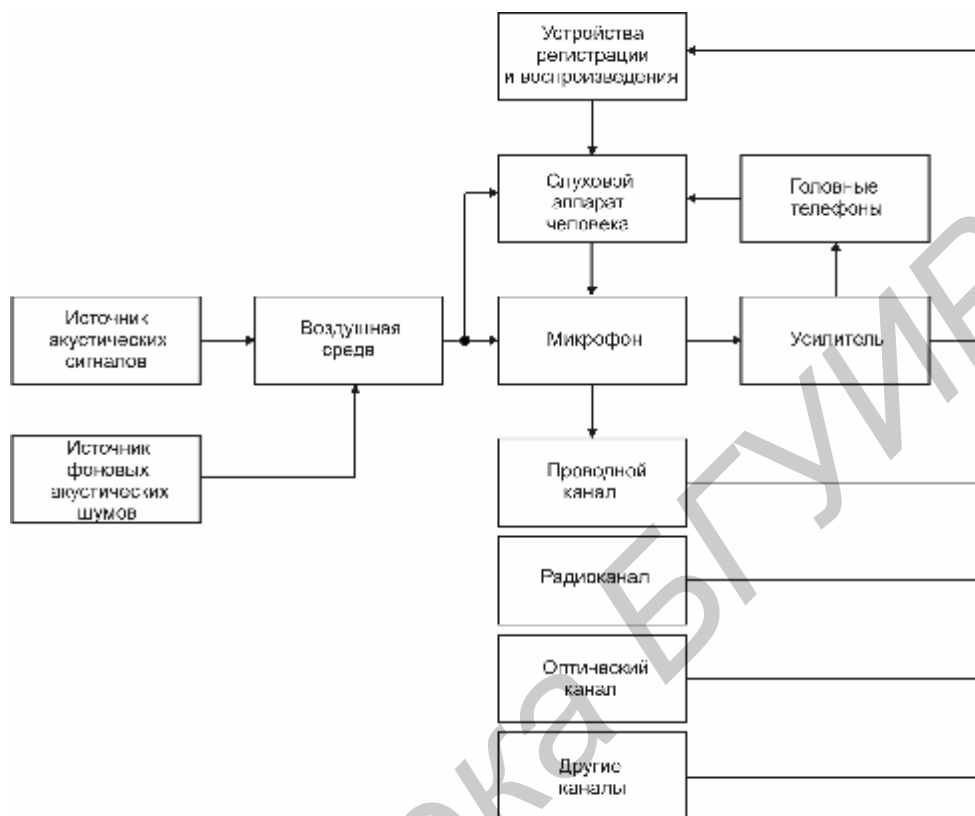


Рис. 3. Структурная схема прямого перехвата акустической информации

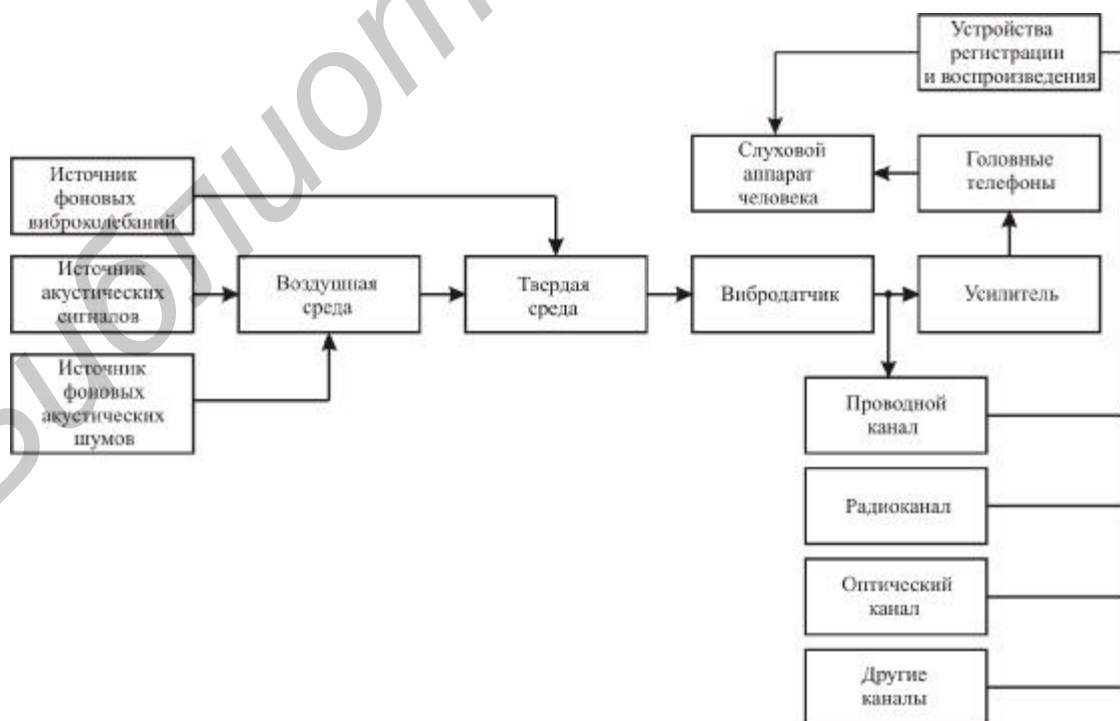


Рис. 4. Структурная схема виброакустического канала

В целях ведения разведки с использованием виброакустического канала широко применяются стетоскопы, т.е. устройства, содержащие вибродатчик (стетоскопный микрофон), блок обработки сигнала, осуществляющий его усиление и ослабление помех, и головные телефоны. В ряде таких устройств предусмотрена возможность записи сигнала на магнитный носитель.

Необходимо отметить, что чем тверже материал преграды на пути распространения акустических колебаний, тем лучше он передает вибрации, вызываемые ими. Вибродатчик обычно крепится к металлическому предмету вмонтированного в стену. В качестве звукопровода могут использоваться трубы водоснабжения, канализации, батареи отопления и т.д. На качество приема вибросигналов кроме свойств вибродатчика и материала твердой среды влияют ее толщина, а также уровни фоновых акустических шумов в помещении и вибраций в твердой среде.

1.2.3. Акустооптический канал

Перехват речевой информации из помещений может осуществляться с помощью лазерных средств акустической разведки. В этом случае применяется дистанционное лазерно-локационное зондирование объектов, обладающих определенными свойствами и являющихся потенциальными источниками конфиденциальной речевой информации. В качестве таких объектов могут выступать оконные стекла и другие виброотражающие поверхности.

Генерируемое лазерным передатчиком колебание наводится на оконное стекло помещения. Возникающие при разговоре акустические волны, распространяясь в воздушной среде, воздействуют на оконное стекло и вызывают его колебания в диапазоне частот, соответствующих речевому сообщению. Таким образом, происходит виброакустическое преобразование речевого сообщения в мембрану, роль которой играет оконное стекло. Лазерное излучение, падающее на внешнюю поверхность оконного стекла (мембраны), в результате вибро-оптического преобразования оказывается промодулированным сигналом, вызывающим колебания мембраны. Отраженный оптический сигнал принимается оптическим приемником, в котором осуществляется восстановление сообщения.

На рис. 5 приведена обобщенная структурная схема акустооптического канала перехвата речевой информации. К настоящему времени созданы различные системы лазерных средств акустической разведки, имеющие дальность действия от десятков метров до единиц километров. Наведение лазерного излучения на оконное стекло нужного помещения осуществляется с

помощью телескопического визира. Использование специальной оптической насадки позволяет регулировать угол расходимости выходящего светового пучка.



Рис. 5. Структурная схема акустооптического канала

К устройствам лазерной акустической разведки предъявляются высокие требования с точки зрения их помехоустойчивости, поскольку качество перехватываемой информации существенно зависит от наличия и уровней фоновых акустических шумов, помеховых вибраций отражателя-модулятора, а также ослабления лазерного излучения в атмосфере и фоновой оптической засветки при приеме отраженного от объекта сигнала.

1.3. Утечка информации по электромагнитному каналу

1.3.1. Нежелательные излучения технических средств обработки информации

Технические средства, не являющиеся радиопередающими устройствами, являются источниками нежелательных электромагнитных излучений. Такие излучения называются побочными электромагнитными излучениями. Существуют различные причины их возникновения. В цепях различных устройств протекают переменные электрические токи, порождающие электромагнитные поля, излучаемые в окружающее пространство. Структура и параметры электромагнитных полей, создаваемых токоведущими элементами, определяются конструктивными особенностями систем и средств информатизации и связи, а также условиями их размещения и эксплуатации. Такие электромагнитные излучения являются потенциальными носителями опасного сигнала.

Технические средства различного назначения могут иметь в своем составе устройства, которые для выполнения своих основных функций генерируют электромагнитные колебания (эталонные и измерительные

генераторы, генераторы тактовых частот, генераторы развертки электронно-лучевых трубок, гетеродины радиоприемных устройств и т.д.).

В отдельных технических средствах, например в усилительных каскадах, могут возникать паразитные излучения, обусловленные их самовозбуждением за счет паразитных положительных обратных связей. Причины возникновения нежелательных обратных связей в усилителях могут быть различными. Параметры элементов радиоэлектронной аппаратуры — конденсаторов, резисторов, катушек индуктивности, отрезков соединительных линий — вне полосы рабочих частот существенно отличаются от соответствующих параметров на рабочих частотах. Наличие конечной индуктивности выводов элементов, различных паразитных емкостей, проявление свойств цепей с распределенными параметрами, различные межэлементные соединения образуют большое количество паразитных колебательных систем и обратных связей, свойства которых невозможно предусмотреть и учесть заранее.

Причины возникновения нежелательных обратных связей в усилителях можно разделить на две группы. Первая группа причин связана с наличием внутренних обратных связей через усилительный прибор. Ко второй группе относят внешние обратные связи через паразитные индуктивности, емкости, цепи питания, регулировок и т.д.

К таким каналам можно отнести все виды обратной связи между входной и выходной цепями, в пределах каждого отдельного каскада, в пределах двух, трех и более каскадов. Практически напряжение с выхода усилителя на его вход может передаваться в результате действия следующих основных видов внешних обратных связей:

— через емкость между выходной и входной цепями усилителя. Этот вид связи имеет место в тех случаях, когда провода входной цепи проходят рядом с проводами выходной цепи (емкость C_1 , рис. 6), когда отсутствуют экраны между каскадами или когда они недостаточно экранированы (емкость C_2 рис. 6), когда среди монтажных проводов имеются провода, не имеющие отношения к высокочастотным цепям, но связанные с ними емкостями (емкости C_3 и C_4 , рис. 6);

— через взаимоиндуктивности между выходным и входным контурами избирательного усилителя;

— через провода питания активных элементов усилителя;

— через провода регулировок, подключенные к различным точкам усилительных каскадов;

— через шасси и корпус усилителя, являющиеся общим проводом, соединяющим ряд его точек.

