

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

Утверждаю:
Зав. каф. РЗИ
_____ Задорин А.С.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ
(часть I)

Курс лекций для специальностей 090103 (организация и технология защиты информации)
и 090104 (комплексная защита объектов информатизации)

Разработчики:
доц. каф. РЗИ
_____ Бацула А.П.
м.н.с. каф. РЗИ
_____ Волегов К.А.
доц. каф. РЗИ
_____ Литвинов Р.В.

Введение	4
1. Классификация и общая характеристика технических средств добывания информации.....	16
1.3. Специальные технические средства	16
1.4. Основные тактико-технические параметры средств информационной разведки.	22
1.5. Технологическая классификация специальных технических средств (СТС).	25
2. Назначение и функции видов разведки	32
2.3. Характеристика разведывательной деятельности.....	32
2.3.1 Основные понятия.....	32
2.3.2 Формы разведывательной информации.....	33
2.3.3 Каналы распространения информации.	34
2.4. Структура разведывательных служб бывшего Советского Союза.	34
2.4.1 Структура КГБ СССР.	35
2.4.2 Структура службы внешней разведки.....	37
2.5. Спецслужбы США.	39
2.5.1 Разведывательное сообщество США.	39
2.5.2 ЦРУ (CIA).	42
2.5.3 РУМО (DIA).....	45
2.5.4 АНБ (NSA).	48
2.5.5 НУВКР (NRO).	54
2.5.6 ФБР (FBI).	55
3. Оптическая разведка.	58
3.3. Оптические каналы утечки информации.....	58
3.4. Принципы оптической разведки.....	65
3.5. Технические характеристики средств оптической разведки	68
3.5.1 Общие характеристики	68
3.5.2 Характеристики человеческого глаза.....	69
3.5.3 Характеристики объективов.....	69
3.5.4 Характеристики визуально-оптических приборов.....	73
3.5.5 Характеристики фото- и киноаппаратов.....	74
3.5.6 Технические характеристики средств телевизионной разведки	79
3.5.7 Характеристики приборов ночного видения.	84
3.5.8 Характеристики тепловизоров.....	87
4. Радиоэлектронная разведка	88
4.3. Общая характеристика.....	88
4.4. Особенности, целевое назначение, источники и технические средства.....	89
4.4.1 Особенности	89

4.4.2	Целевое назначение.....	90
4.4.3	Источники.....	91
4.4.4	Технические средства радиоэлектронной разведки.....	92
4.5.	Перехват информации после 2000 года.....	92
4.5.1	Проблемы перехвата информации.....	92
4.5.2	Оборудование систем перехвата информации.....	93
4.6.	Радиоэлектронные каналы утечки информации.....	93
4.7.	Основные показатели.....	106
4.8.	Излучатели электромагнитных полей.....	109
4.8.1	Основные понятия.....	109
4.8.2	Антенны.....	111
4.9.	Случайные излучатели.....	112
4.9.1	Электрический диполь.....	112
4.9.2	Магнитный диполь.....	114
4.9.3	Сравнительный анализ полей электрического и магнитного диполя.....	115
4.9.4	Краткая формулировка результатов сравнительного анализа.....	117
5.	Акустическая разведка.....	118
5.3.	Акустические каналы утечки информации.....	118
5.3.1	Общая характеристика.....	118
5.3.2	Прямой акустический канал.....	123
5.3.3	Виброакустический канал.....	127
5.3.4	Оптико-акустический канал.....	128
5.3.5	Электроакустический канал.....	130
5.4.	Технические средства акустической разведки.....	133
5.4.1	Функции технических средств.....	133
5.4.2	Принцип действия микрофонов.....	134
5.4.3	Принцип действия случайных электроакустических преобразователей.....	138
5.5.	Характеристика известных технических средств.....	140
6.	Способы и средства добывания информации о радиоактивных веществах.....	150
7.	Доступ к информации без нарушения государственной границы и проникновения на объект защиты.....	153
7.3.	Добывание информации без физического проникновения в контролируемую зону..	153
7.4.	Доступ к источникам информации без нарушения государственной границы.....	156
7.4.1	Основные принципы.....	156
8.	Комплексное использование технических средств разведки.....	163
	Список литературы.....	168

ВВЕДЕНИЕ

Информация как предмет защиты

Термин *информация* появился в русском языке от латинского *informatio*, что означает разъяснение, осведомление, изложение. С позиции материалистической философии информация есть отражение реального мира с помощью сведений (сообщений). Сообщение – это форма представления информации в виде речи, текста, изображения, цифровых данных, графиков, таблиц и т.п.

В общем случае *информация* – это *знания*. В широком смысле информация – это общенаучное понятие, включающее в себя обмен сведениями между людьми, обмен сигналами между живой и неживой природой, людьми и устройствами. Не только образовательные или научные знания, а любые сведения и данные, которые присутствуют в любом объекте и необходимы для функционирования любых информационных систем (живых существ или созданных человеком). Так как информация отражает свойства материальных объектов и отношения между ними, то в соответствии с основными понятиями философии [1] ее можно отнести к объектам познания, а защищаемую информацию – к предмету защиты. Ниже мы будем рассматривать информацию как предмет защиты. Защите подлежит *секретная* и *конфиденциальная* информация.

К *секретной* относится информация, содержащая государственную тайну. Ее несанкционированное распространение может нанести ущерб интересам государственных органов, организациям, субъектам и РФ в целом. Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.93 № 5486–1 21 июля 1993 года № 5485–1 [2] дает следующее определение: *государственная тайна* – защищаемые государством сведения в области его военной, внешнеполитической, экономической, разведывательной, контрразведывательной и оперативно-розыскной деятельности, распространение которых может нанести ущерб безопасности Российской Федерации.

Под *конфиденциальной* понимается информация, содержащую коммерческую и иную тайну. В [3] дается следующее определение: информация конфиденциальная – служебная, профессиональная, промышленная, коммерческая или иная информация, правовой режим которой устанавливается ее собственником на основе законов о коммерческой, профессиональной тайне, государственной службе и других законодательных актов. Понятие коммерческой тайны предприятия определено в Федеральном законе Российской Федерации о коммерческой тайне. “Коммерческая тайна – конфиденциальность информации, позволяющая ее обладателю при существующих или возможных обстоятельствах увеличить доходы, избежать неоправданных

расходов, сохранить положение на рынке товаров, работ, услуг или получить иную коммерческую выгоду.” К информации, составляющей коммерческую тайну относятся “научно-техническая, технологическая, производственная, финансово-экономическая или иная информация (в том числе составляющая секреты производства (ноу-хау)), которая имеет действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности ее третьим лицам, к которой нет свободного доступа на законном основании и в отношении которой обладателем такой информации введен режим коммерческой тайны”.

Информация как объект познания имеет ряд особенностей:

- она нематериальная в том смысле, что нельзя измерить ее параметры, например, массу, размеры, энергию, известными физическими методами и приборами;
- информация, записанная на материальный носитель, может храниться, обрабатываться, передаваться по различным каналам связи;
- любой материальный объект содержит информацию о самом себе или о другом объекте

Как отмечалось в монографии [5], без информации не может существовать жизнь в любой форме и не могут функционировать созданные человеком любые информационные системы. Без нее биологические и искусственные системы представляют груды химических элементов. Опыты по изоляции органов чувств человека, затрудняющие информационный обмен человека с окружающей средой, показали, что информационный голод (дефицит информации) по своим последствиям не менее разрушителен, чем голод физический. Несмотря на определенные достижения прикладной области науки – информатики, занимающейся информационными процессами, достаточно четкого понимания сущности информации наука пока не имеет.

Основные свойства информации

Носители и источники информации

Информация доступна человеку, если она содержится на материальном носителе. Так как с помощью материальных средств можно защищать только материальный объект, то объектами защиты являются материальные носители информации. Различают носители – источники информации, носители – переносчики информации и носители – получатели информации. Например, чертеж является источником информации, а бумага, на которой он нарисован, – носитель информации. Физическая природа источника и носителя в этом примере одна и та же – бумага. Однако между ними существует разница. Бумага без нанесенного на ней текста или рисунка может быть источником информации о ее физических и химических характеристиках. Когда бумага содержит семантическую информацию, ей присваивается другое имя: чертеж, документ и т. д. Чертеж детали или узла входит в состав более сложного документа – чертежа

прибора, механизма или машины и т. д. вплоть до конструкторской документации образца продукции.

Следовательно, в зависимости от назначения источнику могут приваиваться различные имена. Но независимо от наименования документа защищать от хищения, изменения и уничтожения информации надо листы бумаги, которые имеют определенные размеры, вес, механическую прочность, устойчивость краски или чернил к внешним воздействиям. Параметры носителя определяют условия и способы хранения информации. Другие носители, например, поля не имеют четких границ в пространстве, но в любом случае их характеристики измеряемы. Физическая природа носителя–источника информации, носителя–переносчика и носителя–получателя может быть как одинаковой, так и разной.

Передача информации путем перемещения ее носителей в пространстве связана с затратами энергии, причем величина затрат зависит от длины пути, параметров среды и вида носителя.

Ценность информации

Это свойство оценивается степенью полезности ее для пользователя (собственника, владельца, получателя). Информация может обеспечивать ее пользователю определенные преимущества: приносить прибыль, уменьшить риск в его деятельности в результате принятия более обоснованных решений и др.

Нейтральная информация не влияет на состояние дел ее пользователя, но носитель с нейтральной для конкретного получателя информацией может оказывать вредное воздействие на другой носитель с полезной информацией, если близки по значениям параметры носителей, например, частоты колебаний электромагнитных полей разных источников. Носители информации, оказывающее воздействие на другой носитель, представляют собой помехи. То, что для одного получателя является информацией, для другого – помеха. Когда во время разговора по телефону из-за неисправности в цепях коммутации телефонной станции слышен разговор других людей, то каждая пара абонентов воспринимает разговор другой как помеху.

Вредной является информация, в результате использования которой ее получателю наносится моральный или материальный ущерб. Когда такая информация создается преднамеренно, то ее называют дезинформацией. Часто вредная информация создается в результате целенаправленной или случайной модификации ее при переносе с одного носителя на другой. Если в качестве таких носителей выступают люди, то вредная информация циркулирует в виде слухов. Широко практикуется способ дезинформирования людей путем использования механизма распространения слухов.

Полезность информации всегда конкретна. Нет ценной информации вообще. Информация полезна или вредна для конкретного ее пользователя. Под пользователями подразумевается как один человек или автомат, так и группа людей и даже все человечество. Чрезвычайно цен-

ная информация для одних пользователей может не представлять ценности для других. Даже информация, ценная для всего человечества, например, технология изготовления лекарств от опасных болезней, для конкретного здорового человека может не представлять интереса.

Поэтому при защите информации определяют, прежде всего, круг лиц (фирм, государств), заинтересованных в защищаемой информации, так как вероятно, что среди них окажутся злоумышленники.

В интересах защиты ценной (полезной) информации ее владелец (государство, организация, физическое лицо) наносит на носитель условный знак полезности содержащейся на нем информации, – гриф секретности или конфиденциальности. Гриф секретности информации, владельцами которой является государство (государственные органы), устанавливается на основании закона “О государственной тайне” [2] и ведомственных перечней сведений, составляющих государственную тайну. В соответствии с постановлением Правительства РФ № 870 от 4 сентября 1995 г. к информации секретной, совершенно секретной и особой важности относится информация, хищение или несанкционированное распространение которой может нанести ущерб соответственно государственной организации (предприятию, учреждению), отрасли (ведомству, министерству), субъекту Федерации и РФ в целом. Для *несекретной* информации, содержащей служебную тайну, вводят гриф «для служебного пользования».

Для обозначения степени конфиденциальности коммерческой информации применяют различные шкалы ранжирования. Распространена шкала: «коммерческая тайна – строго конфиденциально» (КТ–СК), «коммерческая тайна – конфиденциально» (КТ–К), «коммерческая тайна» (КТ). Известна шкала: «строго конфиденциально – особый контроль», «строго конфиденциально», «конфиденциально». Применяется также двухуровневая шкала ранжирования коммерческой информации: «коммерческая тайна» и «для служебного пользования».

В качестве критерия для определения грифа конфиденциальности информации могут служить результаты прогноза последствий попадания информации к конкуренту или злоумышленнику, в том числе:

- величина экономического и морального ущерба, наносимого организации;
- реальность создания предпосылок для катастрофических последствий в деятельности организации, например, банкротства.

Информация – товар

Учитывая, что информация может быть для получателя полезной или вредной, что она покупается и продается, то информацию можно рассматривать как товар. Цена информации связана с ее ценностью, но это разные понятия. Например, при проведении исследований могут быть затрачены большие материальные и финансовые ресурсы, которые завершились отрицательным результатом, т. е. не получена информация, на основе которой ее владелец может получить прибыль. Но отрицательные результаты представляют ценность для специалистов,

занимающихся рассматриваемой проблемой, так как полученная информация укорачивает путь к истине.

Полезная информация может быть создана ее владельцем в результате научно-исследовательской деятельности, заимствована из различных открытых источников, может попасть к злоумышленнику случайно, например, в результате непреднамеренного подслушивания и, наконец, добыта различными нелегальными путями. Цена информации, как любого товара, складывается из себестоимости и прибыли.

Себестоимость определяется расходами владельца информации на ее получение путем:

- проведения исследований в научных лабораториях, аналитических центрах, группах и так далее;
- покупки информации на рынке информации;
- добывания информации противоправными действиями.

Прибыль от информации ввиду ее особенностей может принимать различные формы, причем денежное ее выражение не является самой распространенной формой. В общем случае прибыль от информации может быть получена в результате следующих действий:

- продажи информации на рынке;
- материализации информации в продукции с новыми свойствами или технологии, приносящими прибыль;
- использования информации для принятия более эффективных решений.

Последняя форма прибыли от информации не столь очевидна, но она самая распространенная. Это обусловлено тем, что любая деятельность человека есть по своей сути последовательность принятия им решений. Большинство решений принимается человеком бессознательно, он осознано принимает в основном жизненно важные решения.

Для принятия любого решения нужна информация, причем, чем выше риск и цена решения, тем большего объема должна быть информация. Размышления перед принятием решения есть не что иное, как переработка человеком имеющейся у него информации. По своему опыту каждый знает, как трудно принять ответственное решение в условиях дефицита информации или времени.

Дефицит времени при принятии решений возникает, когда недостаточно времени для восприятия (чтения) и обработки информации, необходимой для принятия обоснованного решения. При недостатке времени часть информации не учитывается, что по последствиям аналогично дефициту информации. Поэтому руководитель требует от своих помощников представлять ему информацию в обобщенном виде и форме, позволяющих воспринять ее в сжатые сроки.

Учитывая жизненную потребность в информации для любых живых организмов, природа создала механизм, заставляющий их искать информацию в случае ее дефицита. Таким общим механизмом для активизации деятельности живых существ по удовлетворению основных потребностей, в том числе информационной потребности, являются эмоции. Уровень отрицательных эмоций живого существа пропорционален дефициту информации, необходимой для принятия им решений. Алгоритм поведения живого человека формируется таким, чтобы устранить причины отрицательных эмоций, в том числе путем поиска информации.

Изменение информация во времени

Ценность информации изменяется во времени. Распространение информации и ее использование приводят к изменению ее ценности и цены. Характер изменения ценности во времени зависит от вида информации. Для научной информации эта зависимость часто имеет волнообразный вид. Информация об открытии даже новых законов или явлений природы вначале должным образом не оценивается. Например, в начале века результаты исследований по атомной физике носили чисто познавательный характер и интересовали узкий круг ученых. Информация в этой области приобрела чрезвычайно высокую ценность, когда появились реальные возможности практического использования атомной энергии. По мере того, как исчерпываются на определенном этапе научно-технического прогресса возможности практической реализации теоретических результатов, ценность информации убывает. Новые технологии или достижения в смежных областях могут увеличить ценность давно полученных знаний. Недаром говорят, что новое – это хорошо забытое старое.

Ценность большинства видов информации, циркулирующей в обществе, со временем уменьшается – информация стареет. Старение информации C_u в первом приближении можно аппроксимировать выражением вида:

$$C_u(\tau) \approx C_0 \exp(2.3\tau/\tau_{жц}), \quad (B.1)$$

где C_0 – ценность информации в момент ее возникновения (создания); τ – время от момента возникновения информации до момента ее использования; $\tau_{жц}$ – продолжительность жизненного цикла информации (от момента возникновения до момента устаревания).

В соответствии с этим выражением за время жизненного цикла ценность информации уменьшается до 0.1 первоначальной величины.

В зависимости от продолжительности жизненного цикла коммерческая информация в [6] классифицируется следующим образом:

- оперативно-тактическая, теряющая ценность примерно по 10% в день (например, информация выдачи краткосрочного кредита, предложения по приобретению товара в срок до одного месяца и др.);

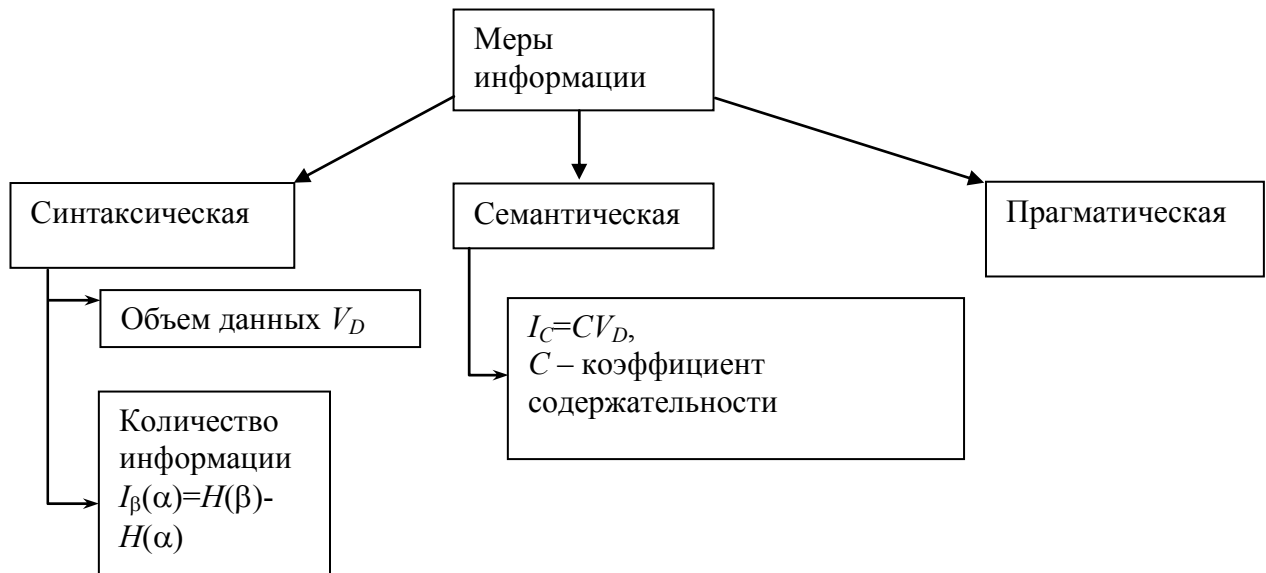


Рис. В.1. Меры информации при различных формах адекватности.

— стратегическая информация, ценность которой убывает примерно 10% в месяц (сведения о партнерах, о долгосрочном кредите, развитии и т. д.).

Информация о законах природы имеет очень большое время жизненного цикла. Ее старение проявляется в уточнении законов, например, в ограничениях законов Ньютона для микромира.

Меры информации

Для определения меры информации полезно дать более узкое, чем приведенное выше ее определение, а также ввести дополнительное понятие данные.

Информация – сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределенности, неполноты знаний. *Данные* – это признаки или записанные наблюдения, которые по каким-то причинам не используются, а только хранятся. Данные превращаются в информацию, если они используются, в рамках сформулированного выше определения. Ниже не будем отличать понятие данных от понятия информации.

Для измерения информации вводят два параметра

- количество информации I ;
- объем данных V_D .

Количество измеряемой информации зависит от ее формы адекватности, под которой понимают определенный уровень соответствия создаваемого с помощью полученной информации образа реальному объекту, процессу, явлению и т.п. Различают три формы: синтаксическую, семантическую, прагматическую (рис. В.1) [7].

Рассмотрим количество информации в синтаксической форме адекватности. Для его определения в теории информации предложен энтропийный подход. В соответствии с ним количество информации оценивается мерой уменьшения у получателя неопределенности (энтропии) выбора или ожидания событий после получения информации. Количество получаемой информации тем больше, чем ниже вероятность события. Такой подход хорошо разработан для определения количества информации в сообщении, передаваемом по каналам связи. Выбор при приеме осуществляется между символами алфавита сообщения. В этом случае объем данных V_D есть количество символов в сообщении, например, бит в двоичной системе исчисления и дит в десятичной. Для измерения количества информации $I_\beta(\alpha)$ вводят в рассмотрение числовую функцию неосведомленности-неопределенности H , иначе энтропию. Эта функция задана на множестве сведений: α – априорные сведения, β – дополнительные сведения. Тогда $H(\alpha)$ начальная неосведомленность (энтропия), а $H(\beta)$ – конечная энтропия.

Энтропия системы $H(\alpha)$, имеющая N возможных состояний, в случае их статистической независимости, рассчитывается по известной формуле Шеннона [8]:

$$H(\alpha) = - \sum_{j=1}^N P_j \log P_j \quad (\text{B.2})$$

где P_j – вероятность того, что система находится j -м состоянии.

При равновероятных состояниях $P_j = 1/N$ и формула (B.2) преобразуется к виду

$$H(\alpha) = - \log \frac{1}{N} \quad (\text{B.3})$$

В цифровых системах передачи и обработки информации она часто кодируется числовыми кодами в той или иной системе счисления. Одно и то же количество разрядов n в разных системах счисления по основанию m может передавать разное число состояний равно $N = mn$. При передаче информации по цифровому каналу связи конечная энтропия равна нулю $H(\beta) = 0$. Тогда количество информации равно полному начальному знанию

$$I = H(\alpha) = n \log m. \quad (\text{B.4})$$

Последнее соотношение носит название формулы Хартли. Если в качестве основания логарифма использовать основание системы исчисления m , то $I = n$ и количество информации равно объему данных $I = V_D$, полученных по каналу связи. Например при $m = 2$ получим $I = n$ бит.

Как следует из формул (B.2) – (B.3), количество информации в синтаксической форме адекватности зависит только от количества и статистики символов, но не зависит от содержания сооб-

щения. Количество информации, определяемое по этой формуле, одинаковое при передаче бессмысленного текста или сообщения о жизненно важных для получателя сведениях. С точки зрения передачи таких сообщений по каналам связи такой подход обоснован, так как затраты на передачу этих сообщений одинаковы. А на что потрачены деньги отправителя сообщения и насколько оно информативно для получателя. Эти вопросы к связи отношения не имеют. Таким образом такой способ измерения количества информации можно назвать объемным. В рамках его производится грубый и простой расчет информации путем подсчета количества (в битах или байтах) символов сообщения или измерения характеристик носителя (количества листов, времени передачи сообщения и др.). При этом семантика информации и ее ценность не учитываются.

Снижение ценности информации при копировании

При копировании, не изменяющем информационные параметры носителя, количество информации не меняется, а цена снижается. После снятия копии с документа на ксероксе или другим способом количество информации в нем не меняется. В результате этого несанкционированное копирование (хищение) информации может остаться незамеченным для ее владельца, если отсутствуют иные признаки проникновения злоумышленника к ее источнику и факта хищения. Но если при копировании происходят воздействия на информационные параметры носителя, приводящие к изменению их значений, или незначительные изменения накапливаются, то количество информации уменьшается. Ухудшается качество звука и изображения соответственно на аудио- и видеопленке из-за механического разрушения магнитного слоя, книжка зачитывается до дыр, обесцвечиваются из-за воздействия яркого ультрафиолетового света цвета изображения оригинала при ксерокопировании и т. д.

Так как при каждом копировании увеличивается число ее законных и незаконных пользователей, то в соответствии с законами рынка цена снижается. Например, видеопиратство вызывает большое беспокойство у владельцев видеопродукции, так как широкое распространение пиратских копий значительно сбивает цены на рынке.

Виды защищаемой информации

По содержанию любая информация может быть отнесена к семантической (в переводе с латинского – содержащей смысл) или к информации о признаках материального объекта – признаковой. Сущность семантической информации не зависит от характеристик носителя. Содержание текста, например, не зависит от качества бумаги, на которой он написан, или физических параметров другого носителя. Семантическая информация – продукт абстрактного мышления человека и отображает объекты, явления как материального мира, так и создаваемые им образы и модели с помощью символов на языках общения людей.

Языки общения включают как естественные языки национального общения, так и искусственные профессиональные языки. Языки национального общения формируются в течение

длительного времени развития нации. В нем устаревшие слова постепенно отмирают, но появляются новые, вызванные развитием человечества, в том числе техническим прогрессом.

Семантическая информация на языке национального общения представляется в виде упорядоченной последовательности знаков (букв, цифр, иероглифов) алфавита этого языка и записывается на любом материальном носителе. В области средств регистрации и консервации семантической информации изыскиваются носители, обеспечивающие все более высокую плотность записи и меньшее энергопотребление.

Профессиональные языки создаются специалистами для экономного и компактного отображения информации. Существует множество профессиональных языков: математики, музыки, радиоэлектроники, автодорожного движения, химии и т. д. Любая предметная область содержит характерные для нее понятия и условные обозначения, часто непонятные необученному этому языку человеку. Для однозначного понимания этого языка всеми специалистами областей науки, техники, искусства и др., термины и условные обозначения стандартизируются. В принципе все то, что описано на профессиональном языке, можно представить на языке общечеловеческого общения, но такая форма записи громоздка и неудобна для восприятия информации человеком. Кроме того, использование носителей различной физической природы позволяет подключать для ввода информации в мозг человека все многообразие его рецепторов (датчи-

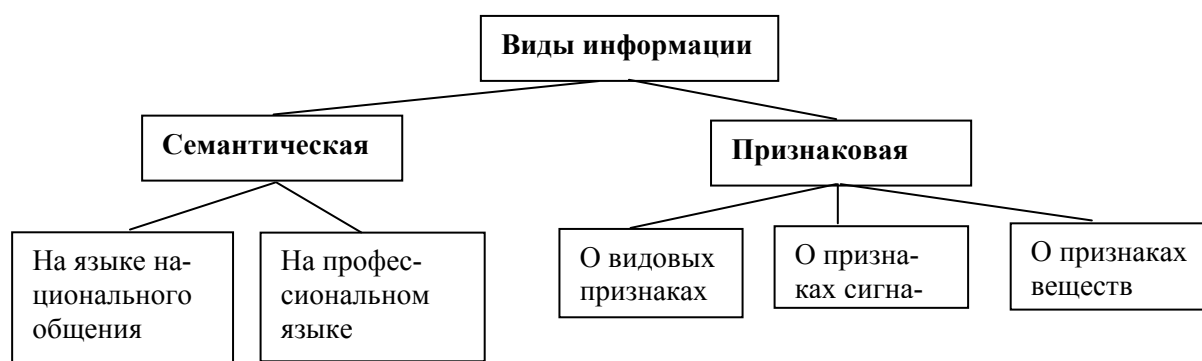


Рис. В.2. Классификации информации, защищаемой техническими средствами

ков). При просмотре кинофильмов, например, основной объем информации зритель поручает через органы зрения. Музыкальное сопровождение фильма через слуховой канал ввода информации оказывает дополнительное воздействие на эмоциональную сферу зрителя. Известны попытки дополнить эти каналы воздействием на органы обоняния человека путем создания в кинотеатре соответствующих запахов. В ситуациях, когда нельзя использовать для информирования человека зрительные или акустические сигналы или эти каналы перегружены, воздействуют на его тактильные рецепторы. Например, тактильное средство для обнаружения записывающего устройства в кармане собеседника информирует о работе диктофона с помощью индикатора, создающего вибрацию.

Информация признаковая описывает конкретный материальный объект на языке его признаков. Описание объекта содержит признаки его внешнего вида, излучаемых им полей и элементарных частиц, состава и структуры веществ, из которых состоит объект. Источниками признаковой информации являются сами объекты. К ним в первую очередь относятся интересные зарубежную разведку или отечественного конкурента люди, новая продукция и материалы, помещения и даже здания, в которых может находиться конфиденциальная информация. В зависимости от вида описания объекта признаковая информация делится на информацию о внешнем виде (видовых признаках), о его полях (признаках сигналов), о структуре и составе его веществ (признаках веществ). Классификация информации по содержанию представлена на рис. В.2.

Защищаемая информация неоднородна по содержанию, объему и ценности. Следовательно, защита будет рациональной в том случае, когда уровень защиты, а следовательно, затраты, соответствуют количеству и качеству информации. Если затраты на защиту информации выше ее цены, то уровень защиты неоправданно велик, если существенно меньше, то повышается вероятность уничтожения, хищения или изменения информации. Для обеспечения рациональной защиты возникает необходимость структурирования конфиденциальной информации, т. е. разделения ее на так называемые информационные элементы.

Информационный элемент представляет собой информацию на носителе с достаточно четкими границами, и удовлетворяет следующим требованиям:

- принадлежит конкретному источнику (документу, человеку, образцу ; продукции и т. д.);
- содержится на отдельном носителе;
- имеет конкретную цену.

Структурирование информации проводится путем последовательной детализации защищаемой информации, начиная с перечней сведений, содержащих тайну. Детализация предусматривает иерархическое разбиение информации в соответствии со структурой тематических вопросов, охватывающих все аспекты организации И деятельности частной фирмы или государственной структуры.

Вариант укрупненной типовой структуры конфиденциальной информации, составляющей коммерческую тайну, приведен в таблице В.1.

Таблица В.1. Структура конфиденциальной информации

Конфиденциальная информация		
Об организации	О внутренней деятельности организации	О внешней деятельности организации
структура методы управления финансы планы и программы проблемы и пути их решения безопасность	качество продукции себестоимость продукции характеристики разрабатываемой продукции возможности производства технологии исследовательские работы	принципы, концепция и стратегия маркетинга каналы приобретения и сбыта партнеры конкуренты переговоры и соглашения

Обобщенным перечень сведений, составляющих коммерческую тайну (в таблице В.1 – конфиденциальная информация), относится к нулевому (исходному) уровню иерархии структуры. На 1-м уровне эта информация разделяется на 3 группы, каждая из которых соответствует темам: «об организации», «о внутренней деятельности организации», «о внешней деятельности организации». На 2-м уровне эти темы конкретизируются тематическими вопросами: структура, методы управления, ..., качество продукции, себестоимость продукции, ..., принципы, концепция и стратегия маркетинга и т. д. На 3-м уровне детализируются тематические вопросы 2-го уровня и т. д. Такая информация является структурированной.