В определенных условиях нежелательная обратная связь может оказаться положительной, а условия самовозбуждения - выполненными. Это приводит к возникновению паразитной генерации устройства на этой частоте, предсказать которую заранее практически невозможно.

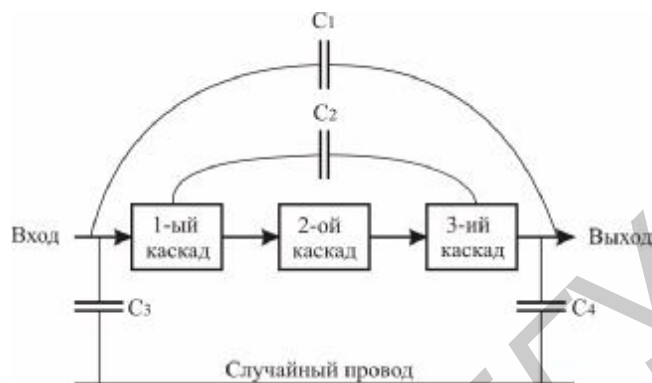


Рис. 6. Образование паразитной емкостной обратной связи в многокаскадном усилителе

Побочные излучения технических средств обработки информации могут иметь место в различных участках частотного диапазона. Низкочастотными излучателями электромагнитных колебаний являются, например, усилительные устройства различного функционального назначения и конструктивного исполнения. На более высоких частотах наблюдаются излучения гетеродинов радиоприемных устройств, измерительных генераторов, генераторов тактовых частот электронно-вычислительной техники и т.д.

Нежелательные излучения различных устройств могут содержать опасные сигналы. В процессе функционирования технических средств обработки информации элементы генераторов, усилителей и других излучающих электромагнитные поля устройств могут оказаться в зоне действия электромагнитных полей опасных сигналов. Воздействие электромагнитного поля опасного сигнала на рассматриваемые устройства может привести к изменению параметров отдельных элементов генератора или усилителя. Результатом такого изменения является паразитная модуляция опасным сигналом нежелательных излучений технических средств. Следствием этого является появление в окружающем пространстве нежелательных излучений, модулированных опасными сигналами, т.е. создаются предпосылки для утечки информации, обрабатываемой техническими средствами.

1.3.2. Утечка информации по цепям заземления

Заземлением называется преднамеренное соединение объекта с заземляющим устройством, осуществляемое путем создания системы проводящих поверхностей и электрических соединений, предназначенных для выполнения различных функций.

Заземление экранирующих поверхностей способствует ослаблению нежелательных связей и является составной частью системы экранирования. Проводящие поверхности и электрические соединения системы заземления экранов предназначены для протекания обратных токов в сигнальных цепях и цепях электропитания.

Одной из причин попадания опасного сигнала в систему заземления является наличие электромагнитного поля — носителя опасного сигнала в местах расположения элементов системы. Это электромагнитное поле будет наводить в расположенной поблизости системе заземления ток опасного сигнала.

Проникновение опасного сигнала в цепи заземления может быть связано с образованием так называемых контуров заземления. Рассмотрим два устройства, соединенные парой проводников, один из которых является сигнальным, а другой служит для протекания обратных токов (рис. 7).

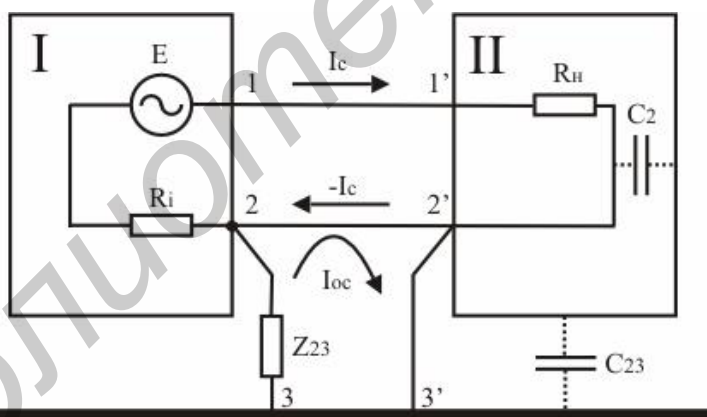


Рис. 7. Образование контуров заземления между двумя устройствами

Пусть возвратный проводник соединен с корпусом первого (I) устройства, а корпус — с землей. Если этот проводник соединен с корпусом второго (II) устройства, также имеющего электрический контакт с землей (соединение 2'-3'), то образуется замкнутый проводящий контур 2-2'-3'-3-2. Внешнее электромагнитное поле источника опасного сигнала наводит в этом контуре ЭДС, вызывая протекание тока I_{oc} , который, в свою очередь, создает на участке 2-3 падение напряжения U_{oc} (опасного сигнала) равное:

$$U_{oc} = I_{oc} \cdot Z_{23}, \quad (1)$$

где Z_{23} — сопротивление участка цепи 2-3.

Если отсутствует проводник 2'-3' или соединение проводника 2-2' с корпусом второго устройства, то возможность образования контура заземления полностью не исключается. В этих случаях контур может состоять из проводников 2-2', 3-3', земляной шины и паразитных емкостей между сигнальной цепью и корпусом второго устройства C_2 , а также между корпусом второго устройства и землей C_{23} .

Еще одна причина появления опасного сигнала в цепи заземления связана с конечным значением величины сопротивления заземляющих проводников. По заземляющему проводнику протекает обратный электрический ток опасного сигнала (рис. 8).

Из-за конечного сопротивления R_3 земляной шины на этом сопротивлении создается падение напряжения:

$$U_{oc} = \frac{U_c \cdot R_3}{R_{c1} + R_{c2} + R_3}, \quad (2)$$

где U_c — напряжение источника сигнала; R_{c1} , R_{c2} — внутреннее сопротивление источника сигнала и сопротивление нагрузки соответственно.

При $R_{c1} + R_{c2} \gg R_3$:

$$U_{oc} = \frac{U_c \cdot R_3}{R_{c1} + R_{c2}}, \quad (3)$$

Напряжение опасного сигнала в цепи заземления будет тем больше, чем больше величина сопротивления R_3 .

Утечка информации по цепям заземления может также происходить вследствие того, что общая земля служит обратным проводом для различных контуров. Рассмотрим ситуацию, представленную на рис. 9.

В этом случае для двух различных контуров — сигнального и постороннего — общая земля является обратным проводом с эквивалентным сопротивлением R_3 .

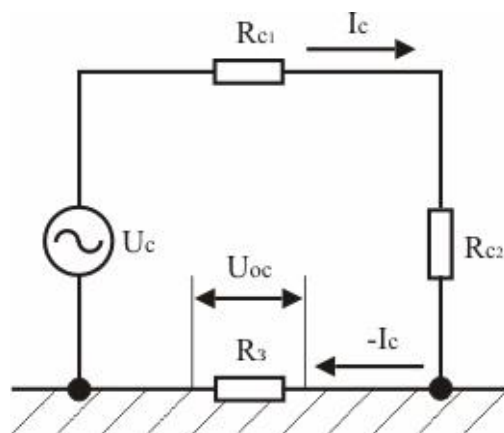


Рис. 8. Утечка информации за счет падения напряжения на сопротивлении заземляющего устройства

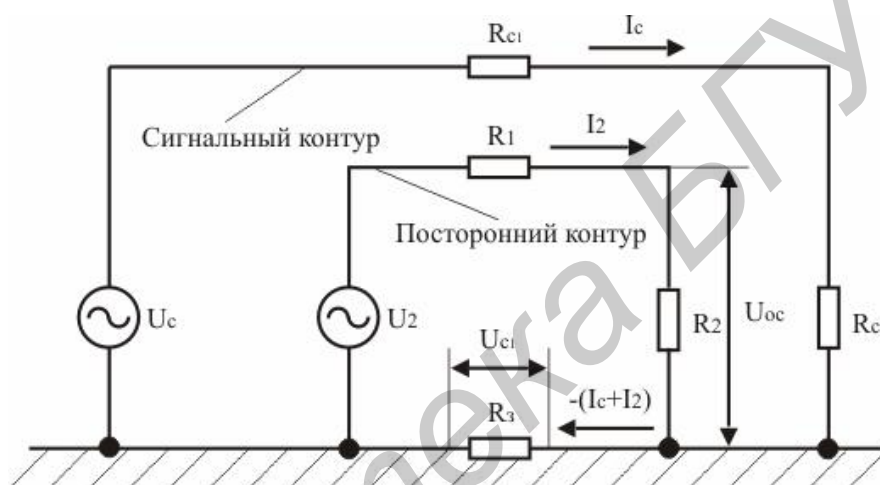


Рис. 9. Утечка информации по общей цепи заземления двух различных устройств

На эквивалентном сопротивлении земли R_3 возникает падение напряжения за счет протекания обратного тока опасного сигнала $-I_c$, равное:

$$U_{c_1} = \frac{U_c \cdot R_3}{R_{c_1} + R_{c_2} + R_3} \approx \frac{U_c \cdot R_3}{R_{c_1} + R_{c_2}}, \text{ при } R_3 \ll R_{c_1} + R_{c_2} \quad (4)$$

где R_{c_1} , R_{c_2} — внутреннее сопротивление источника опасного сигнала U_c и сопротивление нагрузки в цепи сигнального контура.

На сопротивлении нагрузки R_2 постороннего контура имеет место падение напряжения U_{oc} , вызванное протеканием обратного тока опасного сигнала $-I_c$ по общей цепи заземления, которое равно:

$$U_{oc} = \frac{U_c \cdot R_2}{R_1 + R_2}, \text{ при } R_3 \ll R_1 + R_2 \quad (5)$$

где R_1 — внутреннее сопротивление источника напряжения U_2 в цепи постороннего контура. Подставляя (4) в (5), получим выражение для определения величины падения напряжения опасного сигнала на нагрузке постороннего контура:

$$U_{oc} = \frac{U_c \cdot R_2 \cdot R_3}{(R_1 + R_2) \cdot (R_{c1} + R_{c2})} \quad (6)$$

Возможность утечки информации, связанная с цепями заземления, обусловлена также наличием электромагнитного поля опасного сигнала в грунте вокруг заземлителя. Из-за большого затухания, вносимого грунтом, магнитное поле в землю практически не проникает. Электрическое поле в земле определяется величиной потенциала заземлителя и параметрами грунта, где происходит растекание тока опасного сигнала. С помощью дополнительных заземлителей можно осуществить перехват опасного сигнала (рис. 10).