Защита структурированной информации принципиально отличается от защиты информации вообще. Она конкретна, так как ясно, что (какой информационный элемент) необходимо защищать, прежде всего, исходя из его ценности, кто или что являются источниками и носителями этого элемента. Для элемента информации можно выявить возможные угрозы его безопасности и определить, наконец, какие способы и средства целесообразно применять для обеспечения безопасности рассматриваемого элемента информации.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДОБЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

1.3. Специальные технические средства

Одним из непосредственных результатов обсуждения понятия конфиденциальной информации является обобщённая схема направлений информационных угроз, представленная на рис 1.1. Очень часто пытаются получить информацию непосредственно у владельца (а). Однако, в ряде случаев это проще сделать на каналах информационной связи (б) или в местах получения информации пользователем (в).

Информация – понятие далеко не абстрактное. Она всегда имеет конкретную физиче-

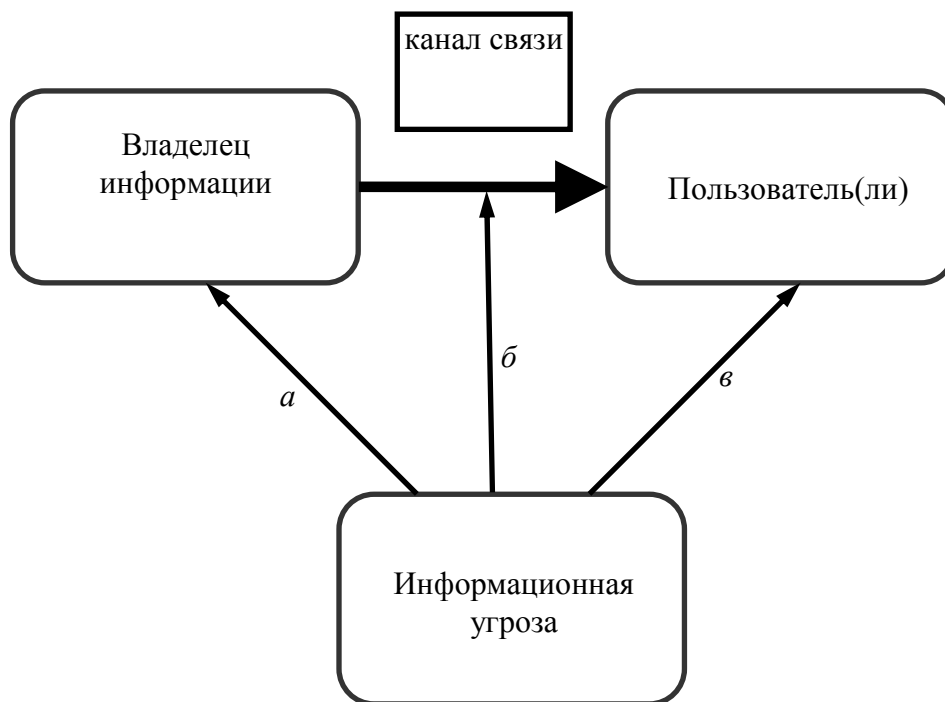


Рис. 1.1. Обобщенная схема информационных угроз.

скую форму своего проявления в зависимости от того, каким органом чувств воспринимает её человек: органом слуха; органом зрения тактильной системой; органом обоняния и пр. Применение технических средств не меняет при этом сути, однако значительно расширяет пределы её регистрации. Так например, невооружённый глаз человека не в состоянии видеть в условиях низкой освещённости, быстрых изменений изображений, существенно ограничена дальность “видения” с необходимым разрешением.

Совершенно иные возможности наблюдения возникают при использовании наблюдательных специальных приборов, приборов ночного видения и др.

Физическая форма проявления информации является основным первичным признаком классификации информации. Сравнить между собой информацию различных физических видов нельзя. Сопоставлять можно только конечные результаты на соответствующем системном уровне.

Наиболее часто на практике встречаются две физические формы проявления информации: акустическая (речевая), воспринимаемая органом слуха, и зрительная (сигнальная), воспринимаемая органом зрения человека. Второй вид очень обширен, целесообразно дальнейшее его видовое дробление – на объёмно-видовую и аналого-цифровую (рис. 1.2).

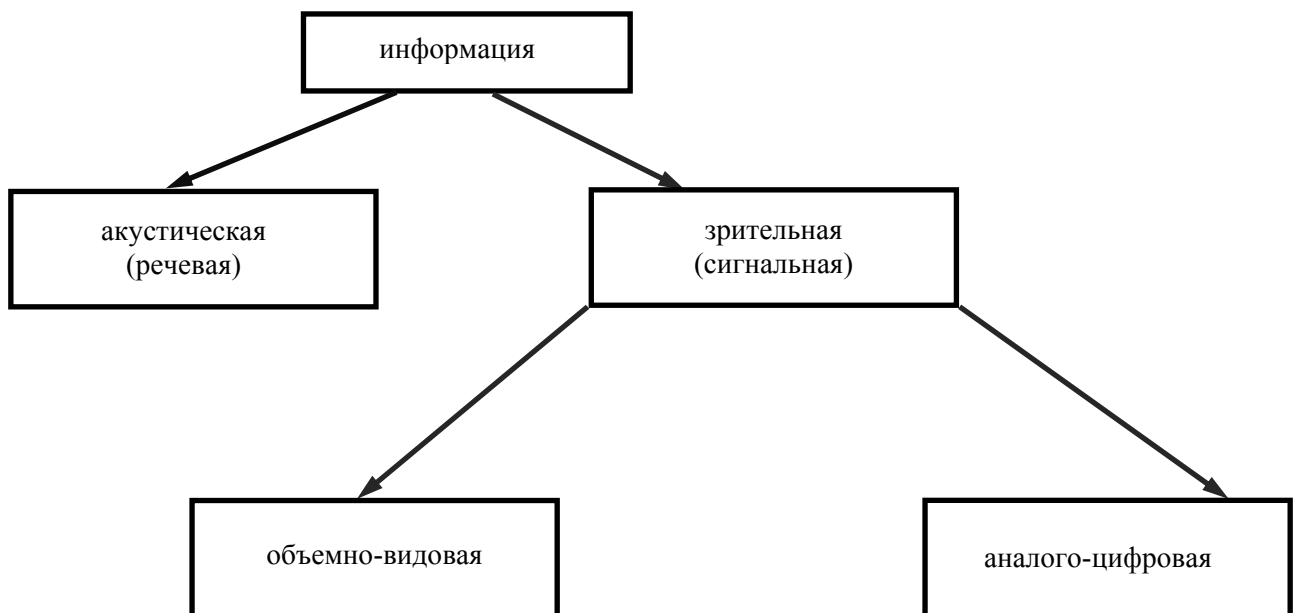


Рис. 1.2. Акустическая и зрительная формы проявления информации.

Примерами первой являются случаи непосредственного зрительного восприятия человеком окружающей обстановки как с использованием наблюдательных приборов, так и без них; чтение чертежей и документов на различных носителях. и др. Значительно более широкой является подгруппа аналого-цифровой информации, где участие органа зрения человека может носить выборочные контрольные функции. Примерами являются сигналы в телекоммуникационных сетях, символично-цифровая информация компьютерных сетей и пр.

Говоря о шпионаже, мы подразумеваем несанкционированное получение конфиденциальной информации.

Информационная угроза – это способ получения конфиденциальной информации в конкретной физической форме её проявления. Таким образом, речь идёт при этом не об информации вообще, а только той её части, которая представляет собой коммерческую или государственную тайну в определённой физической форме проявления. Конкретную реализацию информационной угрозы с указанием необходимых специальных технических средств (СТС) часто называют сценарием.

Так, например, акустический (речевой) контроль помещений может осуществляться путём использования вносимых радиомикрофонов, специальных проводных систем с выносным микрофоном, стетоскопов, вносимых диктофонов и т.п. Всё это – различные сценарии акустической (речевой) угрозы.

Информационная угроза, как уже отмечалось, имеет векторный характер, она направлена на определённые места и цели. Как правило это объекты концентрации конфиденциальной информации, т.е. помещения, где ведутся важные разговоры; архивы хранения информации; линии внешней и внутриобъектовой кабельной и беспроводной связи; места обработки (в т.ч. компьютерной) информации; служащие с высоким должностным положением и т.п.

Совокупность целей информационных угроз образует пространство информационных угроз.

Физическая форма проявления информации и пространство информационных угроз с его типовыми составляющими (помещения, каналы связи, служащие) определяют сложившуюся к настоящему времени тактическую классификацию специальных технических средств (СТС).

Основных видов СТС – 10. Перечень их утверждён Постановлением Правительства РФ № 770 от 1 июля 1996 г. [9].(рис. 1.3). Дадим короткую характеристику каждому из тактических видов, СТС.

1. Специальные технические средства получение акустической (речевой) информации.

Речь идет о технике подслушивания разговоров, происходящих в помещениях или на открытом воздухе (на улице, территории предприятия, в парке и т.п.

Традиционная номенклатура этих средств включает в себя вносимые или заранее устанавливаемые радиомикрофоны; специальные проводные системы (в т.ч. волоконные) с выносными микрофонами, использование существующих слаботочных и силовоточных сетей, стетоскопы с проводной или беспроводной передачей информации; вносимые диктофоны; направленные микрофоны; лазерные средства контроля микровибраций оконных стёкол и др.

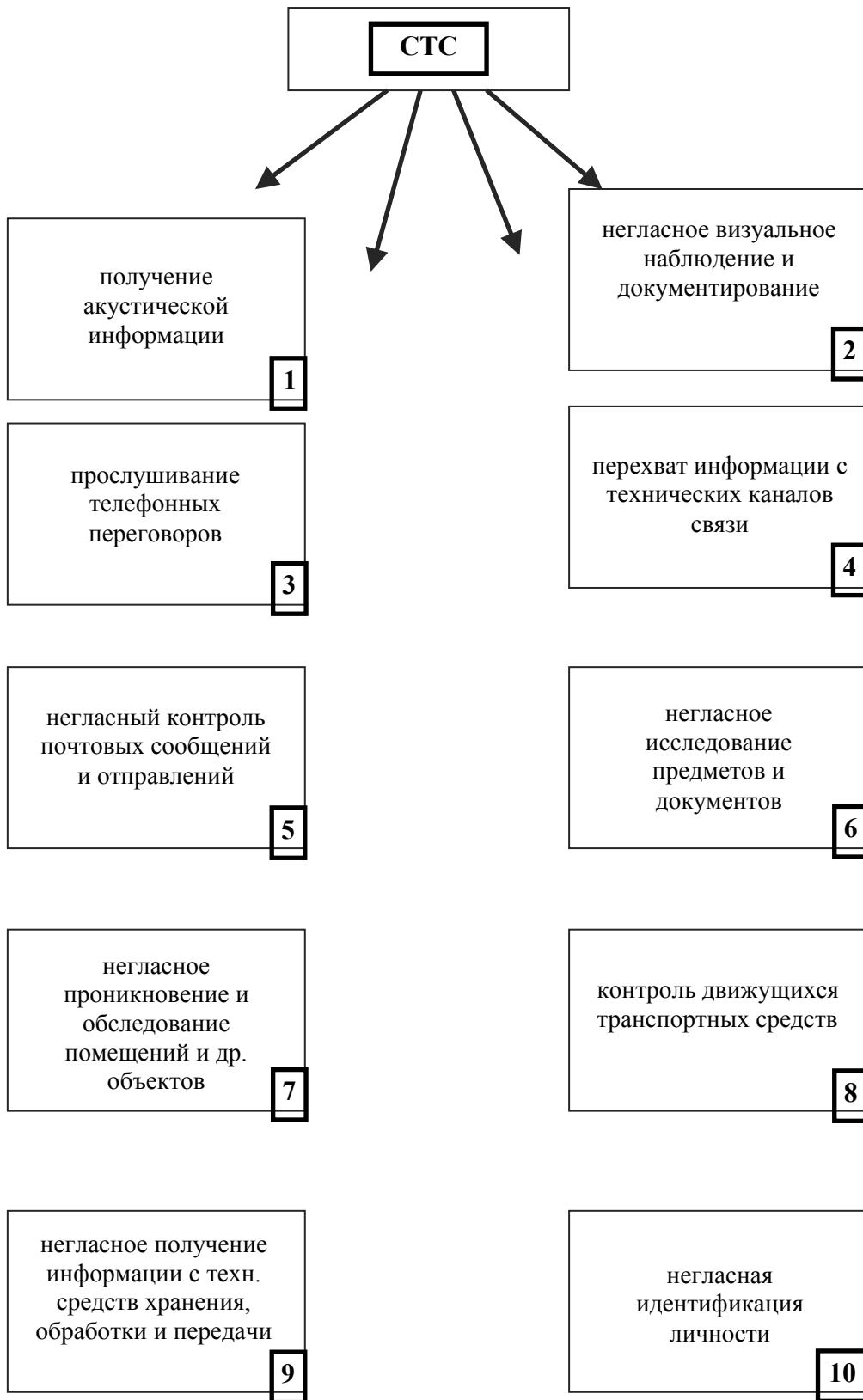


Рис. 1.3. Перечень специальных технических средств, утверждённых Постановлением Правительства РФ № 770 от ** июня 1996 г

2. Специальные фото, видео и оптические системы.

Предназначены для негласного наблюдения и документирования внешней обстановки как в дневное, так и ночное время суток; дистанционного чтения и копирования документов; получения установочных данных о маршрутах движения, видах продукции и т.п. Эти и другие тактические задачи решаются с помощью наблюдательных специальных приборов, приборов ночного видения, скрытых фото и телекамер со “зрачками” малого диаметра и др.

3. Техника перехвата телефонных разговоров.

Позволяет решать задачи несанкционированного прослушивания телефонных линий с использованием контактного подключения либо бесконтактных датчиков (сенсоров); контролировать разговоры достаточно большого числа объектов, используя современные компьютерные возможности записи речевой информации.

4. Специальные технические средства для перехвата и регистрации информации с технических каналов связи.

Разнообразие современных каналов связи породило разнообразие специальных технических средств, предназначенных для перехвата акустической и сигнальной информации с них.

Номенклатура СТС рассматриваемого тактического вида включает в себя:
средства радиомониторинга и перехвата информации с каналов внутриобъектовой и межобъектовой радиосвязи
технику контроля каналов пейджинговой связи;
технические средства перехвата информации с каналов сотовой связи;
средства перехвата информации с каналов телексной связи;
средства перехвата факсимильных сообщений.
специальные технические средства получения информации с проводных сетей, служебных коммуникаций и каналов межкомпьютерной связи.

5. Специальные технические средства для контроля почтовых сообщений и отправок.

Назначение этих средств - обеспечить негласный просмотр (чтение) почтовых сообщений, при необходимости осуществить копирование или подделку документов. Технические средства включают в себя соответствующий инструмент для вскрытия конвертов (упаковок) и их последующего восстановления; технические (оптоэлектронные) и химические (просветляющие составы) средства преодоления конвертовой защиты; маркерную и др. технику.

6. Специальные технические средства для негласного исследования предметов и документов.

В данную видовую категорию СТС включают обычно криминалистическое оборудование, представляющее собой технику фиксации и изъятия следов; получения вещественных доказательств; технику дактилоскопирования и др.

7. Специальные технические средства для негласного проникновения и обследования помещений, транспортных средств и других объектов.

Можно выделить три разновидности СТС данного тактического вида:
 специальный режущий и монтажный инструмент;
 технические средства и комплексы диагностики запирающих и блокирующих устройств;
 специальные технические средства и приспособления для преодоления запирающих устройств, блокирования систем сигнализации.

8. Специальные технические средства для негласного контроля за перемещением транспортных средств и др. объектов.

Основная цель применения специальных технических средств данной категории – установить маршруты движения людей и транспортных средств, а также местонахождение объектов наблюдения.

Решаются подобные задачи с применением специальных радиомаяков, размещаемых на объектах слежения, с применением технических средств их дистанционной пеленгации. Существует практика использования маркерной техники с применением короткоживущих радионуклидов.