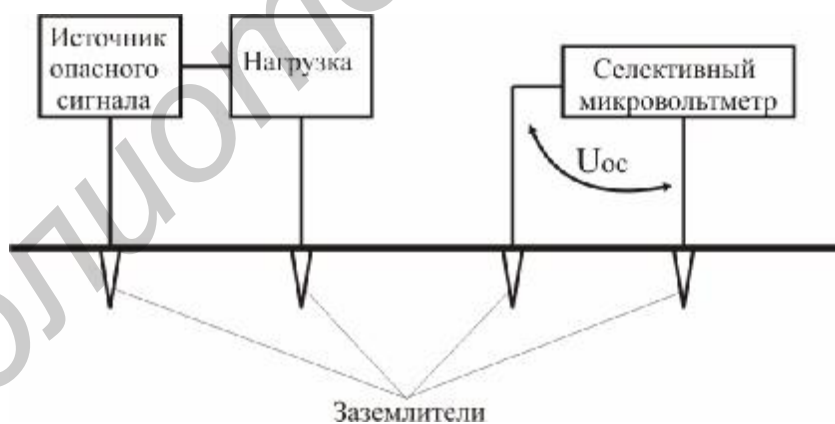


Рис. 10. Утечка информации по цепям заземления, обусловленная наличием электромагнитного поля в грунте

1.3.3. Утечка информации по цепям электропитания

Как правило, провода общей сети питания распределяются по различным помещениям, где расположены технические системы, и соединены с различными устройствами. Вследствие этого образуется нежелательная связь между отдельными техническими средствами. Кроме того, провода сети

питания являются линейными антеннами, способными излучать или воспринимать электромагнитные поля. На практике значительная часть нежелательных наводок между удаленными друг от друга устройствами происходит с участием сети питания. При этом возможны различные ситуации. В случае асимметричной наводки, когда провода сети питания прокладываются вместе и имеют одинаковые емкости относительно источников и приемников наводки, в них наводятся напряжения, одинаковые по величине и по фазе относительно земли и корпуса приборов. На рис. 11 представлены действительная и эквивалентная схемы нежелательной асимметричной связи двух устройств, питающихся от общей сети.

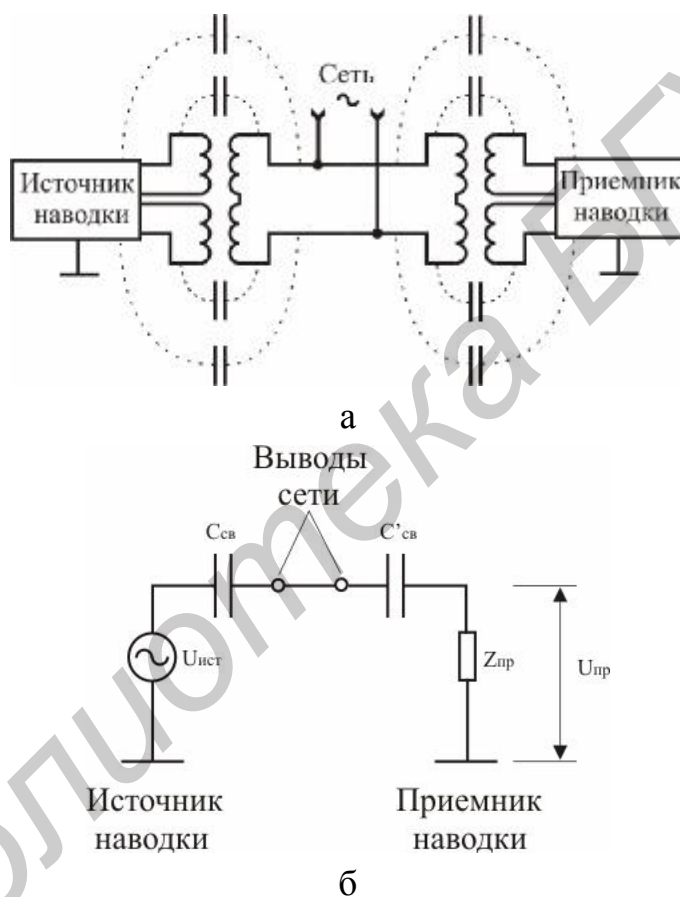


Рис. 11. Схемы нежелательной асимметричной связи двух устройств:
а – действительная схема; б – эквивалентная схема

На рис. 12 показан прием опасного сигнала через сеть питания, в которой наводятся напряжения за счет электромагнитного поля, излучаемого техническими средствами, а на рис. 13 изображено излучение опасного сигнала через цепи питания источника наводки.

Все рассмотренные виды распространения наводок по сети питания являются асимметричными или однопроводными, поскольку оба провода сети питания передают сигнал наводки в одном направлении.

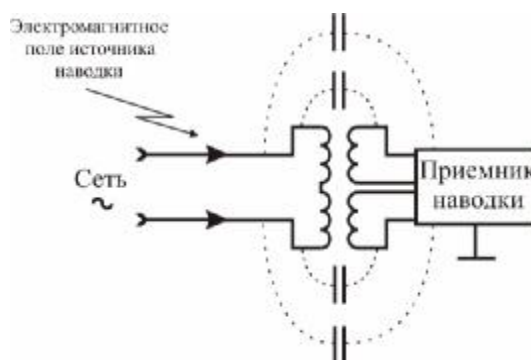


Рис. 12. Утечка информации по цепям электропитания за счет побочных электромагнитных наводок

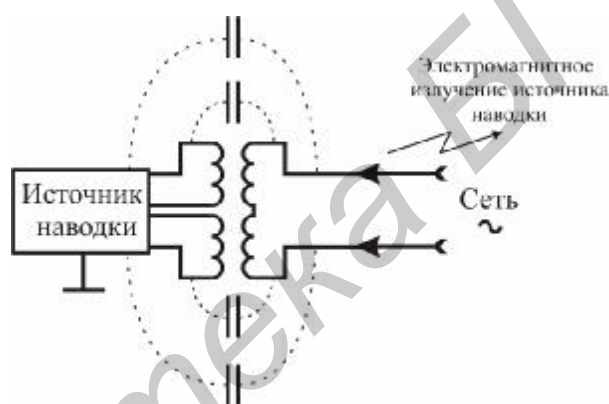


Рис. 13. Утечка информации по цепям электропитания за счет побочного электромагнитного излучения

Симметричное распространение наводки имеет место в тех случаях, когда на проводах сети индуцируются различные напряжения относительно земли. Тогда между проводами образуется высокочастотная разность потенциалов, и по проводам сети проходят токи наводки в разных направлениях (рис. 14).

Вследствие этого в приемнике наводки индуцируются равные по величине обратные по знаку напряжения. Поэтому симметрично распространяющаяся наводка не может проникнуть в высокочастотную часть приемника наводки. Проникновение симметричной наводки через силовой трансформатор путем передачи напряжения, наведенного в первичной обмотке, во вторичную маловероятно вследствие существенных отличий частот сети питания и сигнала наводки. Симметричное распространение наводки опасно только при асимметрии приемника наводки относительно проводов сети питания. Например, если в один из проводов сети питания ввести

предохранитель, то провода сети будут иметь разные емкости относительно приемника наводки. Через них будут передаваться напряжения, разность которых приведет к наводке в приемнике.

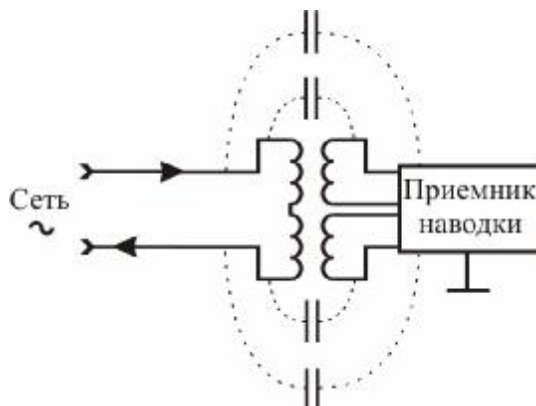


Рис. 14. Симметричное распространение наводки по цепям электропитания

Одними из основных устройств, без которых невозможна работа любого технического средства, являются вторичные источники питания, предназначенные для преобразования энергии сети переменного тока или постоянного тока в энергию постоянного или переменного тока с напряжением, необходимым для питания аппаратуры технических средств.

При определенных условиях вторичные источники питания совместно с подводными питающими линиями могут создавать условия для утечки информации, циркулирующей в техническом средстве. Несмотря на большое разнообразие конкретных технических решений схем построения таких источников питания, все они содержат в своем составе трансформаторы, выпрямители, сглаживающие фильтры, стабилизаторы и обладают конечным внутренним сопротивлением. При наличии в составе технических средств усилительных каскадов токи усиливаемых в них сигналов замыкаются через вторичный источник электропитания, создавая на его внутреннем сопротивлении падение напряжения, изменяющееся в соответствии с законом изменения усиливаемого (опасного) сигнала.

При недостаточном затухании в фильтре источника питания это напряжение может быть обнаружено в питающей линии.

2. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО АКУСТИЧЕСКОМУ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМУ КАНАЛАМ

2.1. Пассивные методы защиты информации

2.1.1. Звукоизоляция помещений

Основная идея пассивных средств защиты акустической информации - это снижение соотношения сигнал/шум в возможных точках перехвата информации за счет снижения информативного сигнала.

При выборе ограждающих конструкций выделенных помещений в процессе проектирования необходимо руководствоваться следующими правилами:

- в качестве перекрытий рекомендуется использовать акустически неоднородные конструкции;

- в качестве полов целесообразно использовать конструкции на упругом основании или конструкции, установленные на виброизоляторы;

- потолки целесообразно выполнять подвесными, звукопоглощающими со звукоизолирующим слоем;

- в качестве стен и перегородок предпочтительно использование многослойных акустически неоднородных конструкций с упругими прокладками (резина, пробка, ДВП, МВП и т.п.).

Прохождение волн через препятствия осуществляется различными путями:

- через поры, окна, щели, двери и т.д. (путем воздушного переноса);

- через материал стен, по трубам тепло-, водо- и газоснабжения и т.д. за счет их продольных колебаний (путем материального переноса);

- через материал стен и перегородок помещения за счет из поперечных колебаний (путем мембранного переноса).

Выделение акустического сигнала на фоне естественных шумов происходит при определенных соотношениях сигнал/шум. Производя звукоизоляцию, добиваются его снижения до предела, затрудняющего (исключающего) возможность выделения речевых сигналов, проникающих за пределы контролируемой зоны по акустическому или виброакустическому (ограждающие конструкции, трубопроводы) каналам.