9. Специальные технические средства для негласного получения (уничтожения) информации с технических средств её хранения, обработки и передачи.

Современный рынок открытых отечественных и зарубежных предложений позволяет выделить несколько разновидностей СТС данной тактической категории.

специальные сигнальные радиопередатчики, размещаемые в средствах вычислительной техники, модемах и др. устройствах, передающих информацию о режимах работы (паролях и пр.) и обрабатываемых данных ;

технические средства контроля и анализа побочных излучений от ЭВМ и компьютерных сетей;
 специальные средства для экспресс копирования информации с магнитных дискет или разрушение (уничтожение) её.

Самостоятельный раздел образуют т.н. программные методы разрушения (уничтожения) информации.

10. Специальные технические средства для негласной идентификации личности.

К данной категории относят обычно:

- анализаторы стрессов и полиграфы;
- устройства для медико-биологического и биохимического мониторинга личности;
- идентификаторы голосов, почерков, отпечатков пальцев и др.

1.4. Основные тактико-технические параметры средств информационной разведки.

Среди множества используемых на практике тактико-технических характеристик СТС всегда необходимо выделять основные, от которых зависит решение по их применению. Таких характеристик, по крайней мере, четыре:

- показатель качества (объёма) получаемой информации;
- стоимость СТС;
- показатель скрытности информационной угрозы ;
- показатель уликности СТС.

Показатель качества информации играет ключевую роль в реализации планов шпионажа. На практике этот показатель задаётся не одним, а по крайней мере 3 числами; динамическим диапазоном D по входному сигналу; скоростью C получения данных по каналу информационного хищения и длительностью T времени функционирования СТС.

Во многих случаях вместо этих трёх чисел можно с определёнными оговорками, использовать одно, являющейся мерой объёма получаемой Ω информации

$$\Omega = D \cdot C \cdot T. \quad (1.1)$$

Чем больше величина Ω , тем эффективнее данное СТС.

Пример. Сопоставим два технических средства получение акустической информации: вносимый в помещение контроля радиомикрофон и специальную проводную систему с выносным микрофоном.

Примем условно, что динамический диапазон радиомикрофона $D = 20$ дБ. выносного проводного микрофона $D = 40$ дБ. Скорость C получения информации в обоих случаях примем одинаковой и равной ширине полосы принимаемых частот $\Delta F = 3$ кГц.

Время T функционирования зададим равным до 2-х суток непрерывной работы для радиомикрофона и более 1 месяца для проводной системы с выносным микрофоном. Используя формулу (1.1), получим, что по объёму информации Ω проводная система с выносным микрофоном более чем в 30 раз будет лучше. Решающую роль при этом сыграло время T функционирования СТС.

Существует много факторов, реально определяющих время T непрерывного функционирования СТС. К ним относятся ограничения по надёжности, скрытности и др.

Скрытность информационной угрозы определяет степень отличие используемого СТС от окружающей среды.

Чем больше скрытность, тем больше оснований считать информационное проникновение негласным.

Различают три различных вида скрытности угроз – *энергетическую, информационную, и физическую.*

Энергетическая скрытность определяется тем, насколько сильно энергетически выделяется угроза на фоне окружающей среды. При этом не важно, какую физическую природу имеет эта энергия – радиоволны, акустические или вибрационные поля, поля оптического диапазона частот и т.п.

Пример. Предположим, что в информационно значимое помещение вносится и маскируется там радиомикрофон. В процессе передачи акустической (речевой) информации он создаёт вокруг себя радиоволновое поле, которое до определенного расстояния от него будет выделяться на общем радиоволновом поле в той или иной полосе частот, т. е. в определенных спектральных участках и их совокупности.

Информационная скрытность характеризует степень защищённости канала утечки информации от случайного перехвата извне и “расшифровывания” контролируемой информации.

Физическая скрытность определяется тем, насколько сильно отличается от окружающей среды канал утечки информации по физическим и физико-химическим характеристикам таким, как металлосодержащие, массовая или электронная плотность, наличие полупроводников, волновые сопротивления и другие.

Например, обычная ручка будет отличаться от специальной такого же внешнего вида тем, что в последней есть радиомикрофон, содержащий в частности, полупроводниковые элементы. Они выявляются нелинейной локацией.

Физическая скрытность часто делится на подвиды в зависимости от того, какие физические, физико-химические и даже физиологические характеристики используются. Так, например, говорят об органолептической скрытности (скрытность по запаху, цвету и пр.), скрытности по плотности, металлосодержанию и пр.

Время T реальной работы СТС будет зависеть от их скрытности. При отсутствии жёстких энергетических ограничений это время может приближаться к среднему времени поиска данного СТС по его отличиям от окружающей среды.

Не существует абсолютно скрытых каналов утечки информации. Можно говорить лишь о той или иной степени их скрытности.

Выявление (обнаружение) каналов утечки информации может иметь одно из двух различных последствий. Либо мы находим точно источник опасности или источник угрозы (двигаясь например, вдоль специальной несанкционированной кабельной линии с микрофоном), получая основу для возмещения ущерба (или контрдействий), либо сталкиваемся с отсутствием доказательств того, от кого исходила угроза. В первом случае говорят об уликовости угрозы, во втором – об отсутствии таковой.

Уликовости угрозы – это совокупность признаков, позволяющих идентифицировать источник информационной опасности.

В отличие от рассмотренных выше функциональных характеристик, стоимость СТС является экономическим показателем. Однако, ее роль в принятии окончательных решений по реализации угрозы немалая. Вообще говоря, более правильно говорить обо всех совокупных затратах, включающих в себя стоимость СТС, его установку на объект контроля, расходы по оборудованию пункта контроля (при необходимости), эксплуатационные расходы, и др.

Так, например, если стоимость лазерного средства контроля микровибраций оконных стёкол составляет порядка \$20–30 тыс., то совокупные расходы, связанные с реализацией такого вида информационной разведки будут существенно больше, включая в себя:

- аренду и оборудования помещения КП;
- использование труда высокооплачиваемых специалистов по оптоэлектронике, контролеров и пр.

Можно ли сопоставлять СТС друг с другом, существуют ли правила выбора наилучшего из них?

Общепринятых методик решения подобных задач нет. Частные авторские рекомендации сводятся к следующим:

Во-первых, сопоставлять можно только СТС в пределах одного и того же тактического вида, например, СТС только для акустического контроля, или СТС только для перехвата телефонных разговоров и т.п.

Во-вторых сопоставлять можно только СТС, предназначенные для контроля информации в пределах одной и той же части пространства угроз. Например, СТС только для проникновения в помещение или каналы связи или получение информации от служащих.

При выполнении этих требований возможно сравнение СТС с использованием одной числовой характеристики, называемой коэффициентом α приоритетности СТС.

$$\alpha \cong \lambda \Omega b, \quad (1.2)$$

где Ω – величина прогнозируемого объёма информации, определяемая по (1.1), причем время T непрерывной работы должно замениться на время реальной работы (с учётом скрытности); b – совокупные затраты на реализацию угрозы с применением рассматриваемого СТС; λ – некоторый коэффициент, характеризующий среднюю стоимость бита информации и зависящей от категории зоны проникновения.

В качестве примера рассмотрим СТС для акустического контроля помещений. Сопоставим между собой вносимый радиомикрофон и лазерную систему контроля микровибраций оконных стёкол. Скорость передачи речевой информации для них примем одинаковой и равной $C = \Delta F = 3 \text{ кГц}$.

Динамический диапазон D радиомикрофона будем считать равным 40 дБ, а динамический диапазон лазерной системы 10 дБ.

Длительность T работы радиомикрофона с автономным питанием примем условно равной 10 суткам (имеется канал дистанционного управления ДУ), предположив его достаточно скрытым, в первую очередь энергетически. Такая ситуация возникает, в частности, при использовании радиомикрофонов с шумоподобными сигналами.

Длительность T работы лазерного средства примем условно равной одному году, однако, с учётом невозможности его работы при наличии гидрометеоров (дождь, снег) реально принять её равной 150 суткам. Помещение одно и то же, следовательно, λ одинаково и его можно не учитывать.

Стоимость b радиомикрофона и соответствующего радиоприёмника примем равной \$2000. Стоимость лазерного средства с затратами на применение – \$100000. В этих условиях в соответствии с (1.2) коэффициент α приоритетности радиомикрофона окажется почти в 15 раз больше коэффициента приоритетности лазерной системы.

Если СТС не два, а несколько, то для каждого можно рассчитать величину α и на её основе построить спектр информационных угроз, где по одной оси – номер угрозы (СТС), а по другой – величина соответствующего α .

1.5. Технологическая классификация специальных технических средств (СТС).

Верхний уровень классификации СТС, предназначенных для негласного получения информации, формируется по трём достаточно устойчивым по “времени своей жизни” признакам (рис. 1.4).

- по технологии применения;
- по схемам и способам использования энергии;
- по видам каналов передачи информации.

Как видно из рис. 1.4, различают *три основных вида* технологии использования СТС для получения информации, причем независимо от физической формы проявления.

Первый образуют вносимые и быстро устанавливаемые технические средства. Одни из них предназначены для регистрации звуков речи, другие – для получения видовых изображений или цифровых (сигнальных) данных о работе имеющихся вычислительных средств и средств оргтехники, средств связи, телекоммуникаций и пр. Как правило, это не очень дорогие средства кратковременного целевого назначения, представляющие собой автономные или сетевые радиозакладки в виде авторучек, пепельниц, калькуляторов, картона, “забытых” личных вещей, стандартных элементов телефонных аппаратов или линий. Они могут быть в виде стандартных

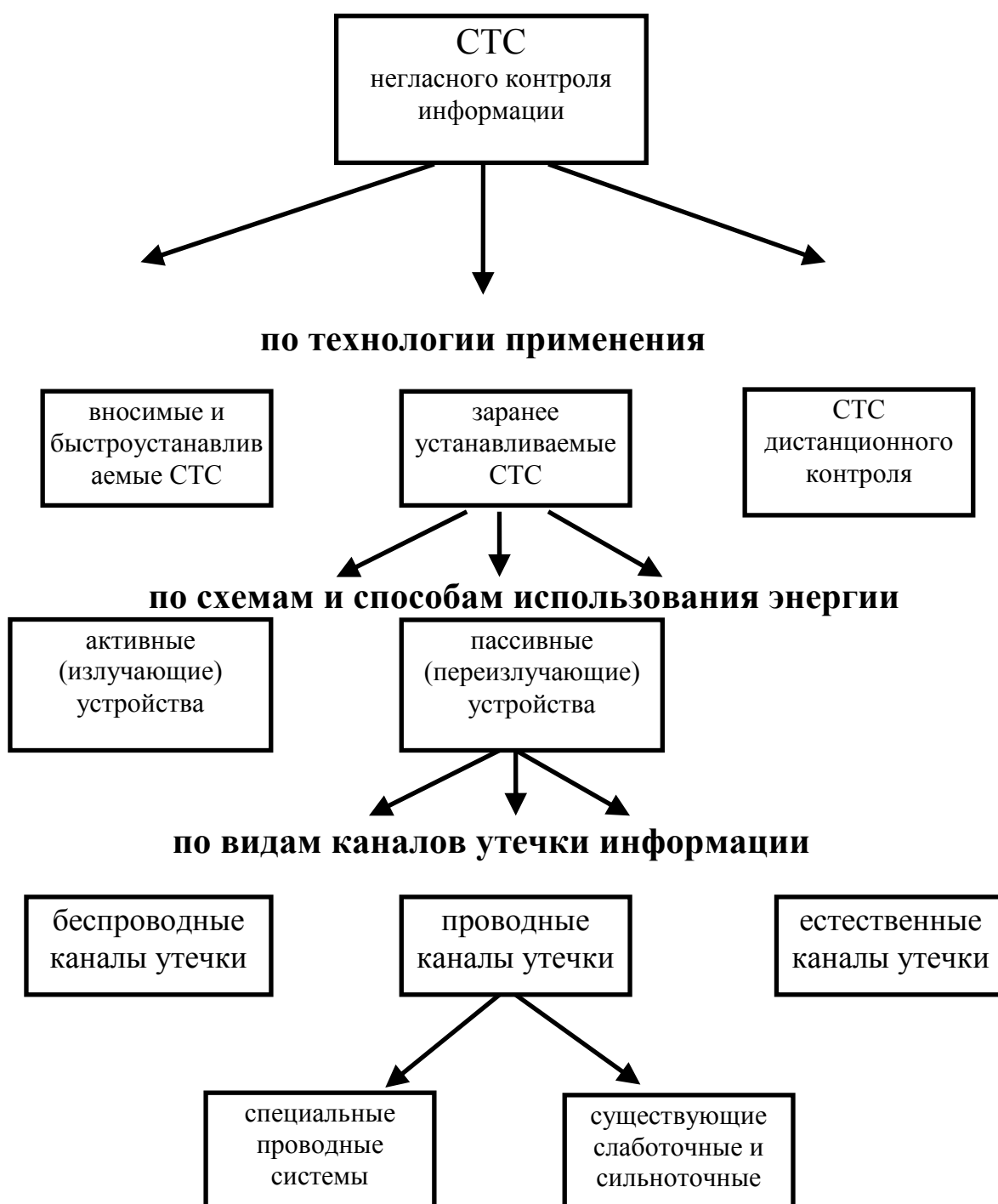


Рис. 1.4. Классификация СТС, предназначенных для негласного получения информации

вилков, разъёмов и т. п. существующих силовых и слаботочных линий. К этой же категории средств относятся различные варианты миниатюрных диктофонов, микрокамер, телекамер и пр

Вторую технологическую группу формируют специальные технические средства, заранее устанавливаемые на объектах контроля, например в период капитального или косметического ремонта. К этой категории относятся:

- специальные проводные средства с микрофонами;
- “глубоко” закамуфлированные радиозакладки (например, в вычислительной технике);
- средства акустического или видеоконтроля через малые отверстия в ограждающих конструкциях;
- автономные радиомикрофоны или оптоэлектронные микрофоны с вынесенными излучающими элементами и др.

Как правило, эти средства более дорогие и предназначены для долговременного контроля.

И, наконец, *третью* группу образуют специальные технические средства, которые предназначены для перехвата (получения) информации на некотором расстоянии от её источника: разнообразные регистраторы виброакустических колебаний стен и труб (систем отопления), возникающих при разговоре в помещении;

регистраторы ослабленных акустических полей, проникающих через естественные звуководы (например, системы вентиляции);

регистраторы побочных излучений от работающих ЭВМ;

направленные и высокочувствительные микрофоны для контроля речевой информации от удалённых источников;

средства дистанционного – визуального или видеоконтроля;

лазерные средства контроля вибраций оконных стекол и др.

Каждую, из указанных на рис. 1.4, технологических категорий можно, в свою очередь, разделить на две группы в зависимости от схемы и способа использования энергии:

активные (излучающие) СТС

пассивные (переизлучающие) СТС

Рассмотрим более подробно этот уровень классификации СТС совместно с другим – по видам каналов утечки информации.

Активные (излучающие). Обратимся к обобщенной схеме активного СТС, представленной на рис. 1.5

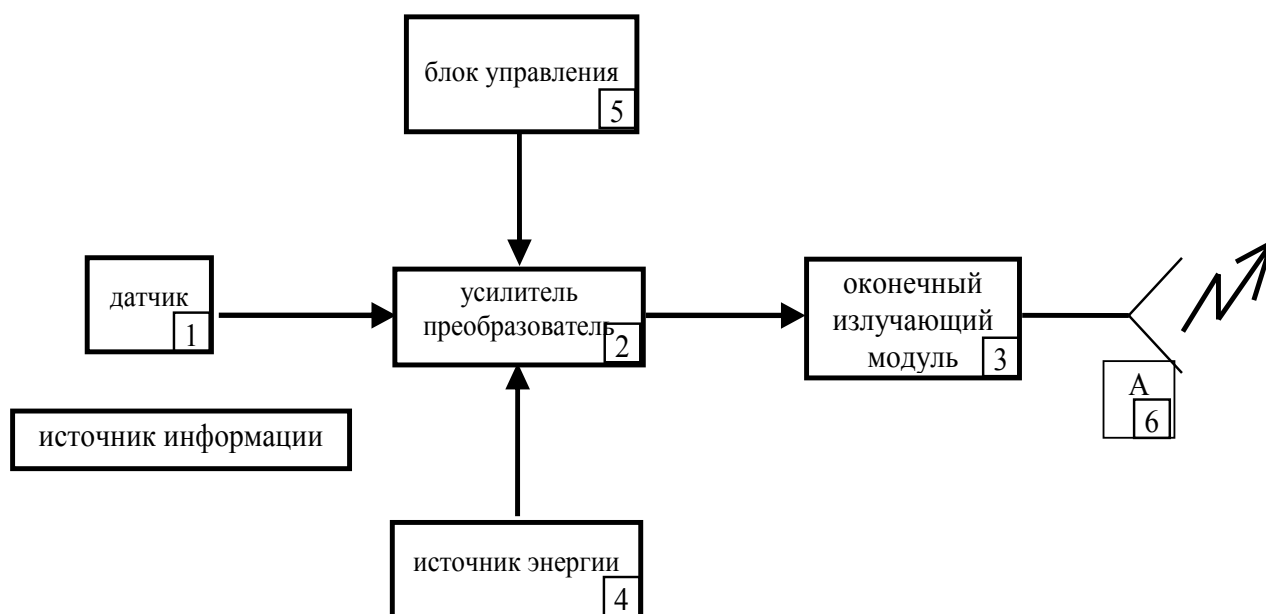


Рис. 1.5. Обобщенная схема активного СТС.

Обязательным элементом всех СТС является датчик или сенсор контролируемой информации (1), который преобразует информацию в конкретной физической форме ее проявления в электрический сигнал.

В случае СТС для акустического контроля этим датчиком является микрофон, чаще всего электретный, или пьезоэлектрический преобразователь (при регистрации вторичных звуковых эффектов, например, вибраций стен, труб и др.)

Низкочастотный электрический сигнал, повторяющий форму звукового сообщения, поступает далее на усилитель-преобразователь (2). Здесь осуществляется усиление сигнала и преобразование его в ту или иную форму, удобную для последующей передачи информации. Форма может быть аналоговой или цифровой. Соответственно, говорят об аналоговой или цифровой форме передачи информации. Этот же модуль (2) осуществляет преобразование сигнала в тот или иной вид модуляции используемого излучения

Основным отличительным элементом активных СТС является окончательный излучающий модуль (3), представляющий собой генератор излучения и соответствующую антенну (А).

Для классификации СТС необходим учёт физической природы используемого излучения и вид канала связи или канала передачи информации

Если канал передачи представляет собой провод, то модуль (3) является усилителем или генератором электрических колебаний. Передача информации идет по этому проводу. Им может быть провод электросети, провод охранно-пожарной сигнализации. Возможно применение автономного, специального положительного провода. Не исключается и оптоволоконный кабель, тогда модуль (3) будет являться источником оптического излучения. Все СТС такого типа называют проводными.

Если канал утечки информации беспроводной, то модуль (3) будет представлять собой генератор достаточно высокочастотных колебаний. Это могут быть радиоволны (как правило, УКВ-диапазона), либо волны оптического (инфракрасного – ИК) диапазона частот.

Активное СТС, использующее радиоволны, часто называют радиозакладкой, а в случае акустического контроля – радиомикрофоном (или “жучком”).

Активные СТС, использующие волны оптического диапазона частот, называют опто-электронной закладкой.

В составе активного СТС (рис. 1.5) находится блок управления (5). Простейшая его функция – включение или выключение излучения. Команда для этого может поступать извне (вариант дистанционного управления или ДУ), либо это может происходить автоматически, например, по сигналу разговора (вариант акустопуска). Существование такого блока управления способствует повышению энергетической скрытности СТС и экономит энергию, поступающую от источника энергии (4).

Применяются два способа обеспечить энергией нормальную работу активных СТС. Один из них связан с использованием автономных источников тока – батарей или аккумуляторов. Про такие СТС часто говорят, что они автономные.

Применяется на практике и другой способ – подключиться к существующей энергосети (электрической и телефонной). В этом случае обеспечиваются условия для долговременного функционирования канала утечки информации.

Пассивные (переизлучающие) СТС. В отличие от активных СТС, эти устройства не излучают дополнительную энергию и, следовательно, имеют повышенную энергетическую скрытность. Примерами являются лазерные средства контроля микровибраций оконных стёкол или специальных оптических отражателей– модуляторов (внедренных в контролируемое помещение).

Известны случаи применения пассивных радиотехнических устройств. Много лет назад одно из таких устройств было найдено в посольстве США в Москве.

Другими примерами типичных пассивных СТС являются: приборы ночного видения с использованием подсветки в инфракрасном (ИК) диапазоне частот; проводные системы контроля с использованием высокочастотного навязывания в телефонных линиях или электросети и др.

Несмотря на различные диапазоны частот используемого электромагнитного излучения, принципы организации контроля информации в этих системах едины (рис. 1.6).

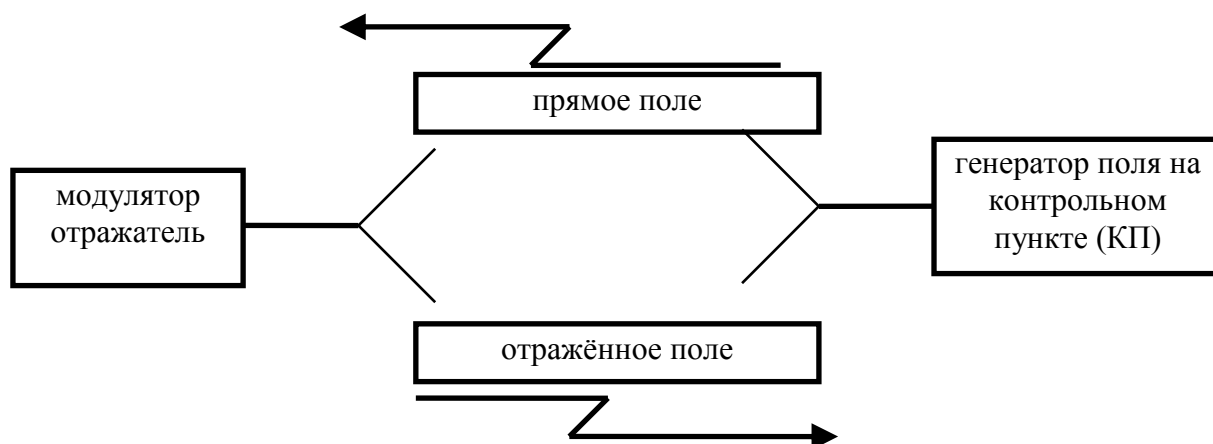


Рис. 1.6. Единый принцип организации контроля информации

С удаленного контрольного пункта (КП), находящегося на определенном расстоянии от объекта, в сторону контролируемого объекта направляется достаточно мощное высокочастотное поле (прямое поле). Достигая объекта, и, в частности СТС, поле отражается от него и окружающих предметов и частично возвращается обратно на КП (отраженное поле). Отраженное поле несет в себе информацию об отражательных и рассеивающих свойствах объекта контроля. Если используется искусственный отражатель–модулятор, то отраженное поле приобретет небольшую модуляцию, повторяющую форму колебаний модулятора, например в звуковом диапазоне частот. Эта модуляция (амплитудная, фазовая, частотная или по углу прихода поля) выявляется на КП.

Следует подчеркнуть, что сами модуляторы (отражатели пассивных СТС) энергетически скрытны. Однако прямое поле, идущее от КП, в случае беспроводных систем энергетически не скрытно.

Обсуждая сценарии пассивных каналов утечки информации, следует указать еще на один их групповой вид со специальной тактикой применения. Это вносимые диктофоны, специальные видеоманитофоны и т.п. В более общей формулировке – накопители информации.

Диктофоны, например, позволяют не только документировать разговор, но при необходимости быть инструментом более активной информационной роли. В руках профессионалов диктофоны позволяют при использовании анализаторов стрессов голоса проводить конспиративно психофизиологическое тестирование собеседников, фиксируя стрессы в моменты неискренности.

К пассивным СТС формально можно отнести практически все средства перехвата информации на естественных или искусственных каналах связи.

Все они энергетически скрытны; как правило, скрытны физически и относительно безуликовы.

Наиболее просты в функциональном отношении средства перехвата телефонных и радиосообщений.

Перехват радиосообщений выполнит любой радиоприемник, имеющий нужный диапазон радиочастот. Сложность проявляется в случае применения кодированных сообщений.

Особых трудностей не вызывает и перехват телефонных сообщений на линии связи. Можно, в частности, гальванически (контактно) подключиться к линии; можно осуществить это индукционным способом (бесконтактно). В первом случае обеспечивается максимальная пропускная способность канала перехвата информации, но неизбежные при подключении изменения импеданса линии создают опасность выявления факта подключения. Во втором случае факт несанкционированного подключения к телефонной линии выявить практически невозможно, но плата за это – уменьшение пропускной способности канала перехвата телефонных сообщений.

Наиболее сложными являются средства перехвата информации на естественных каналах связи.

Обратимся для пояснений к примерам.

Пример 1. Предположим, что конфиденциальный разговор проводится не в помещении, а на открытом воздухе – на территории объекта, в парке на улице, и др. подобных местах. Подойти близко нельзя. Услышать и записать беседу на диктофон невозможно, мешают помеха либо внешняя (акустическая), либо внутренняя аппаратурная (не хватает чувствительности).

В шумных условиях используют направленные микрофоны, которые подавляют акустические поля с боковых и тыльного направлений.

В тихих условиях используют слабонаправленные, но высокочувствительные микрофоны.

Пример 2. В помещении проводится конфиденциальный разговор, но есть доступ к стене со стороны смежного помещения. В процессе разговора звуковое поле порождает виброколебания стены, которые можно зарегистрировать контактным способом с помощью специального прибора – стетоскопа.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ ВИДОВ РАЗВЕДКИ

2.3. Характеристика разведывательной деятельности

2.3.1 Основные понятия

Вопросы защиты информации можно охарактеризовать как постоянный симбиоз сохранения «своей» информации и добывания «чужой». Для защиты информации от злоумышленников необходимо изучить методологию разведывательной деятельности.

Разведывательная деятельность – это добывание какой-либо интересующей информации. Смысл разведывательной деятельности (далее – разведки) заключается в следующем: Добывание информации (политической, экономической, военной) для принятия стратегических, оперативных или тактических решений в соответствующих областях деятельности. Получение преимущества над противником из-за использования его информации в своих целях.

Разведка может вестись с помощью легальных, полуполюгальных и нелегальных методов. Легальные методы разведки– это исследование публикаций в СМИ (в том числе электронных СМИ – Интернет, телевидение, радио), участие в различных конференциях, анализ общественно-политических, научных и технических изданий, посещение выставок и использование подобных совершенно открытых источников.

Полуполюгальные методы разведки – это разговоры с сотрудниками в неофициальной обстановке, заведомо ложные конкурсы и переговоры, получение информации от общих клиентов, поставщиков, через контролирующие органы.

Нелегальные методы разведки – похищение образцов продукции и оборудования, похищение, копирование, подмена, ознакомление, уничтожение документов с интересующей информацией, съем информации по техническим каналам, проникновение в ЛВС, внедрение агентов, проникновение на территорию и так далее.

Разведывательной деятельности присущи следующие характеристики:

- разведка носит номинальный характер по отношению к достоверности добытой информации,
- разведка действует эшелонировано, допустима избирательная разведка,
- разведка носит координированный характер,
- разведка носит глобальный характер,
- разведка направлена на глобальные объекты.

— разведка, как правило, старается добыть секретную или конфиденциальную информацию. Но следует заметить, что получение секретной информации возможно при помощи анализа конфиденциальной или открытой информации.

Разведывательная деятельность присуща не только государствам, но и частным организациям. Целями разведки в таком случае являются добыча информации для облегчения конкурентной борьбы. Государственные интересы выражаются не только как сохранность государственной тайны, но и как лоббирование интересов своих крупных компаний, поэтому разведывательная деятельность государственных компаний и частных компаний переплетается. На защиту информации от конкурентов и контрразведывательную деятельность современные крупные западные компании тратят до 20% прибыли.

Экономическая разведка – это разведывательная деятельность, объединяющая в себе промышленную разведку и коммерческую разведку.

Промышленная разведка или промышленный шпионаж – это несанкционированное получение научно-технической и технологической информации предприятия, например схемы устройств, изобретения, технологические процессы.

Коммерческая разведка – это несанкционированное получение информации, составляющей коммерческую тайну предприятия. Коммерческая тайна – это информация, позволяющая ее обладателю при существующих или возможных обстоятельствах увеличить доходы, избежать неоправданных расходов, сохранить положение на рынке товаров, работ, услуг или получить иную коммерческую выгоду.

Информация, содержащая коммерческую тайну – это научно-техническая, технологическая, производственная, финансово-экономическая или иная информация (в том числе составляющая секреты производства (ноу-хау), которая имеет действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности ее третьим лицам, к которой нет свободного доступа на законном основании и в отношении которой обладателем такой информации введен режим коммерческой тайны.

2.3.2 Формы разведывательной информации.

Поскольку разведка занимается добыванием информации, необходимо рассмотреть формы ее представления, так как от формы зависят методы добывания информации, а следовательно, и на методы защиты.

Рукописная информация – это информация всегда имеет оригинал, но может иметь и копии. Копии могут быть созданы через копировальную бумагу, через бумагу – подложку, используемую при написании. Получить такую информацию можно и при ознакомлении с черновиком, так как он содержит даже больше информации, чем чистовик, из-за того, что некоторые сведения в чистовике отсутствуют.

Машинописная информация – устаревший тип информации, следы на лентах пишущих машинок. Многие пишущие машинки имеют одноразовые ленты, которые хранят оттиски печатаемых текстов.

Информация на *магнитных, оптических и электронных* носителях – это самая распространенная сейчас форма хранения информации, хранимая и обрабатываемая в разных электронных системах, таких как компьютеры, цифровая и аналоговая аудио и видео аппаратура. Устная информация – разговорная речь. Акустическая информация, существующая в момент разговора.

Представленные формы информации используются и в государственной, и в коммерческой разведках.

2.3.3 Каналы распространения информации.

Каналы распространения информации – это средства обмена информацией между объектами и субъектами отношений. Каналы распространения информации представим в таблице 2.1:

Таблица 2.1 Каналы распространения информации

Неформальные каналы	Формальные каналы
Личное общение (встречи, разговоры, переписка, телефонные разговоры, факсимиле, электронная почта).	Деловые встречи, совещания, переговоры.
Выставки, семинары, конференции	Обмен официальными деловыми и научными документами.
СМИ (печать, радио, телевидение, Интернет).	Средства передачи официальной информации (почта, телеграф, телефон, электронная почта).

2.4. Структура разведывательных служб бывшего Советского Союза.