Для сплошных, однородных, строительных конструкций ослабление акустического сигнала, характеризующее качество звукоизоляции на средних частотах, рассчитывается по формуле:

$$K = 201g(q_{ог} f) - 45,7. \quad (7)$$

где $q_{ог}$, - масса 1 м² ограждения, кг; f - частота звука, Гц.

Во временно используемых помещениях применяют складные экраны. Применение звукопоглощающих материалов, преобразующих кинетическую энергию звуковой волны в тепловую, имеет некоторые особенности, связанные с необходимостью создания оптимального соотношения прямого и отраженного от преграды акустических сигналов. Чрезмерное звукопоглощение снижает уровень сигнала, большое время реверберации приводит к ухудшению разборчивости речи.

Поглощающие материалы могут быть сплошными и пористыми. Обычно пористые материалы используют в сочетании со сплошными. Один из распространенных видов пористых материалов — облицовочные звукопоглощающие материалы. Их изготавливают в виде плоских плит или рельефных конструкций (пирамид, клиньев и т.д.), располагаемых или вплотную, или на небольшом расстоянии от сплошной строительной конструкции (стены, перегородки, ограждения и т.п.).

Повышение звукоизоляции стен и перегородок помещений достигается применением слоистых или отдельных их конструкций. В многослойных перегородках и стенах целесообразно подбирать материалы слоев с резко отличающимися акустическими сопротивлениями (например, бетон—поролон).

Звукоизолирующая способность сложных стен, имеющих дверные и оконные проемы, зависит от звукоизоляции дверей и окон. Увеличение звукоизолирующей способности дверей достигается плотной пригонкой полотна дверей к коробке, устранением щелей между дверью и полом, применением уплотняющих прокладок, обивкой или облицовкой полотен дверей специальными материалами и т.д. При недостаточной звукоизоляции однослойных дверей используются двойные двери с тамбуром, облицованные звукопоглощающим материалом.

Звукопоглощающая способность окон, так же как и дверей, зависит главным образом от поверхностной плотности стекла и прижатия притворов. Обычные окна с двойными переплетами обладают более высокой (на 4—5 дБ) звукоизолирующей способностью по сравнению с окнами со спаренными переплетами. Применение упругих прокладок значительно улучшает звукоизоляционные качества окон. В случаях, когда необходимо обеспечить

повышенную звукоизоляцию, применяют окна специальной конструкции (например, двойное окно с заполнением оконного проема органическим стеклом толщиной 20—40 мм и с воздушным зазором между стеклами не менее 100 мм). Повышенное звукопоглощение обеспечивается применением конструкции окон на основе стеклопакетов с герметизацией и заполнением зазора между стеклами различными газовыми составами.

Между помещениями зданий и сооружений проходит много технологических коммуникаций (трубы тепло-, газо-, водоснабжения и канализации, кабельная сеть энергоснабжения, вентиляционные короба и т.д.). Для них в стенах и перекрытиях сооружений делают соответствующие отверстия и проемы. Их надежная звукоизоляция обеспечивается применением специальных гильз, прокладок, глушителей, вязкоупругих заполнителей и т.д. Обеспечение требуемой звукоизоляции в вентиляционных каналах достигается использованием сложных акустических фильтров и глушителей.

2.1.2. Экранирование электромагнитных полей

Рассмотрим процесс экранирования электромагнитного поля при падении плоской волны на бесконечно протяженную металлическую пластину толщиной d , находящуюся в воздухе (рис. 15). В этом случае на границе раздела двух сред с различными электрофизическими характеристиками (воздух—металл и металл—воздух) волна претерпевает отражение и преломление, а в толще экрана, ввиду его проводящих свойств, происходит частичное поглощение энергии электромагнитного поля. Таким образом, электромагнитная волна при взаимодействии с экраном отражается от его поверхности, частично проникает в стенку экрана, претерпевает поглощение в материале экрана, многократно отражается от стенок экрана и, в конечном счете, частично проникает в экранируемую область. В результате общая эффективность экранирования (величина потерь энергии электромагнитной волны) металлической пластиной определяется суммой потерь за счет поглощения (затухания) энергии в толще материала $A_{\text{погл}}$, отражения энергии от границ раздела внешняя среда—металл и металл—экранируемая область $A_{\text{отр}}$ и многократных внутренних отражений в стенках экрана $A_{\text{мотр}}$:

$$A_{[\text{дБ}]} = A_{\text{погл}} + A_{\text{отр}} + A_{\text{мотр}}. \quad (8)$$

Потери на поглощение связаны с поверхностным эффектом в проводниках, приводящим к экспоненциальному уменьшению амплитуды проникающих в металлический экран электрических и магнитных полей.

Это обусловлено тем, что токи, индуцируемые в металле, вызывают омические потери и, следовательно, нагрев экрана.

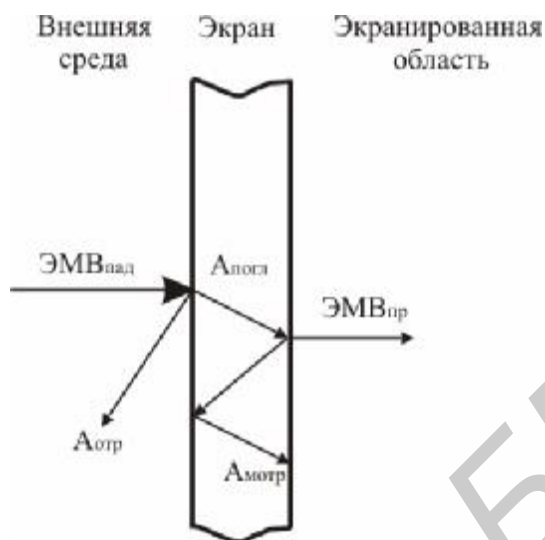


Рис. 15. Экранирование электромагнитного поля металлическим экраном

Глубина проникновения δ определяется как величина, обратная коэффициенту затухания и зависит от частоты: чем больше частота, тем меньше глубина проникновения. В СВЧ диапазоне глубина проникновения δ в металлах имеет малую величину и тем меньше, чем больше проводимость металла и его магнитная проницаемость.

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi \mu f \sigma}}. \quad (9)$$

где μ — абсолютная магнитная проницаемость материала экрана; f — частота электромагнитного поля; σ — удельная проводимость материала экрана.

Выражение для определения потерь на поглощение экраном толщиной d может быть представлено в следующем виде:

$$A_{\text{погл}} = 8,68d \sqrt{\frac{wms}{2}} = 8,68 \frac{d}{\delta}. \quad (10)$$

Таким образом, потери на поглощение растут пропорционально толщине экрана, магнитной проницаемости и удельной проводимости его материала, а также частоте электромагнитного поля.

Потери на отражение на границе раздела двух сред связаны с различными значениями полных характеристических сопротивлений этих сред. При прохождении волны через экран она встречает на своем пути две границы раздела – воздух–металл и металл–воздух.

Хотя электрическое и магнитное поля отражаются от каждой границы по-разному, суммарный эффект после прохождения обеих границ одинаков для обеих составляющих поля. При этом наибольшее отражение при входе волны в экран (на первой границе раздела) испытывает электрическая составляющая поля, а при выходе из экрана (на второй границе раздела) наибольшее отражение испытывает магнитная составляющая поля. Для металлических экранов потери на отражение определяются выражением:

$$A_{\text{отр}} = 20 \lg \left(94,25 \sqrt{\frac{s}{wm}} \right). \quad (11)$$

Откуда следует, что потери на отражение велики у экрана, изготовленного из материала с высокой проводимостью и малой магнитной проницаемостью.

Потери на многократные отражения в стенках экрана связаны с волновыми процессами в толще экрана и в основном определяются отражением от его границ. Для электрических полей почти вся энергия падающей волны отражается от первой границы (воздух—металл) и только небольшая ее часть проникает в экран. Поэтому многократными отражениями внутри экрана для электрических полей можно пренебречь.

Для магнитных полей большая часть падающей волны проходит в экран, в основном отражаясь только на второй границе (металл—воздух), тем самым, создавая предпосылки к многократным отражениям между стенками экрана. Корректирующий коэффициент $A_{\text{мотр}}$ многократного отражения для магнитных полей в экране с толщиной стенки d при глубине проникновения δ равен:

$$A_{\text{мотр}} = 20 \lg \left(1 - \exp \left(-\frac{2d}{s} \right) \right). \quad (12)$$

Величина $A_{\text{мотр}}$ имеет отрицательное значение, т.е. многократные отражения в толще экрана ухудшают эффективность экранирования. С уменьшением эффективности можно не считаться в случаях, когда на данной частоте выполняется условие $d > \delta$, но им нельзя пренебрегать при применении тонких экранов, когда толщина экрана меньше глубины проникновения.

2.1.3. Экранирование узлов радиоэлектронной аппаратуры и их соединений

Экранирование высокочастотных катушек и контуров

При экранировании высокочастотных катушек и контуров аппаратуры необходимо учитывать не только эффективность экранирования соответствующего экрана, но и возможность ухудшения основных электрических параметров экранируемых элементов: уменьшение индуктивности, увеличение сопротивления и собственной емкости. Вносимые экраном потери возрастают с увеличением удельного сопротивления материала экрана и с уменьшением расстояния между экраном экранируемой катушкой. В тех случаях, когда эквивалентное затухание контура определяется в основном затуханием катушки и необходимо иметь малое затухание, следует в качестве материала экрана применять немагнитные металлы (медь, латунь, алюминий), а размеры экрана выбирать по возможности большими.

Экранирование низкочастотных трансформаторов и дросселей

В трансформаторах питания и низкочастотных трансформаторах, а также в дросселях питания основной рабочий магнитный поток проходит по магнитопроводу. Только небольшая его часть в виде потока рассеяния выходит за пределы магнитопровода, замыкаясь в окружающем пространстве. Магнитный поток рассеяния является причиной нежелательных наводок. Потенциально источниками наиболее интенсивных магнитных полей являются дроссели фильтров питания. Интенсивность полей рассеяния у всех типов трансформаторов растет с увеличением мощности, уменьшением сечения магнитопровода и высоты катушек, а также с ухудшением магнитных свойств магнитопровода.

Эффективное снижение уровней магнитных полей рассеяния трансформаторов и дросселей достигается экранированием. В диапазоне 50-4000 Гц эффективно действует экран из пермаллоя и других специальных сортов ферромагнитных материалов с высокой магнитной проницаемостью и малым удельным сопротивлением. Экранирующая коробка не должна плотно

прилежать к сердечнику трансформатора. При зазоре примерно в 3 мм эффективность экранирования увеличивается на 15 дБ.

Контактные соединения и устройства экранов

При конструировании составных экранов, а также контактных элементов, предназначенных для соединения экранов, крышек, панелей, кронштейнов к общему корпусу или шасси аппаратуры, необходимо обеспечивать выполнение требований:

— электрическое сопротивление контактов должно быть минимальным и стабильным;

— контактные соединения должны иметь высокую коррозионную стойкость, длительный срок службы.

По своему назначению контактные соединения могут быть неразборными (неразъемными), разборными (разъемными), скользящими и т.д.

Неразъемные контактные соединения предназначены для постоянного соединения частей и элементов экрана. Эти соединения обычно бывают сварными или паяными. В контактных соединениях, осуществляемых сваркой (сплошные сварные швы), практически не происходит увеличения электрического сопротивления в месте сварки по сравнению с сопротивлением сплошного металла.

При пайке металлов припой, соединяясь с основными металлами, связывает их механически и электрически. Большое значение для качества паяного соединения имеет выбор припоя и зазора между металлами. Качество сварки и пайки после очистки должно тщательно проверяться с целью обнаружения несваренных или непропаянных поверхностей, прожогов и других дефектов. Неразъемное контактное соединение может быть выполнено и несварным, при осуществлении неразъемного контакта с помощью винтов, болтов, заклепок с определенным шагом образуются физически неоднородные стыки между соединяемыми поверхностями. В этих случаях между стыкуемыми поверхностями неизбежно существуют неровности, создающие щели, в результате чего эффективность экранирования ухудшается.

При механическом креплении элементов экрана эффективность экранирования повышается за счет более частого расположения крепежных деталей. Для уменьшения рассеяния отверстия в стационарных соединениях заделываются проводящей пастой.

В разъемных контактных соединениях для повышения эффективности экранирования аппаратуры следует применять электромагнитные уплотняющие

прокладки, которые должны обеспечивать электрогерметичность соединения. Прокладки используют для уплотнения плохо пригнанных соединений.

Надежный электрический контакт между двумя и более металлическими поверхностями обеспечивается с помощью токопроводящих смол. Например, эпоксидные смолы с серебряным наполнителем заменяют пайку. Если соединяемые поверхности сжаты, но между ними имеется щель, то ее можно заполнить такой токопроводящей смолой. С помощью заполнения на основе токопроводящих смол уплотняют защитные электромагнитные экраны, улучшают экранирующие свойства корпусов радиоэлектронной аппаратуры, ремонтируют электромагнитные прокладки и т.д.

Малое электрическое сопротивление контакта между трущимися поверхностями обеспечивается с помощью токопроводящей смазки, например, на основе серебряно-силиконового масла без углеродистого наполнения. Смазка сохраняет высокие электрические и механические свойства в широких диапазонах температуры и влажности, устойчива к химическим воздействиям. Смазка обладает высокой влагостойкостью и хорошими антикоррозионными свойствами.

2.1.4. Материалы для экранов электромагнитного излучения

Выбор материала экрана проводится исходя из обеспечения требуемой эффективности экранирования в заданном диапазоне частот при определенных ограничениях. Эти ограничения связаны с массогабаритными характеристиками экрана, его влиянием на экранируемый объект, с механической прочностью и устойчивостью экрана против коррозии, с технологичностью его конструкции и т.д.

Металлические материалы

Применяются для экранирования, изготавливаются в виде листов, сеток и фольги (сталь, медь, алюминий, цинк, латунь). Все эти материалы удовлетворяют требованию устойчивости против коррозии при использовании соответствующих защитных покрытий.

Наиболее технологичными являются конструкции экранов из стали, так как при их изготовлении и монтаже можно широко использовать сварку. Толщина стали выбирается исходя из назначения конструкции экрана и условий его сборки, а также из возможности обеспечения сплошных сварных швов при изготовлении.

Сетчатые экраны проще в изготовлении, удобны для сборки и эксплуатации, обеспечивают облегченный тепловой режим радиоэлектронной

температуры. Для защиты от коррозии сетки целесообразно покрывать антикоррозийным лаком. К недостаткам сетчатых экранов следует отнести невысокую механическую прочность и меньшую эффективность экранирования по сравнению с листовыми экранами.

Монтаж экранов из фольги достаточно прост, крепление фольги к основе экрана проводится чаще всего с помощью клея.

Диэлектрики

Сами по себе диэлектрики не могут экранировать электромагнитные поля. Поэтому они чаще всего встречаются в сочетании либо с проводящими включениями, либо с дополнительными металлическими элементами и конструкциями.

Экраны из композиционных материалов представляют собой сложные образования, содержащие в своей основе проводящие или полупроводящие включения, в которых связующим звеном выступают аморфные диэлектрики полимеры, в совокупности образующие упорядоченные цепочечные плоские или объемные структуры.

На практике для улучшения экранирующих свойств диэлектрических экранов без существенного изменения их массы и конструктивных характеристик применяют проводящее покрытие экранов напылением металлов в виде тонких пленок или оклеивание проводящей фольгой.

Для улучшения защитных свойств диэлектрических экранов наряду с применением проводящих покрытий используют армирование диэлектрических экранов тонкой металлической сеткой.

Если у сетки размер ячейки $d \leq \frac{1}{2}\lambda$, то сетчатый экран по своим защитным свойствам близок к однородному металлическому экрану, но с несколько меньшим значением удельной проводимости материала экрана.

Стекла с токопроводящим покрытием

Должны обеспечивать требуемую эффективность экранирования при ухудшении их оптических характеристик не ниже заданных граничных значений. Электрические и оптические свойства стекол с токопроводящим покрытием зависят от природы окислов, составляющих пленку, условий и методов ее нанесения и свойств самого стекла. Наибольшее распространение получили пленки на основе оксида олова, оксида индия — олова и золота, так как они обеспечивают наибольшую механическую прочность, химически устойчивы и плотно соединяются со стеклянной подложкой.

Специальные ткани

Содержат в своей структуре металлические нити, наличие которых приводит к отражению электромагнитных волн. Такие ткани предназначены для защиты от электромагнитного поля в диапазоне сверхвысоких частот. Они могут также быть использованы для изготовления специальных костюмов для индивидуальной биологической защиты.

Токопроводящие краски

Создаются на основе диэлектрического пленкообразующего материала с добавлением в него проводящих компонентов, пластификатора и отвердителя. В качестве токопроводящих составляющих используются графит, сажа, коллоидное серебро, окиси металлов, порошковая медь, алюминий.

Электропроводный клей

Создается на основе эпоксидной смолы, заполняемой металлическими порошками (железо, кобальт, никель и др.). Электропроводный клей обладает высокой прочностью на отрыв, высокой удельной электропроводностью, химической стойкостью к влаге и различным агрессивным средам, обеспечивает незначительную усадку после отверждения. Электропроводный клей применяется наряду с пайкой, сваркой и болтовым соединением, а также в целях электромагнитного экранирования.

Радиопоглощающие материалы

Могут применяться в качестве покрытий различных поверхностей с целью уменьшения отражения от этих поверхностей электромагнитных волн. Принцип действия таких материалов заключается в том, что падающая на них электромагнитная волна преобразуется внутри их структуры в другие виды энергии. При этом имеют место явления рассеяния, поглощения, интерференции, а в ряде покрытий и дифракции электромагнитных волн. В зависимости от свойств радиопоглощающие материалы — покрытия могут быть широкодиапазонными и узкодиапазонными.

Структуру широкодиапазонных радиопоглощающих материалов образуют частицы ферромагнетика, введенные в слой изоляционного материала из немагнитного диэлектрика. Узкодиапазонные покрытия изготавливают из различных пластмасс и каучука. Чтобы такие покрытия обладали поглощающими свойствами, в их состав вводят ферромагнетики с примесями сажи или порошка графита в качестве поглотителя.

Радиопоглощающие материалы, используемые в качестве покрытий, могут быть однослойными, многослойными с переменными от слоя к слою параметрами, а также структурно неоднородными, т.е. с включением в состав материала различного рода структур, например дифракционных решеток.

Эффективность таких материалов достаточно высока. Коэффициент отражения большинства современных радиопоглощающих покрытий не превышает единиц процентов.

2.1.5. Фильтрация

Одним из методов локализации опасных сигналов, циркулирующих в технических средствах и системах обработки информации, является фильтрация. В источниках электромагнитных полей и наводок фильтрация осуществляется с целью предотвращения распространения нежелательных электромагнитных колебания за пределы устройства — источника опасного сигнала. Фильтрация в устройствах — рецепторах электромагнитных полей и наводок должна исключить их воздействие на рецептор.

В системах и средствах информатизации и связи фильтрация может осуществляться:

- в высокочастотных трактах передающих и приемных устройств для подавления нежелательных излучений — носителей опасных сигналов и исключения возможности их нежелательного приема;

- в различных сигнальных цепях технических средств для устранения нежелательных связей между устройствами и исключения прохождения сигналов, отличающихся по спектральному составу от полезных сигналов;

- в цепях электропитания, управления, контроля, коммутации технических средств для исключения прохождения опасных сигналов по этим цепям;

- в проводных и кабельных соединительных линиях для защиты от наводок;

- в цепях электрочасофикации, пожарной и охранной сигнализации для исключения прохождения опасных сигналов и воздействия навязываемых высокочастотных колебаний.

Одна из возможных схем фильтрации опасных сигналов, создаваемых или воспринимаемых техническим средством по различным цепям, представлена на рис. 16.

Фильтрация в различных цепях осуществляется с помощью фильтров, дросселей и трансформаторов.

В целях фильтрации в технических средствах систем информатизации и связи широко используют различные фильтры (нижних и верхних частот полосовые, заграждающие и т.д.). Основное назначение фильтра — пропускать без значительного ослабления сигналы с частотами, лежащими в рабочей полосе частот, и подавлять сигналы с частотами, лежащими за пределами этой полосы.



Рис. 16. Обобщенная схема фильтрации

Количественно эффективность ослабления (фильтрации) нежелательных (в том числе и опасных) сигналов защитным фильтром оценивается в соответствии с выражением:

$$A = 20 \lg \left(\frac{U_1}{U_2} \right) = 10 \lg \left(\frac{P_1}{P_2} \right). \quad (13)$$

где $U_1(P_1)$ — напряжение (мощность) опасного сигнала на входе фильтра (рис. 15); $U_2(P_2)$ — напряжение (мощность) опасного сигнала на выходе фильтра при включенной нагрузке.