В СССР существовали две мощные спецслужбы – Комитет государственной безопасности (КГБ) и Главное разведывательное управление (ГРУ) [10]. О работе КГБ было известно всем гражданам страны, так как ее деятельность была направлена на сохранение существующего строя и пронизывала все общество. Задачи ГРУ сводились к сбору информации о подготовке вероятного противника к войне и разведывательное обеспечение армии в ходе боевых действиях, поэтому о деятельности ГРУ стали говорить лишь после распада СССР. Деятельность ГРУ была направлена на внешнего противника.

2.4.1 Структура КГБ СССР.

Комитет государственной безопасности при Совете Министров СССР был с 1954 по 1991 год ответственен за обеспечение госбезопасности. В годы своей деятельности КГБ сочетал в себе функции контрразведки, внешней разведки и анализа получаемой информации, контрразведки в ВС СССР, охраны наземных и морских границ СССР, контроля ядерных вооружений, ведал правительственной связью и осуществлял охрану высших руководителей партии и государства.

К моменту распада Союза в КГБ входили следующие Главные управления (см. рис.2.1):

- 1-е Главное управление – занималось внешней разведкой и контрразведкой, анализ информации;
- 2-е Главное управление – занималось внутренней контрразведкой, борьбой с подрывными действиями против государства, промышленной безопасностью.
- Главное управление пограничных войск (ГУПВ) – занималось безопасностью границ;
- 8-е Главное управление – занималось разведкой связи, безопасностью средств связи, обеспечивала деятельность шифровальной службы.

Кроме Главных управлений, в КГБ существовали еще следующие управления:

- 3-е управление – занималось контрразведкой в ВС. Офицеры 3-го управления КГБ, отвечающего за контрразведку в армии, имелись во всех родах войск («особисты»). Они подчинялись только КГБ
- 4-е управление – занималось охраной и внутренней безопасностью посольств;
- 5-е управление – занималось защитой конституционного строя, под которым понималась борьба против инакомыслия;
- 6-е управление – занималось экономической безопасностью;
- 7-е управление – занималось наружным наблюдением;
- 15-е управление – занималось охраной государственных объектов;
- 16-е управление – занималось радиоперехватом и электронной разведкой: добыванием информации из линий связи других стран, перехватывало шифросообщения из легальных каналов связи и из разведывательных, с последующим дешифрованием, прослушиванием средств обработки информации в дипломатических представительствах зарубежных стран;
- Управление строительства военных объектов.

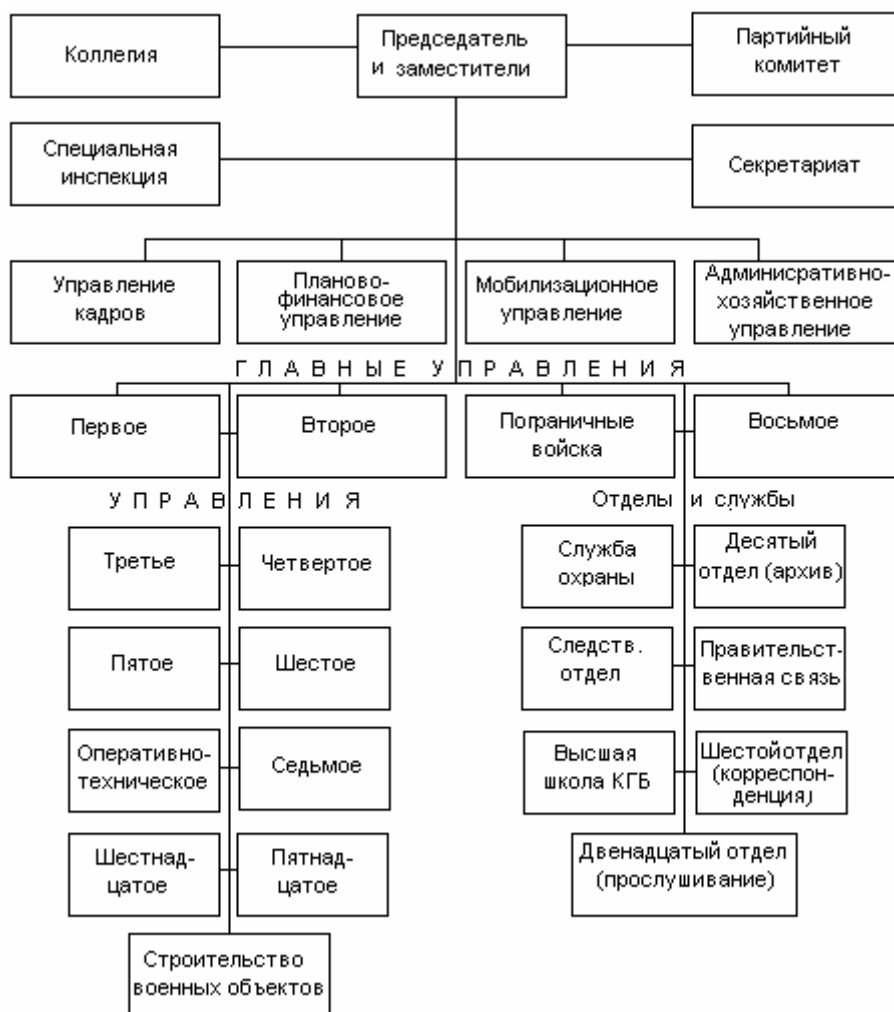


Рис. 2.1. Структура КГБ СССР.

1-е ГУ фактически являлось самостоятельным подразделением и размещалось отдельно, «в лесу», как говорили на сленге офицеры КГБ (см. рис.2.2).

Работа 1-го ГУ велась в следующих отделах:

1. США, Канада.
2. Латинская Америка.
3. Великобритания, Австралия, Африка, Новая Зеландия, Скандинавия.
4. Восточная Германия, Западная Германия, Австрия.
5. Страны Бенилюкса, Франция, Испания, Португалия, Швейцария, Греция, Италия, Югославия, Албания, Румыния.
6. Китай, Вьетнам, Лаос, Камбоджа, Северная Корея.
7. Таиланд, Индонезия, Япония, Малайзия, Сингапур, Филиппины.
8. Неарабские страны Ближнего Востока, включая Афганистан, Иран, Израиль, Турцию.
9. Англоговорящие страны Африки.
10. Франкоговорящие страны Африки.
11. Контакты с социалистическими странами.

12. Регистрация и архивы.
13. Электронный перехват и операции против шифровальных служб западных стран.
14. Индия, Шри-Ланка, Пакистан, Непал, Бангладеш, Бирма.
15. Арабские страны Ближнего Востока, а также Египет.
16. Эмиграция.
17. Контакты с развивающимися странами.

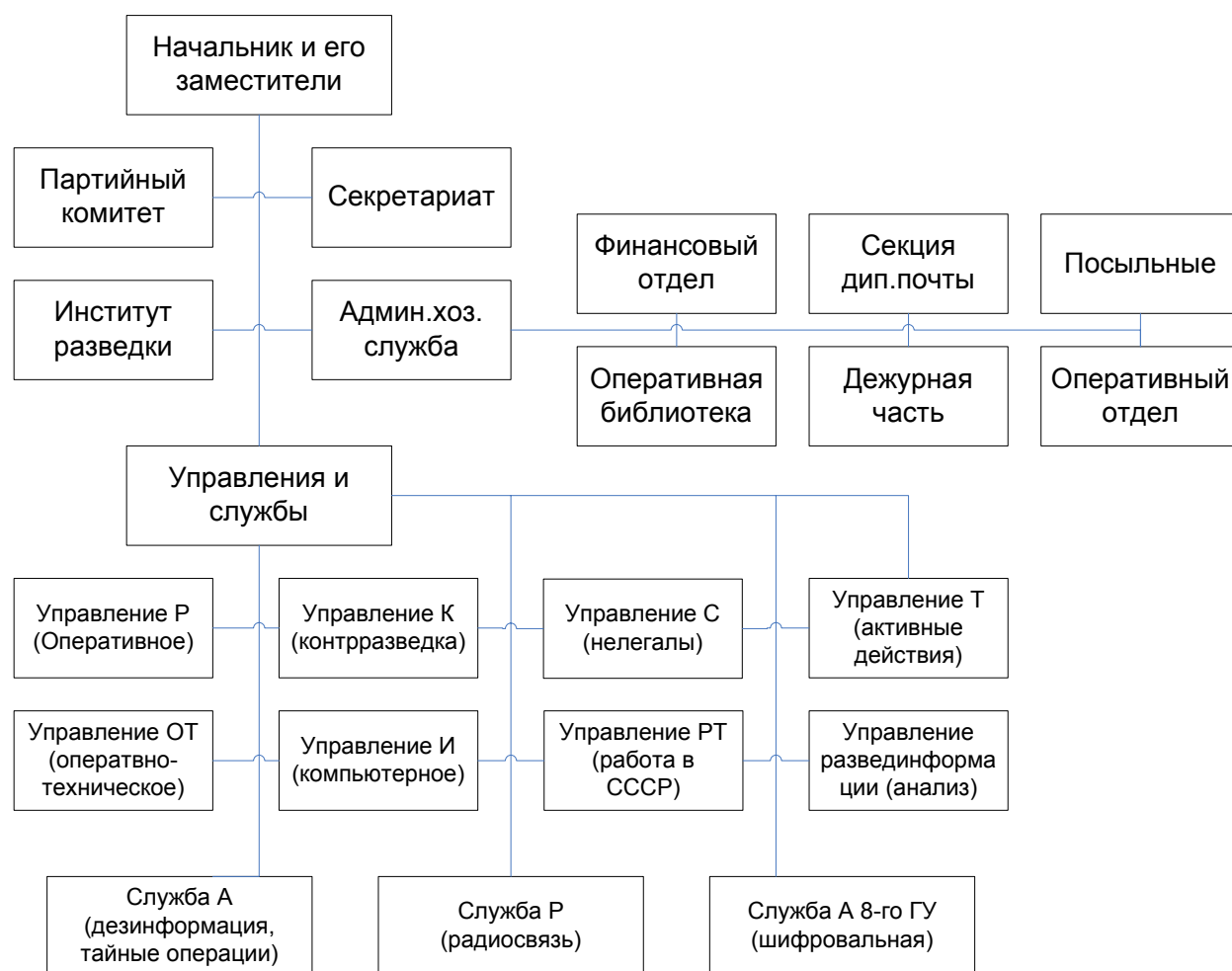


Рис. 2.2. Структура 1-го ГУ КГБ.

2.4.2 Структура службы внешней разведки

После распада СССР 16-е управление и служба правительственной связи были реорганизованы в Федеральное агентство правительственной связи и информации (ФАПСИ) Российской Федерации. КГБ был преобразован в Федеральную службу безопасности (ФСБ). ФСБ является гораздо более прозрачной организацией, чем КГБ. Со структурой ФСБ и ее задачами можно ознакомиться на специальном сайте [11].

При реорганизации КГБ 1-е ГУ было преобразовано в Службу внешней разведки (СВР). В соответствии с новой доктриной России, внешняя разведка РФ отказалась от политики глоба-



Рисунок 2.3. Структура СВР РФ.

лизма, раздувания интересов. Служба действует только в тех регионах мира, где у России есть реальные интересы. Разведывательные задачи ставятся государством и сводятся к трем направлениям – политическая разведка, экономическая разведка, научно-техническая разведка.

Политическая разведка СВР направлена на получение упреждающей информации о политике ведущих государств мира на международной арене в отношении России, отслеживание кризисов в нестабильных регионах, которые могут угрожать России, о разработках новых видов, в том числе ядерных, вооружений. Структура СВР РФ представлена на рисунке:

Экономическая разведка СВР выполняет задачи защиты комических интересов России; получение секретных сведений о надежности торгово-экономических партнеров, деятельности международных экономических и финансовых организаций, затрагивающей интересы России, обеспечение экономической безопасности страны.

По линии *научно-технической разведки* задачи СВР остались практически прежними. Они заключаются в получении данных о новейших достижениях в области науки и техники, особенно военных технологий и технологий двойного применения, в интересах укрепления обороноспособности РФ. Организационная структура СВР РФ строится на основе закона «О внешней разведке».

Кардинальным отличием разведывательной деятельности современности стала политика координации усилий со службами разведки других стран, в отличие от политики соперничества. Это произошло из-за окончания холодной войны и ядерной конфронтации и появления новых угроз для России и других стран, например, терроризма. В то же время речь идет лишь о необходимой степени содействия и не исключает разведывательной работы на территориях других, даже дружественных, стран. Поэтому в отечественной практике создано *Бюро по связям с общественностью*.

2.5. Спецслужбы США.

2.5.1 Разведывательное сообщество США.

Стратегическая разведка США ведется четырнадцатью органами исполнительной власти США, образующими так называемое «Разведывательное Сообщество (Intelligence Community)». Работа Разведывательного Сообщества (РС) де-факто началась в 1947 году после принятия Закона «О национальной безопасности» (NSA – National Security Act), провозгласившего курс на «холодную войну» с СССР, но де-юре существование скоординированного РС было оформлено только в 1992 году (т.е. после распада СССР) Законом «Об организации разведки» (ЮА – Intelligence Organization Act). В соответствии с ЮА, в состав РС на федеративных принципах входят ЦРУ, 8 разведывательных органов Министерства обороны (85% всего бюджета РС) и 5 федеральных органов исполнительной власти.

Министерство обороны США представлено в РС следующими органами:

- DIA (Defense Intelligence Agency) – Разведывательное управление Министерства обороны (РУМО);
- NSA (National Security Agency) – Агентство национальной безопасности (АНБ);
- NRO (National Reconnaissance Office) – Национальное управление воздушно-космической разведки (НУВКР);

- NIMA (National Imagery and Mapping Agency) – Национальное агентство по геодезии и картографии (НАГК);
 - Army MI (Military Intelligence) – Войсковая разведка Армии США;
 - Air Force ISR (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance) – Службы разведки, наблюдения и перехвата ВВС США;
 - Naval Intelligence – Разведка ВМФ США;
 - Marine Corps Intelligence – Разведка Корпуса морской пехоты США;
- Помимо органов Министерства обороны, в РС входят:
- CIA (Central Intelligence Agency) – Центральное разведывательное управление;
 - INR (Bureau of intelligence and Research) – Бюро разведки и исследований (БРИ) Государственного департамента США (State Department);
 - OIS (Office of intelligence Support) – Управление разведывательного обеспечения печения (УРО) Министерства финансов (Department of Treasury);
 - IN (Office of Intelligence) – Управление разведки (УР) Министерства энергетики (Energy Department);
 - FBI (Federal Bureau of Investigation) – Федеральное бюро расследований (ФБР) Министерства юстиции (Justice Department);
 - Coast Guard Intelligence Element – Разведывательная составляющая службы береговой охраны (Coast Guard) Министерства транспорта (Department of Transportation).

Таким образом, “чистой” разведкой в РС занимаются только 5 федерат, пых органов исполнительной власти США: РУМО. АН Б, НУВКР, НАГк в ЦРУ. Остальные 9 организаций, входящих в РС, занимаются разведывательной деятельностью с целью обеспечения своих основных функций не имеющих прямого отношения к разведке, речь идет о некоем аналоге коммерческой разведки в интересах одного ведомства. Кроме перечисленных, в США имеются и некоторые другие организации и подразделения федеральных органов исполнительной власти, которые не входят в РС, но в той или иной степени занимаются разведкой и (или) контрразведкой с целью выполнения' отдельных задач в своей сфере деятельности.

Работу РС координирует директор центральной разведки (DCI – Director of Central Intelligence), который также является директором ЦРУ и главой Штаба РС (Intelligence Community Staff).

При Президенте США действуют следующие совещательные органы, имеющие отношение к разведке:

- National Security Council (NSC) – Совет по национальной безопасности (СНБ). В основной штат Совета входят: президент, вице-президент, госсекретарь, министр обороны, а также (на правах штатных советников) – начальник объединенного комитета начальников штабов (советник по обороне) и директор центральной разведки (советник по раз-

ведке). В расширенный штат Совета также входят министр финансов и советник президента по национальной безопасности. Основная функция Совета заключается в оказании помощи президенту США в выработке решений, связанных с национальной безопасностью.