Основные требования, предъявляемые к защитным фильтрам, заключаются в следующем:

— величины рабочих напряжения и тока фильтра должны соответствовать величинам напряжения и тока цепи, в которой фильтр установлен;

— эффективность ослабления нежелательных сигналов должна быть не меньше заданной в защищаемом диапазоне частот;

— габариты и масса фильтров должны быть, по возможности, минимальными;

— конструкции фильтров должны соответствовать требованиям техники безопасности.

К фильтрам цепей питания наряду с общими предъявляются следующие дополнительные требования:

— затухание, вносимое такими фильтрами в цепи постоянного тока или переменного тока основной частоты, должно быть незначительным (например, 0,2 дБ и менее) и иметь большое значение (более 60 дБ) в полосе подавления, которая в зависимости от конкретных условий может быть достаточно широкой (до 1010 Гц).

— сетевые фильтры должны эффективно работать при больших проходящих токах, высоких напряжениях и высоких уровнях мощности рабочих и подавляемых электромагнитных колебаний;

— ограничения, накладываемые на допустимые уровни нелинейных искажений формы напряжения питания при максимальной нагрузке, должны быть достаточно жесткими (например, уровни гармонических составляющих напряжения питания с частотами выше 10 кГц должны быть на 80 дБ ниже уровня основной гармоники).

Фильтры нижних частот. Фильтр, у которого полоса прозрачности находится в пределах от $\omega=0$ (постоянный ток) до некоторой граничной частоты $\omega_{гр}$, называется фильтром нижних частот (ФНЧ).

Фильтры верхних частот. Фильтр, у которого полоса прозрачности занимает все частоты выше некоторой определенной граничной частоты $\omega_{гр}$, называется фильтром верхних частот (ФВЧ). В таком фильтре постоянный ток и все колебания с частотами ниже определенной граничной частоты должны задерживаться, а колебания частот $\omega > \omega_{гр}$ — беспрепятственно пропускаться.

Полосовые и заграждающие (режекторные) фильтры. Полосовые фильтры характеризуются тем, что обе частоты $\omega_{гр1}$, и $\omega_{гр2}$ ограничивающие полосу прозрачности, конечны и ни одна из них не равна нулю.

В ряде случаев ставится задача задержания определенной полосы частот и в то же время пропускания всех остальных частот. Такая задача решается заграждающим фильтром.

Разделительные трансформаторы. Должны обеспечивать развязку первичной и вторичной цепей по сигналам наводки. Это означает, что во вторичную цепь трансформатора не должны проникать наводки, появляющиеся в цепи первичной обмотки. Проникновение наводок во вторичную обмотку

объясняется наличием нежелательных резистивных и емкостных цепей связи между обмотками.

Для уменьшения связи обмоток по сигналам наводок часто применяется внутренний экран, выполняемый в виде заземленной прокладки или фольги, укладываемой между первичной и вторичной обмотками. С помощью этого экрана наводка, действующая в первичной обмотке, замыкается на землю.

Разделительные трансформаторы используются с целью решения ряда задач, в том числе для:

- разделения по цепям питания источников и рецепторов наводки, если они подключаются к одним и тем же шинам переменного тока;
- устранения асимметричных наводок;
- ослабления симметричных наводок в цепи вторичной обмотки, обусловленных наличием асимметричных наводок в цепи первичной обмотки.

2.1.6. Заземление технических средств

Заземление технических средств систем информатизации и связи должно быть выполнено в соответствии с определенными правилами. Основные требования, предъявляемые к системе заземления, заключаются в следующем:

1. Система заземления должна включать общий заземлитель, заземляющий кабель, шины и провода, соединяющие заземлитель с объектом;
2. Сопротивления заземляющих проводников, а также земляных шин должны быть незначительными;
3. Каждый заземляемый элемент должен быть присоединен к заземлителю или к заземляющей магистрали при помощи отдельного ответвления. Последовательное включение в заземляющий проводник нескольких заземляемых элементов запрещается;
4. В системе заземления должны, по возможности, отсутствовать замкнутые контуры, образованные соединениями или нежелательными связями между сигнальными цепями и корпусами устройств, между корпусами устройств и землей;
5. Следует избегать использования общих проводников в системах экранирующих заземлений, защитных заземлений и сигнальных цепей;
6. Качество электрических соединений в системе заземления должно обеспечивать минимальное сопротивление контакта, надежность и механическую прочность контакта в условиях климатических воздействий и механических нагрузок;

7. Контактные соединения должны исключать возможность образования оксидных пленок на контактирующих поверхностях и связанных с этими пленками нелинейных явлений;

8. Контактные соединения должны исключать возможность образования гальванических пар для предотвращения коррозии в цепях заземления;

9. Запрещается использовать в качестве заземляющего устройства нулевые фазы электросетей, металлоконструкции зданий, трубы систем отопления, водоснабжения, канализации и т.д.

Комплексные сопротивления заземляющих проводников должны обладать минимальными активным сопротивлением и собственной индуктивностью. Поэтому заземляющие проводники должны иметь минимально возможную длину l_3 , значительно меньшую длины волны электромагнитного поля λ — источника наводки. На практике должно выполняться условие $l_3 < 0,02\lambda$. Для уменьшения сопротивления форма и размеры поперечного сечения заземляющих проводников должны выбираться таким образом, чтобы на частоте наводки обеспечивались малые активное и реактивное сопротивления. Сопротивление заземления этих средств не должно превышать 4 Ом.

Для устранения замкнутых контуров в системе заземления используют различные методы. На рис. 17 представлены три способа разрыва нежелательных контуров в цепях заземления: а — с помощью разделительных трансформаторов; б — с помощью дросселей, работающих в синфазном режиме, в — с помощью оптронов.

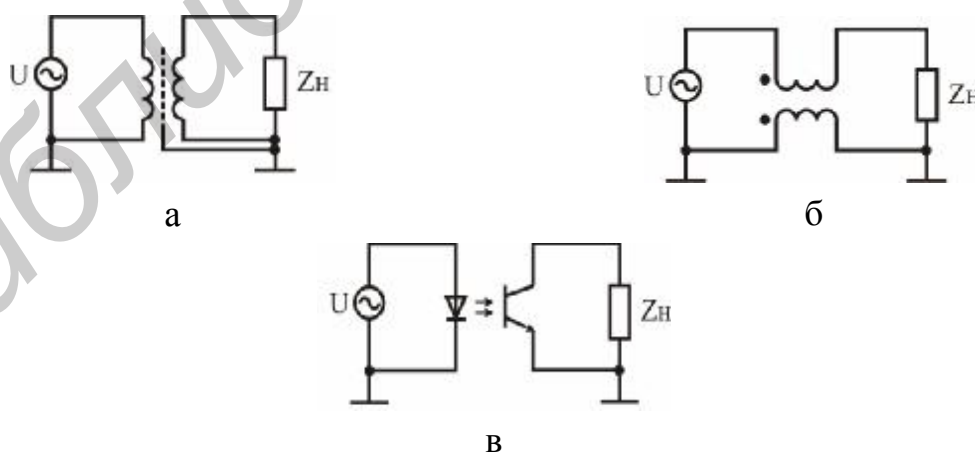


Рис. 17. Способы разрыва нежелательных контуров в цепях заземления
а — с помощью разделительного трансформатора; б — с помощью синфазно включенных дросселей; в — с помощью оптронов

В целях исключения использования общих проводников в системах раз личных заземлений можно изолировать друг от друга цепи возврата сигнальных токов, цепи возврата постоянных токов питания и цепи возврата переменных токов питания. В этом случае необходимо построить систему заземления, состоящую из трех независимых контуров, сходящихся в одной точке. Такой подход позволяет оптимизировать каждую заземляющую цепь в отдельности. Например, цепи заземления схем распространения сигналов в диапазоне частот до нескольких мегагерц должны иметь низкое сопротивление и по ним должен течь маленький ток. Заземляющая цепь источников питания постоянного тока должна быть рассчитана на низкое сопротивление, но на значительно больший ток, а заземления источников питания по сети переменного тока должны иметь низкое сопротивление и выдерживать токи в сотни ампер.

2.1.7. Согласованные нагрузки волноводных, коаксиальных и волоконно-оптических линий

Поглощающие согласованные нагрузки. Поглощающие согласованные нагрузки используются в целях полного поглощения энергии электромагнитных колебаний.

Волноводные нагрузки низкого уровня мощности (до десятков ватт), как правило, представляют собой отрезки короткозамкнутых волноводов с помещенными внутрь поглотителями (СВЧ-резисторами). В поглотителях происходит преобразование электромагнитной энергии в тепло. В СВЧ диапазоне такое преобразование может происходить на поверхности проводника за счет токов проводимости и в толще диэлектрика с большими потерями.

Поглощающие нагрузки применяются в качестве эквивалентов антенн излучающих радиоэлектронных средств, а также для других целей (в циркуляторах, переключателях, делителях мощности и т.д.). Эквиваленты антенн используются при проведении различного рода измерений в высокочастотных трактах радиотехнических средств специального назначения в процессе их разработки, испытаний и эксплуатации, а также при проведении регламентных работ на этих средствах.

Антенные насадки. Антенные насадки используются при проведении испытаний специальных радиотехнических средств методом закрытых трактов. В этом случае радиоканал (антенна передающего устройства — среда распространения радиосигнала — антенна приемного устройства) замещается антенной насадкой, исключаяющей (или существенно ослабляющей) излучение радиосигнала в окружающее пространство.

Соединители волноводных, коаксиальных и оптических трактов.

Соединителями волноводных трактов называют элементы, обеспечивающие соединение отдельных отрезков волноводов и узлов друг с другом. От качества электрического контакта в местах соединения зависит такая важная характеристика как электрогерметичность тракта. Если в месте соединения контакт ненадежен, то возможно излучение электромагнитного поля из щелей в окружающее пространство. В настоящее время используют два основных типа соединения волноводов — контактные и дроссельные. Контактное соединение может быть неразъемным и разъемным. Неразъемное соединение можно осуществить, например, с помощью внешних муфт. Возможна реализация неразъемных контактных соединений путем стыковки и холодной сварки торцов волноводов.

2.2. Активные методы защиты информации

2.2.1. Акустическая маскировка

Условия, исключающие возможность перехвата речевой информации, могут быть созданы с помощью средств активной акустической маскировки. Применение активной акустической маскировки позволяет снизить отношение сигнал/шум на входе технического средства разведки за счет увеличения уровня помехи.

Основу средств акустической маскировки составляют генераторы помех. На практике наиболее широкое применение нашли генераторы шумовых колебаний. Именно поэтому активную акустическую маскировку часто называют акустическим зашумлением.

Большую группу генераторов шума составляют устройства, принцип действия которых основан на усилении колебаний первичных источников шумов. В качестве источников шумовых колебаний используются электровакуумные, газоразрядные, полупроводниковые и др. электронные приборы и элементы. Роль окончательных электроакустических преобразователей, осуществляющих преобразование электрических колебаний в акустические колебания речевого диапазона длин волн, обычно выполняют малогабаритные широкополосные громкоговорители.

Временной случайный процесс, близкий по своим свойствам к шумовым колебаниям, может быть получен с помощью цифровых генераторов шума, формирующих последовательности двоичных символов, называемые псевдослучайными.

Наряду с шумовыми помехами в целях активной акустической маскировки используют и другие помехи.

Виды акустических помех, создаваемых средствами защиты:

— “белый” шум — имеет равномерный спектр в полосе частот речевого сигнала;

— “окрашенный” шум — формируется из “белого” в соответствии с огибающей амплитудного спектра скрываемого речевого сигнала;

— “речеподобные” помехи — формируются путем микширования в различных сочетаниях отрезков речевых сигналов и музыкальных фрагментов, а также шумовых помех, или формируется из фрагментов скрываемого речевого сигнала при многократном наложении с различными уровнями.

“Речеподобные” помехи:

— “речеподобная” помеха-1 — формируется из фрагментов речи трех дикторов радиовещательных станций при примерно равных уровнях смешиваемых сигналов;

— “речеподобная” помеха-2 — формируется из одного доминирующего речевого сигнала или музыкального фрагмента и смеси фрагментов радиопередач с шумом;

— “речеподобная” помеха-3 — формируется из фрагментов скрываемого речевого сигнала при многократном их наложении с различными уровнями.

Акустические колебания, создаваемые средствами активной акустической маскировки, могут отрицательно воздействовать на людей, находящихся в зашумленном помещении, и приводить к их быстрой и повышенной утомляемости.

Ухудшение условий перехвата речевой информации по виброакустическому и оптико-акустическому каналам утечки также может быть достигнуто использованием средств акустической маскировки. В этом случае в качестве оконечных устройств генераторов помех используются вибродатчики. При закреплении такого датчика, например, на оконном стекле защищаемого помещения виброколебания, создаваемые средством маскировки, вызывают интенсивные колебания стекла с амплитудой, существенно превышающей амплитуду его колебаний, вызванных речевым сигналом. Вследствие этого при лазерно-локационном зондировании оконного стекла отраженный от него акустический сигнал оказывается промодулированным не только речевым информационным сигналом, но и в значительной степени

помеховым. Это приводит к существенному ухудшению условий приема и восстановления перехваченных речевых сообщений.

Аналогичное ухудшение условий перехвата будет иметь место и при наличии виброакустического канала утечки информации — например, при съеме речевого сигнала скрытно размещенным на оконном стекле или на стене защищаемого помещения стетоскопным микрофоном. Уровень маскирующего вибрационного шума должен превосходить уровень информационного сигнала на определенную нормами виброакустической защиты величину.

2.2.2. Методы защиты проводных линий связи на энергетическом уровне

Метод “синфазной” маскирующей низкочастотной помехи

Метод “синфазной” маскирующей низкочастотной помехи используется для подавления электронных устройств перехвата речевой информации, подключаемых к телефонной линии последовательно в разрыв одного из проводов или через индукционный датчик к одному из проводов. Суть метода заключается в подаче во время разговора в каждый провод телефонной линии согласованных по амплитуде и фазе относительно нулевого провода электросети 220 В маскирующих помеховых сигналов речевого диапазона частот (маскирующего низкочастотного шума). Вследствие согласования по амплитуде и фазе в телефонном аппарате, подключаемом параллельно телефонной линии, эти помеховые сигналы компенсируют друг друга и не приводят к искажению полезного сигнала, т.е. не ухудшают качество связи. В любых устройствах, подключаемых к одному телефонному проводу (как последовательно, так и через индукционный датчик), помеховый сигнал не компенсируется и “накладывается” на полезный сигнал. А так как его уровень значительно превосходит полезный сигнал, то перехват передаваемой информации становится невозможным. В качестве маскирующего помехового сигнала, как правило, используются дискретные сигналы (псевдослучайные М-последовательности импульсов) в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц.

Метод высокочастотной маскирующей помехи

Метод высокочастотной маскирующей помехи заключается в подаче во время разговора в телефонную линию маскирующего помехового сигнала в диапазоне высоких частот звукового диапазона (маскирующего высокочастотного шума). Частоты маскирующих помеховых сигналов подбираются таким образом, чтобы после прохождения низкочастотного усилителя или селективных цепей модулятора телефонной закладки их уровень оказался достаточным для подавления полезного сигнала (речевого сигнала в

телефонной линии), но в то же время, чтобы они не ухудшали качество связи. Чем ниже частота помехового сигнала, тем выше его эффективность и тем большее мешающее воздействие он оказывает на полезный сигнал. Обычно используются частоты в диапазоне от 6-8 кГц до 12-16 кГц.

Для исключения воздействия маскирующего помехового сигнала на качество связи в устройстве защиты, подключаемым параллельно в разрыв телефонной линии, устанавливается специальный фильтр нижних частот с граничной частотой выше 3,4 кГц, который подавляет помеховые сигналы высокой частоты (не пропускает их в сторону телефонного аппарата) и не оказывает существенного влияния на прохождение низкочастотных речевых сигналов.

В качестве маскирующего шума используются широкополосные аналоговые сигналы типа “белого шума” или дискретные сигналы типа псевдослучайной последовательности импульсов с шириной спектра не менее 3-4 кГц.

Данный метод используется для подавления практически всех типов электронных устройств перехвата речевой информации, подключаемых к телефонной линии как последовательно, так и параллельно. Однако эффективность подавления средств съема информации с подключением к линии последовательно (особенно при помощи индукционных датчиков) значительно ниже, чем при использовании метода “синфазной” маскирующей низкочастотной помехи.

Метод “ультразвуковой” маскирующей помехи

Метод “ультразвуковой” маскирующей помехи в основном аналогичен рассмотренному выше. Отличие состоит в том, что частота помехового сигнала находится в диапазоне от 20-30 кГц до 50-100 кГц, что намного упрощает схему устройства подавления, но при этом эффективность данного метода по сравнению с методом высокочастотной маскирующей помехи ухудшается.

Метод низкочастотной маскирующей помехи

При использовании метода в линию при положенной телефонной трубке подается маскирующий низкочастотный помеховый сигнал. Этот метод применяется для активизации (включения на запись) диктофонов, подключаемых к телефонной линии с помощью адаптеров или индукционных датчиков, что приводит к сматыванию пленки (заполнению памяти) в режиме записи шума, то есть при отсутствии полезного сигнала.

Метод повышения напряжения

Метод повышения напряжения заключается в “поднятии” напряжения в телефонной линии во время разговора и используется для ухудшения качества функционирования телефонных закладок за счет перевода их передатчиков в нелинейный режим работы. Повышение напряжения в линии до 25-35 В вызывает у телефонных закладок с последовательным подключением и параметрической стабилизацией частоты передатчика “уход” несущей частоты и ухудшение разборчивости речи. У телефонных закладок с последовательным подключением и кварцевой стабилизацией частоты передатчика наблюдается уменьшение отношения сигнал/шум на 3-10 дБ. Передатчики телефонных закладок с параллельным подключением к линии при таких напряжениях в ряде случаев просто отключаются.

Метод понижения напряжения

Метод понижения напряжения предусматривает подачу во время разговора в линию постоянного напряжения, соответствующего напряжению в линии при поднятой телефонной трубке, но обратной полярности. Этот метод применяется для нарушения функционирования всех типов электронных устройств перехвата информации с контактным (как последовательным, так и параллельным) подключением к линии, используя ее в качестве источника питания. Рассмотренные выше методы обеспечивают подавление устройств съема информации, подключаемых к линии только на участке от защищаемого телефонного аппарата до АТС. Для защиты телефонных линий используются устройства, реализующие одновременно несколько методов подавления.

Компенсационный метод

Компенсационный метод используется для стеганографической маскировки (скрытия) речевых сообщений, передаваемых абонентом по телефонной линии. Данный метод обладает высокой эффективностью подавления всех известных средств несанкционированного съема информации, подключаемых к линии на всем участке телефонной линии от одного абонента до другого. Суть метода заключается в следующем: перед началом передачи скрываемого сообщения по специальной команде абонента на приемной стороне включается генератор шума, подающий в телефонную линию, маскирующую шумовую помеху (как правило, “цифровой” шумовой сигнал) речевого диапазона частот, которая в линии “смешивается” с передаваемым сообщением. Одновременно этот же шумовой сигнал (“чистый” шум) подается на один из входов двухканального адаптивного фильтра, на другой вход

которого поступает аддитивная смесь принимаемого речевого сигнала и маскирующего шума. Аддитивный фильтр компенсирует (подавляет) шумовую составляющую и выделяет скрываемый речевой сигнал (передаваемое сообщение). Наличие таких устройств защиты у обоих абонентов позволяет организовать полудуплексный закрытый канал связи.

Метод “выжигания”

Метод “выжигания” реализуется путем подачи в линию высоковольтных (напряжение более 1500 В) импульсов, мощностью 15-50 ВА, приводящих к электрическому “выжиганию” входных каскадов электронных устройств перехвата информации и блоков их питания, гальванически подключенных к телефонной линии. Подача высоковольтных импульсов осуществляется при отключении телефонного аппарата от линии. При этом для уничтожения параллельно подключенных устройств подача высоковольтных импульсов осуществляется при разомкнутой, а последовательно подключенных устройств — при “закороченной” (как правило, в телефонной коробке или щите) телефонной линии.

2.2.3. Поиск закладных устройств

Поиск и обнаружение закладных устройств может осуществляться визуально, а также с использованием специальной аппаратуры.

Обнаружение закладных устройств, так же как и любых других объектов, производится по их демаскирующим признакам. Каждый вид электронных устройств перехвата информации имеет свои демаскирующие признаки, позволяющие обнаружить закладку.

Камуфлированные акустические закладки по внешнему виду, на первый взгляд, не отличаются от объекта имитации, особенно если закладка устанавливается в корпус бытового предмета без изменения его внешнего вида. Такие закладки можно выявить путем разборки предмета.

К основным методам поиска закладных устройств можно отнести:

- специальное обследование выделенных помещений;
- поиск радиозакладок с использованием специального оборудования;
- проверка с использованием ВЧ-пробника (зонда) линий электропитания, радиотрансляции и телефонной связи;
- измерение параметров линий электропитания, телефонных линий связи и т.д.;

— проведение тестового “прозвона” всех телефонных аппаратов, установленных в проверяемом помещении, с контролем (на слух) прохождения всех вызывных сигналов АТС.