- President's Foreign Intelligence Advisory Board (PFIAВ) – Президентский консультативный совет по внешней разведке (ПКСВР). В ПКСВР выдвигаются шестнадцать «выдающихся граждан, не входящих в правительство США, известных своими достижениями, опытом, независимостью и честностью». ПКСВР рассматривает вопросы качества и адекватности получаемой разведывательной информации, ее анализа и выработываемых на ее основе оценок, контрразведывательной деятельности и других разведывательных мероприятий. Члены ПКСВР имеют доступ ко всей разведывательной информации, собираемой РС США;
- Intelligence Oversight Board (IOB) – Наблюдательный совет по разведке (НСР). Состоит из трех человек, назначаемых президентом, один из которых является председателем НСР. Основная официально декларируемая задача НСР – контроль соблюдения законности в работе РС. Члены НСР могут входить (и, как правило, входят) в ПКСВР.

Оперативное управление РС осуществляет заместитель директора центральной разведки (ДЦР) по руководству сообществом (DDCI/CM – Deputy Director of Central Intelligence for Community Management). Работа DDCI/CM регламентируется Законом “О правах разведки” (Intelligence Authorization Act), принятым в 1997 году. В непосредственном подчинении DDCI/CM находятся:

- Помощник ДЦР по сбору информации (ADCI/C – Assistant DCI for Collection), он возглавляет национальный совет по сбору информации (NICB – National Intelligence Collection Board), в который входят руководители разведывательных структур, финансируемых в рамках NFIP отвечающих в своих учреждениях и организациях за сбор разведывательной информации;
- Помощник ДЦР по аналитической работе (ADCI/AP – Assistant DCI for Analysis and Production). Возглавляет Национальный совет по аналитической работе (NIAPB – National Intelligence Analysis and Production). По аналогии с NICB, в совет NIAPB входят руководители разведывательных структур, финансируемых в рамках NFIP, которые отвечают за ведение аналитической работы в соответствующих учреждениях и организациях;
- Старший администратор по закупкам (SAE – Senior Acquisition Executive). Он контролирует приобретение РС наиболее ответственных разведсистем, а также управляет закупками. Возглавляет Совет РС по закупкам (ICAC – Intelligence Community Acquisition Council);

- Административный директор по внутренним связям РС (ExDirICA – Executive Director for Intelligence Community Affairs), возглавляет Административный штаб сообщества (CMS – Community Management Staff) – технический орган, работающий в интересах ADCI/C, ADCI/AP и SAE с целью обеспечения последними выполнения возложенных на них ДЦР и его заместителем задач по управлению РС.

Административный штаб сообщества обеспечивает решение следующих задач РС:

- разработка и реализация стратегических планов РС;
- обеспечение учета интересов разведки в разрабатываемых федеральных программах и бюджетах;
- оперативное управление бюджетным процессом всего РС, включая оценку выполнения текущих программ и предоставление бюджетных запросов РС на утверждение президенту и Конгрессу США;
- соблюдение политики обработки информации, собираемой РС.

2.5.2 ЦРУ (CIA).

ЦРУ также называется Центральной разведкой. Учрежденное президентом Труменом в сентябре 1947 года для координации деятельности американской разведки, ЦРУ быстро превратилось в мощнейшую организацию, занимающуюся сбором и обработкой разведывательной информации и распространяющую по миру влияние США с помощью тайных операций. Подобно КГБ, ЦРУ после окончания "холодной войны" пережило этап сокращения ассигнований и сворачивания деятельности. Однако, в отличие от КГБ, распавшегося стараниями того же ЦРУ на несколько спецслужб, что не могло не сказаться на качестве разведработы, основные структуры ЦРУ были сохранены.

Согласно NSA, ЦРУ предоставляется исключительная самостоятельность.

Во-первых, ему выделяются средства, не предусмотрительные государственным бюджетом, причем за их использование ЦРУ не обязано отчитываться перед Конгрессом.

Во-вторых, в обход законодательства об эмиграции, Управление ежегодно имеет разрешение на натурализацию в США завербованных за границей агентов.

В-третьих, согласно постановлению о бюджете ЦРУ, его директор получил право распоряжаться денежными средствами Управления по своему усмотрению, не считаясь с предписаниями об ограничении использования правительственных средств.

В-четвертых, ЦРУ добилось права на "работу" с теми, кто по частным или служебным мотивам собирается посещать бывшие страны социалистического лагеря.

Выступая в штаб-квартире ЦРУ в Лэнгли в июле 1995 года, президент Клинтон очертил перед ЦРУ круг новых задач: препятствие распространению в мире оружия массового пораже-

ния, борьба с наркоторговлей и международной преступностью, в том числе и с международным терроризмом, а также экономическая разведка (проще говоря – промышленный шпионаж).

Для обеспечения этих задач в структуру ЦРУ были внесены соответствующие изменения и в жизни организации начался подъем. Однако отток кадров, вызванный реорганизацией ЦРУ в начале 90-х годов, которому, помимо внутренних проблем ЦРУ, способствовал бурный рост экономики США, особенно в высокотехнологичных областях, сказался на качестве работы ЦРУ. Например, в Разведывательном управлении подавляющее большинство аналитиков имеют опыт работы не более пяти лет.

Примерно такая же картина и в других управлениях – изменились не только задачи организации, но и ее “человеческий фактор”. А это означает, что возможности и влияние ЦРУ по сравнению с другими разведывательными структурами, прежде всего военными, несколько снизились. И хотя после событий 11 сентября 2001 года РС в целом и ЦРУ, в частности, не испытывают недостатка в добровольцах, желающих посвятить свою жизнь работе в разведке.

ЦРУ подразделяется на управления, которые возглавляют заместители директора ЦРУ по соответствующим направлениям. Структура ЦРУ представлена на рисунке 2.4:

- Разведывательное управление (DI – Directorate of Intelligence) занимается оценкой поступающей информации, ее анализом, подготовкой разведсводок и их рассылкой. Это подразделение ЦРУ отвечает перед потребителями за своевременность, точность и уместность предоставляемой в их распоряжении информации.
- В середине 90-х годов управление пережило серьезную реорганизацию, в результате которой произошло слияние многих отделов с целью сокращения управленческого аппарата (из семи отделов осталось четыре). Многим кабинетным работникам управления пришлось отправиться в длительные зарубежные командировки, чтобы ознакомиться с объектами изучения на местах.
- В настоящее время в структуру управления DI входят следующие отделы:
- Аналитический отдел Тихоокеанского региона Азии, Латинской Америки и Африки (Office of Asian Pacific, Latin American, and African Analysis);
- Аналитический отдел Ближневосточной и Южной Азии (Office of Near Eastern and South Asian Analysis);
- Аналитический отдел России и Европы (Office of Russian and European Analysis);
- Отдел транснациональных проблем (Office of Transnational Issues);
- Отдел политических отчетов (Office of Policy Support);
- Штаб оценки методов сбора Разведывательной информации (Collection Requirements and Evaluation Staff);
- Аналитический отдел терроризма в Центре ДЦР по борьбе с терроризмом (DCI Counterterrorism Center Office of Terrorism Analysis);

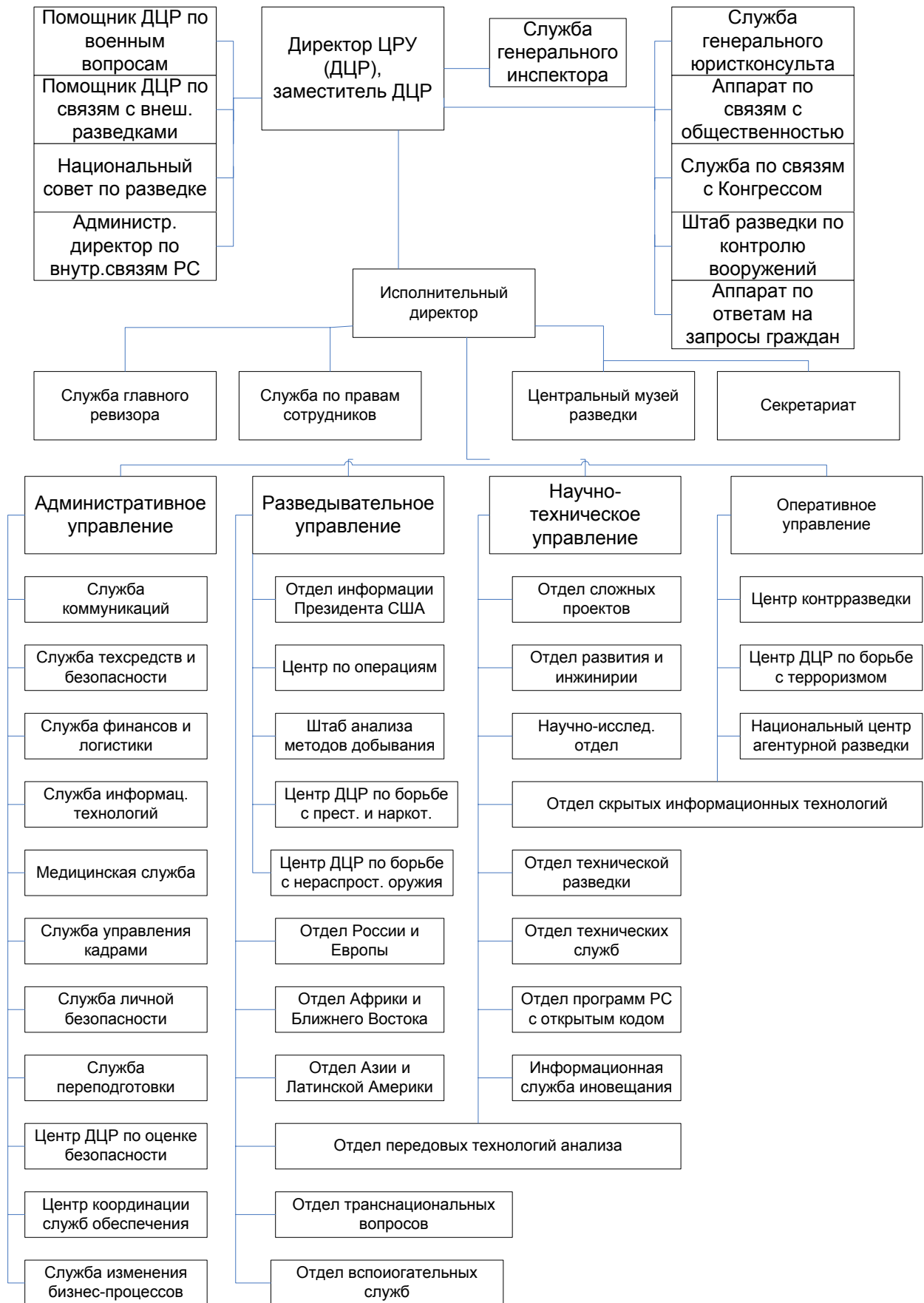


Рис. 2.4. Структура ЦРУ США.

- Центр ДЦР по борьбе с преступностью и наркоторговлей (DCI Crime and Narcotics Center);
- Центр ДЦР по разведке вооружений, контролю нераспространения вооружений и соблюдения договоров (DCI Center for Weapons Intelligence, Non-proliferation, and Arms Control);
- Аналитическая группа Центра по контрразведке (Counterintelligence Center Analysis Group);
- Аналитическая группа Центра оперативной информации (Information Operation Center/Analysis Group).
- Оперативное управление (DO – Directorate of Operations) отвечает за сбор данных общей внешней разведки, разведки связи и включает в себя службу агентурной разведки. Хотя по американским законам ЦРУ не имеет права работать на территории США, исключения предусмотрены для тех случаев, когда "внешняя" информация поступает на добровольной основе от граждан или организаций из США. С 1992 года в структуру управления была введена должность помощника заместителя директора ЦРУ по связям с военной разведкой (ADDO/MA – Associate Deputy Director for Operations for Military Affairs). Административно работа управления ведется по географическим направлениям (как в Госдепартаменте или в Разведывательном управлении ЦРУ). Кроме того, в отдельное направление выделена работа по добыванию информации на территории США. В этом же управлении работает центр по легализации перебежчиков.
- Научно-техническое управление (DS&T – Directorate on Science & Technology) ведает накоплением и обработкой информации, поставляемой его техническими службами из всех доступных источников – средств визуального наблюдения, агентурной разведки, открытых источников, радиоперехвата и т.п. В состав управления DS&T входит служба информационного обеспечения инноваций. Управление DS&T разрабатывает оборудование для обеспечения сбора и обработки информации и тесно сотрудничает с техническими службами военной разведки по вопросам, представляющим взаимный интерес.
- Административное управление (DA - Directorate of Administration) является ограниченной частью ЦРУ наравне с вышеупомянутыми управлениями и занимается медицинским обеспечением, связью, снабжением, кадрами и отвечает за учебную подготовку и безопасность.

2.5.3 РУМО (DIA).

Это орган боевого обеспечения Министерства обороны США, занимающий одно из ключевых мест в РС США. В штате РУМО числится более 7000 сотрудников, как военных, так и штатских, которые несут службу по всему земному шару. К основным задачам РУМО, поми-

мо сбора и анализа информации, относится координация всей внешней разведдеятельности в военной сфере. Кроме того, РУМО играет ключевую роль в добывании информации о зарубежных системах военного назначения.

Директор РУМО является главным советником министра обороны, а также председателем Объединенного комитета начальников штабов (ОКНШ) по вопросам разведки. Кроме того, директор РУМО возглавляет Совет по военной разведке МИБ – Military Intelligence Board), в который, кроме него, входят начальники разведывательных органов видов Вооруженных Сил и объединенных командований, главы военных разведывательных учреждений и заместитель помощника министра обороны по разведке (DASDI) – Deputy Assistant Secretary of Defense for Intelligence).

РУМО имеет следующую структуру:

1. Командование.

2. Секретариат (Executive Secretariat).

3. Управление программ (Program Management Directorate). В состав данного управления входит Совет по военной разведке (МИБ). Управление координирует деятельность:

военной разведки Армии;

— ВВС;

— ВМФ;

— Корпуса морской пехоты;

— Службы береговой охраны;

— командных центров разведки родов войск и РУМО;

— Генеральный юрисконсульт (General Counsel);

— Генеральный инспектор (Inspector General);

— Старший советник по работе с рядовым и сержантским составом (General Enlisted Advisor);

— Отдел планирования, программ и операций (Plans, Programs & Operations);

— Другие вспомогательные организации.

Оперативная разведка (Intelligence Operations). Управление оперативной разведки (DO – Directorate for Intelligence Operations). УОР руководит всей разведработой подразделений МО по добыванию информации, а также ведет агентурную разведку (HUMINT) в интересах МО. В УОР сосредоточена вся работа по добыванию информации в мирное время, в ходе учений, при обострении обстановки, подготовки к боевым действиям и в ходе боевых действий, необходимой Вооруженным Силам США. Кроме того, УОР отвечает за планирование работы по соответствующим направлениям в МО, организацию добывания информации в интересах ОКНШ, родов войск, объединенных командований, аппарата министра обороны, а также в интересах других членов РС. В УОР на правах отдельной службы входит Служба военной агентуры

(Defense HUMINT Service), в составе которой имеется Система военных атташе (Defense Attache System).