Поисковые работы закладных устройств классифицируются в соответствии со следующими критериями:

1. По характеру выполняемых работ:

Разовая проверка. Разовые работы, которые обычно производятся перед проведением важных переговоров или после посещения защищаемого помещения определенными личностями.

Профилактическая проверка. Периодически проводимый комплекс мероприятий, направленных на поддержание на должном уровне информационной безопасности объекта. Обычно производится в совокупности с другими организационно-техническими видами информационного обеспечения.

Конспиративная проверка. Этот вид работ производится в случаях очевидной утечки информации. И является наиболее трудоемким видом проверок и требует большой подготовительной работы, как со стороны поисковиков, так и со стороны руководства предприятия заказчика. Основной задачей в данном виде работ является не только обнаружение канала утечки информации или средства перехвата, но и сохранение производимых мер в тайне.

Послепроверочная консультация. По результатам проведенного обследования объекта даются рекомендации по выбору и установке средств защиты информации, а также по реализации необходимых мер для устранения или предотвращения каналов утечки.

2. По глубине проводимых проверок:

Первый уровень. В результате проверки могут быть обнаружены радиоизлучающие изделия, установленные непосредственно в проверяемом или смежных с ним помещениях. При этом если устройства в момент проверки находятся в пассивном состоянии, то они могут быть не выявлены.

Второй уровень. Могут быть обнаружены все устройства первого уровня плюс сетевые передатчики, использующие в качестве канала передачи сеть питания 220 В 50 Гц.

Третий уровень. Могут быть выявлены все изделия второго уровня плюс все типы кабельных микрофонных систем, а также оргтехника, работающая в

режиме передачи за границы зоны охраны сигнала, содержащего полезную информацию.

Четвертый уровень. Могут быть выявлены все типы заносных и закладных электронных устройств перехвата информации и естественные каналы утечки информации.

2.2.4. Средства обнаружения закладных устройств

Закладные устройства занимают ведущее место среди средств технического шпионажа. Для повышения скрытности работы мощность передатчика радиозакладки делается небольшой, но достаточной для перехвата высокочувствительным приемником с небольшого расстояния (20-400м). Рабочую частоту для повышения скрытности нередко выбирают вблизи несущей частоты мощной радиостанции. Микрофоны делают как встроенными, так и выносными. Они бывают двух типов: акустическими (т.е. чувствительными к голосам людей) или вибрационными (преобразующими в электрические сигналы колебания, возникающие от человеческой речи в разнообразных жестких конструкциях). Для повышения скрытности они камуфлируются специальным образом и имеют дистанционное включение или включение при наличии голоса человека (VOX-закладки). В качестве канала связи они обычно используют сеть электропитания, телефонные линии или радиоканал.

Индикаторы электромагнитных излучений

Простейший индикатор электромагнитного поля состоит из антенны, широкополосного усилителя, амплитудного детектора и порогового устройства, которое срабатывает, если сигнал на выходе детектора превысит регулируемый пороговый уровень. Порог устанавливается так, чтобы индикатор не реагировал на внешние излучения (фон). В результате подслушивающее устройство обнаруживается только в тех точках помещения, где уровень его поля превосходит фоновый на 15–20 дБ.

Индикаторы поля отличаются небольшими размерами и массой, простотой, быстродействием и низкой стоимостью. Однако из-за недостаточной чувствительности и избирательности они не обеспечивают требуемой достоверности обнаружения. Поэтому эти устройства рекомендуются лишь для предварительного обследования помещения или ручной локализации радиомикрофонов, обнаруженных более совершенными системами.

Индикаторы-частотомеры

Отличаются от индикаторов электромагнитных излучений встроенным счетчиком - частотомером, который измеряет частоту радиосигнала, превысившего установленный порог, и помогает оператору идентифицировать сигнал подслушивающего устройства.

Кроме того, некоторые индикаторы можно подключать к компьютеру и сканирующему радиоприемнику. В этой конфигурации индикатору поручается предварительный анализ электромагнитной обстановки с последующей проверкой результатов сканером. Индикаторы-частотомеры сохраняют основной недостаток индикаторов поля: достоверно обнаружить источник излучения они могут только в непосредственной близости от него.

Нелинейные локаторы

Используются для физического обнаружения и определения местоположения скрытно размещенных электронных устройств, которые могут находиться в выключенном состоянии. Нелинейный локатор излучает СВЧ-сигнал и принимает его вторую гармонику, которая образуется из-за нелинейных эффектов в полупроводниковых приборах. Чтобы исключить ложное срабатывание локатора, создаваемое контактами металл-окисел в строительных конструкциях, более совершенные изделия принимают и анализируют уровни не только второй, но и третьей гармоник.

Анализаторы спектра

Анализатор спектра - измерительный прибор, который широко используется для обнаружения и идентификации сигналов оператором по форме их спектров. Обладая высокой чувствительностью, он может подключаться к антенне или кабельным линиям и воспроизводить на экране спектральные панорамы или спектры отдельных радиосигналов. Главное преимущество анализаторов спектра - высокая скорость сканирования и наглядное отображение результатов. Однако они, как правило, не располагают средствами автоматизации операций обнаружения и довольно дороги.

Сканирующие радиоприемники

Современные сканеры могут автоматически перестраиваться в диапазоне до нескольких ГГц и обнаруживать сигналы с различными видами модуляции. Эти изделия можно разделить на две группы. Первые обладают уникальными параметрами, однако их размеры, масса и главная стоимость весьма высоки.

Изделия второй группы появились в результате эволюции связных, в основном коротковолновых, радиоприемников. Сканеры, обладающие высокой чувствительностью, частотной избирательностью и широким диапазоном анализа, обнаруживают сигналы радиомикрофонов с большой достоверностью. Однако эксплуатация их в качестве автономных устройств из-за ограниченных возможностей по вводу, хранению и отображению данных требует весьма высокой квалификации оператора.

Компьютерные программы управления сканерами

Большинство современных сканеров можно подключить к компьютеру, который значительно расширяет возможности управления, отображения и хранения информации об исследуемых сигналах. Наряду с функциями управления, а также накопления и обработки данных о радиоспектрах, специализированное программное обеспечение способно решать отдельные задачи идентификации сигналов подслушивающих устройств.

Микрокомпьютерные комплексы обнаружения радиомикрофонов

В этих изделиях объединяется аппаратура поиска сигналов: антенны, адаптеры для подключения к кабельным линиям, специализированные сканирующие радиоприемники, а также устройства индикации и регистрации данных. Функции управления и отображения поручаются микрокомпьютеру, который организует также отдельные автоматические процедуры обнаружения и идентификации сигналов.

Компьютерные комплексы контроля помещений и зданий

Представляют собой аппаратно-программные системы на базе стандартных узлов компьютера и недорогого сканера, которые оснащаются дополнительной аппаратурой и программами. Располагают возможностями для реализации “интеллектуальных” процедур обнаружения любой сложности.

2.2.5. Электромагнитное зашумление

В случаях, когда пассивные методы защиты не позволяют добиться необходимого затухания опасного сигнала на границе контролируемой территории, а также когда применение средств пассивной защиты значительно увеличивает массогабаритные характеристики защищаемого объекта или существенно усложняет процесс его эксплуатации, применяют метод активной защиты. Этот метод основан на создании активных маскирующих помех (как правило, шумовых) в заданном диапазоне частот и реализуется с помощью систем активной защиты. Такие системы подразделяются на системы линейного и пространственного зашумления.

Системы линейного зашумления применяются для маскировки опасных сигналов в проводах, кабелях, различных токоведущих линиях и конструкциях, выходящих за пределы контролируемой территории. Объектами линейного зашумления являются, например, провода, цепи и устройства технических средств, подверженные воздействию низкочастотных электромагнитных полей, возникающих при работе ТСОИ, а также элементы и устройства, обладающие свойствами электроакустических преобразователей.

В простейшем случае система линейного зашумления представляет собой генератор шумового сигнала, формирующий шумовое маскирующее напряжение с заданными спектральными, временными и энергетическими характеристиками, который подключается в зашумляемую токоведущую линию (рис. 18).

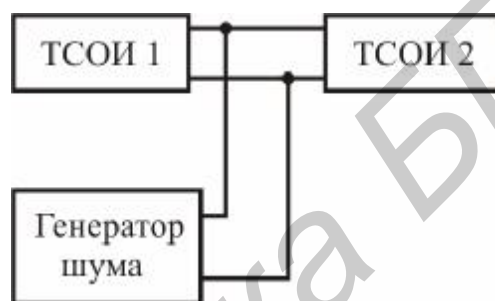


Рис. 18. Структурная схема системы линейного зашумления

Системы пространственного зашумления применяют для создания маскирующих помех в окружающем пространстве. В состав системы пространственного зашумления входят:

- генераторы шумового сигнала;
- усилители, обеспечивающие необходимую мощность шумового сигнала в заданном диапазоне частот;
- антенны;
- устройства коммутации и контроля.

Цель зашумления считается достигнутой в том случае, когда отношение опасный сигнал/шум на границе контролируемой территории в окружающем пространстве или в токоведущей линии уменьшается до требуемого уровня, не позволяющего средствам разведки качественно решать задачи обнаружения и анализа опасного сигнала. Способы размещения и подключения систем линейного и пространственного зашумления определяются особенностями схемного решения, расположения и монтажа защищаемых объектов и средств зашумления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ярочкин В.И. Информационная безопасность: Учеб. для вузов. Изд. 2. Мн.: Академический проект, 2005. – 544 с.

2. Бузов Г.А., Калинин С.В., Кондратьев А.В. Защита от утечки информации по техническим каналам: Учеб. пособие для подготовки экспертов системы Гостехкомиссии России. М.: Горячая линия - Телеком, 2005. – 416 с.

4. Конеев И.Р. Информационная безопасность предприятия. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 752 с.

5. Галатенко В.А. Основы информационной безопасности: Курс лекций. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2003. – 280 с.

Библиотека БГУИР

Учебное издание

Лыньков Леонид Михайлович,
Богуш Вадим Анатольевич,
Борботько Тимофей Валентинович,
Колбун Наталья Викторовна

**МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ
ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМУ И АКУСТИЧЕСКОМУ
КАНАЛАМ**

Учебно-методическое пособие по курсам
«Основы защиты информации»,
«Защита объектов связи и речевых сообщений
от несанкционированного перехвата»
для студентов специальностей
«Сети телекоммуникаций» и «Защита информации в телекоммуникациях»
всех форм обучения

Ответственный за выпуск Т. В. Борботько

Подписано в печать 04.07.2006.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 2,8.

Формат 60x84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 3,14.
Заказ 341.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131666 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6