Центральная служба слежения (СМО – Central MASINT Organization). Занимается сбором разведывательной информации, получаемой из определенных технических источников, с помощью которой можно выявлять, локализовать, отслеживать, идентифицировать и детализировать конкретные технические параметры движущихся целей. Получаемые параметры целей накапливаются, а затем вносятся в системы идентификации и распознавания угроз, управляющие оружием с элементами искусственного интеллекта (smart weapon). Кроме того, получаемая ЦСС информация используется для анализа состояния зарубежных технологий производства вооружений, отслеживания угроз и наблюдения за выполнением соглашений по контролю вооружений. Помимо военных нужд, информация ЦСС используется для оповещения о лесных пожарах, перемещениях облаков вулканического пепла, обнаружении источников загрязнения окружающей среды, прогнозирования природных явлений. ЦСС руководит подразделениями слежения МО и других организациях РС.

Аналитическая работа (Analysis). Аналитическое управление (DI – Directorate for Analysts and Production). Аналитическое управление анализирует всю получаемую информацию о наиболее развитых вооруженных силах мира с целью обеспечения доминирования США в области военной разведки. Управление DI руководит всей аналитической работой военной разведки МО, проводимой в интересах МО, ОКНШ, родов войск, других правительственных учреждений, а также войсковой разведки. В своей работе управление использует получаемую из всех источников разведывательную информацию по региональным, транснациональным, научно-техническим, ракетно-ядерным и медицинским направлениям.

Управление разведки (J2 – Directorate for Intelligence Joint Staff). Управление J2 работает в интересах председателя ОКНШ, министра обороны, ОКОНШ и объединенных командований. Занимается также обработкой информации, поступающей РУМО во время кризисных ситуаций с участием вооруженных сил. Кроме того, управление J2 ведет аналитическую работу в интересах МО по выявлению предкризисных ситуаций, а также выполняет запросы объединенных командований. В составе управления J2 работает Национальный центр объединенной военной разведки (NMJIC – National Military Joint Intelligence Center). На этот центр возлагаются задачи оперативного предоставления аналитической разведывательной информации ОКНШ, командованию видов и родов Вооруженных Сил США, а также политическим структурам во время кризисов и быстро развивающихся ситуаций, представляющих собой угрозу национальной безопасности США. В ведении управления J2 находятся также подразделения, обеспечивающие работу сети военной разведки (DIN – Defense Intelligence Network), предназначенной для обеспечения оперативного поступления разведанных к руководителям МО и других, военных и правительственных учреждений.

Управление военных доктрин (Directorate for Policy Support). УВД представляет интересы разведки при разработке политических документов, регламентирующих развитие Вооруженных Сил США. Управление работает в тесном контакте с аппаратом министра обороны, а также представляет военную разведку в СНБ и госдепартаменте.

Вспомогательные службы (Support Services):

- Административное управление (Directorate for Administration). В ведении административного управления находятся службы контрразведки и внутренней безопасности (Counterintelligence and Security), кадров (Office for Human Resource), инженерного обеспечения и логистики (Office of Engineering and Logistic) и материально-технического обеспечения (Office for Procurement). Кроме того, в структуру Административного управления входит Учебный центр объединенной военной разведки (JMITS – Joint Military Intelligence Training Center), который обеспечивает повышение квалификации кадров офицеров и служащих МО, сотрудников других правительственных и федеральных органов, а также офицеров, находящихся за пределами США (с использованием Internet).
- Управление информационных систем и служб (Directorate for Information Systems and Services). Представляет собой основной орган РУМО по обеспечению информационной поддержки разведывательной работы. УИСС отвечает за бесперебойную работу всех информационных систем РУМО, а также за закупку новых информационных технологий. Кроме того, УИСС контролирует и аттестует информационные разведсистемы МО. В ведении этого управления находится всемирная объединенная разведывательная информационная система (JWICS – Joint Work Intelligence Communication System), обеспечивающая надежный и высокоскоростной обмен видеоинформацией и данными между основными разведцентрами. Управление также разрабатывает и внедряет инициативные проекты, такие, как виртуальная архитектура объединенной разведки (JIVA – Joint Intelligence Virtual Architecture), которая позволяет обеспечить аналитикам доступ к самому современному компьютерному оборудованию, программному обеспечению и ко всей разведывательной информации из любой точки мира.
- Колледж объединенной военной разведки (JMICS – Joint Military Intelligence College). Готовит профессиональных разведчиков образовательных уровней «Бакалавр разведывательных наук» (Bachelor of Science in Intelligence) и «Магистр наук стратегической разведки» (Master of Science in Strategic Intelligence).

2.5.4 АНБ (NSA).

АНБ – ключевая американская спецслужба в области разведки связи. АНБ подчиняется непосредственно министру обороны и так же как и РУМО, имеет статус органа боевого обеспечения МО США. АНБ занимается прослушиванием радиозэфира, телефонных линий, компью-

терных и модемных систем, излучений факсовых аппаратов, а также сигналов, излучаемых РЛС и установками наведения ракет.

АНБ также отслеживает излучения и сигналы, излучаемые космическими аппаратами, а также излучения и сигналы, идущие с испытательных ракетных полигонов иностранных государств.

Вторая задача АНБ – обеспечивать безопасность всех правительственных линий связи. АНБ не занимается открытыми материалами, передаваемыми по общедоступным коммуникационным каналам, но с некоторыми, весьма существенными оговорками, – если эти материалы не предназначены для последующего шифрования и если они не содержат “скрытых сообщений”. Важность этой оговорки в том, что АНБ, фактически, контролирует все коммуникации, осуществляя цензуру средств массовой информации.

Центральная служба безопасности (CSS – Central Security Service) АНБ отвечает в США за криптоанализ и криптобезопасность. Перед ЦСБ стоят две задачи:

- 1) дешифрование иностранных кодов,
- 2) обеспечение безопасности информационных систем путем шифрования официальных материалов, передающихся средствами связи.

Структура АНБ изображена на рисунке 2.5:

Директор АНБ одновременно является и начальником ЦСС и руководит обеими структурами через своих заместителей – заместителя директора АНБ и заместителя директора ЦСС. Должность заместителя директора АНБ занимает гражданский сотрудник, обладающий высокой квалификацией в технической области. Должность заместителя ЦСС занимает кадровый военный (как минимум, генерал-лейтенант), назначаемый, как и директор АНБ, министром обороны.

Шифровальные службы, входящие в состав видов и родов войск, по всем вопросам, связанным с соответствующей деятельностью, подчиняются непосредственно ЦСС. При выполнении отдельных заданий в оперативное подчинение ЦСС могут передаваться и другие подразделения МО, занятые радиотехнической разведкой и перехватом.

В состав ЦСС входят следующие подразделения:

- Командование по разведке и безопасности Армии США (INSCOM – Army Intelligence & Security Command). Командованию подчинены: командование внешней разведки Армии США (US Army Foreign Intelligence Command), специальная группа по безопасности Армии США (US Army Special Security Group), 66-я группа армейской разведки Европейского командования RSOC (66th Army Intelligence Group European Command RSOC) 513-я бригада войсковой разведки Центрального командования RSOC (513th Military Intelligence Brigade Central Command RSOC), 704-я бригада войсковой разведки (704th Military Intelligence Brigade) и 902-я группа войсковой разведки (902nd Military Intelligence Group).

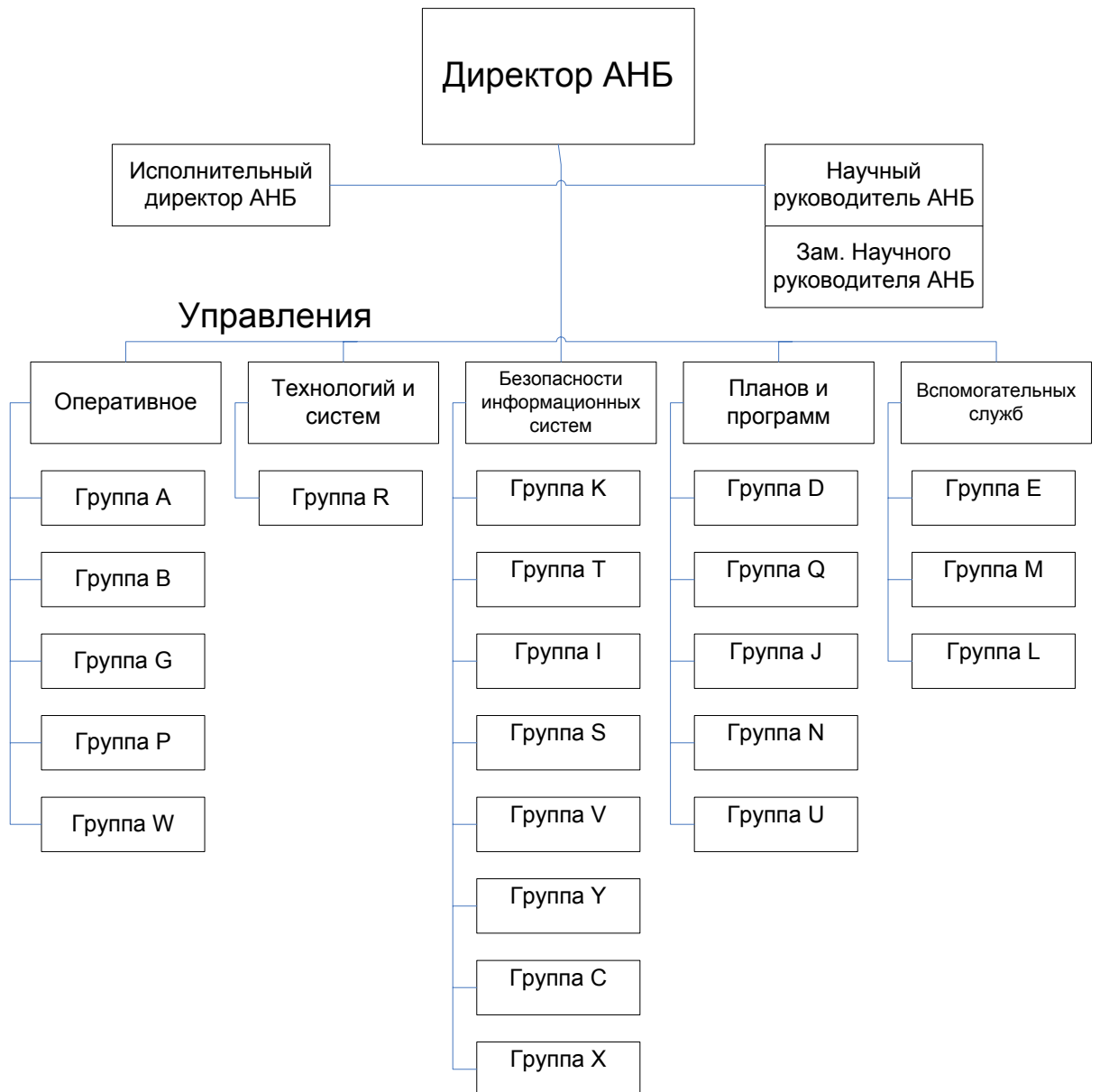


Рис. 2.5. Структура АНБ США.

- Командование группы безопасности ВМФ (Naval Security Group Command). В ведении этого командования находятся станции слежения и радиоперехвата, находящиеся на о. Гуам, о. Диего-Гарсиа, в шт. Мэн, на Аляске и в Шотландии.
- Управление разведки ВВС (Air Intelligence Agency). В состав управления входят: центр специального назначения 696-й разведгруппы (Special Activities Center 696th Intelligence Group), центр радиоэлектронной борьбы ВВС (AF Information Warfare Center), группа разведывательных систем (Intelligence System Group), 67-е разведывательное авиакрыло (67* Intelligence Wing) и 694-я разведгруппа (694th Intelligence Group).

В отличие от других разведывательных организаций, таких как ЦРУ или РУМО, АНБ старается тщательно скрывать свою структуру. По некоторым сведениям, АНБ состоит из пяти управлений, каждое из которых подразделяется на отдельные группы.

Оперативное управление (Operations Directorate) отвечает за сбор и обработку информации из каналов связи. Группы, входящие в его состав, совместно с ЦСС ведут разведку каналов связи по географическим регионам. Для разведки используются как стационарные станции слежения, так и подвижные.

- Группа А. Ведет разведку каналов связи, находящихся на территории стран бывшего Советского блока.
- Группа В. Ведет разведку каналов связи, находящихся на территории стран Азии, таких, как КНР, КНДР и СРВ.
- Группа С. Ведет разведку каналов связи, находящихся на территории
- стран, не охваченных группами А и В.
- Управление технологий и сметем (Technology and Systems Directorate) занимается разработкой новых технологий сбора и обработки разведывательной информации. Входящая в его состав группа R занимается научно-исследовательской и проектно-конструкторской работой. Эта группа изучает требования, выдвигаемые к системам разведки связи, формирует на их основе тактико-технические характеристики оборудования, поставляемого АНБ. Она определяет требуемые показатели производительности оборудования и обеспечивает их соответствие заданному уровню во время эксплуатации. Группа разрабатывает требования к внутренним и внешним интерфейсам оборудования, определяет программы его испытаний и сопровождает все проектно-конструкторские и производственные работы до ввода нового оборудования в эксплуатацию. Группа играет роль научно-исследовательского центра по технологиям разведки сигналов и занимается оценкой алгоритмов, баз данных и концепций отображения информации. Группа обладает оборудованием для проведения научно-исследовательских работ в области обработки аудио- и речевых сигналов, а также занимается оценкой технологий распознавания речи в применении к задачам разведки.
- Управление безопасности информационных систем (Information Systems Security Directorate) отвечает за безопасность коммуникаций АНБ и защиту информации в правительственных линиях связи.
- Группа К.. Руководит криптологической работой АНБ, оказывая теоретическую и другую поддержку работам по защите линий связи правительства США и перехвату информации из каналов связи других стран.
- Группа Т. Группа по телекоммуникациям. Руководит всеми работами, выполнявшимися в области проектирования, разработки, внедрения и эксплуатации специальных коммуникационных разведсетей и систем, предназначенных для передачи данных, собираемых подразделениями технической разведки.

- Группа I. Группа программ информационной безопасности. Эта группа разрабатывает, внедряет и контролирует различные программы в области информационной безопасности, государственной тайны, образования и обеспечения режима.
- Группа S. Группа стандартов и оценок. Данная группа разрабатывает и внедряет различные стандарты в области информационной безопасности, и защиты государственной тайны, образования и обеспечения режима, а также контролирует их соблюдение. Группа руководит программой обеспечения режима на производстве, занимаясь экспертизами и выдачей разрешений при выполнении работ, связанных с государственной тайной. Она также представляет интересы правительства США при согласовании контрактов, а также в различных технических советах. Эта группа осуществляет контроль соблюдения режима по контрактам, связанным с государственной тайной. Именно на эту группу возлагается основная нагрузка по разработке и сертификации оборудования и процедур, используемых для защиты коммуникаций.
- Группа V. Группа безопасности сетей. Эта группа разрабатывает, внедряет и контролирует различные программы в области безопасности коммуникационных сетей, а также соответствующих производственных вопросов.
- Группа Y. Назначение группы неизвестно.
- Группа C. Группа технической политики и планирования ресурсов. Данная группа отвечает за разработку текущей, краткосрочной и долгосрочной технической политики, а также за планирование ресурсов, необходимых для решения текущих и перспективных задач информационной безопасности. Она устанавливает потребности в ресурсах, разрабатывает критерии оценки и готовит программы развития для текущих проектов, а также определяет необходимость приобретения или строительства новых мощностей.
- Группа X. Предположительно – группа по системам специального доступа. Точное назначение группы неизвестно.
- Упрощение планирования, политики и программ (Plans Policy and Programs Directorate) – отвечает за выполнение работ, обеспечивающих работу основных управлений, а также определяет генеральную линию развития АНБ.
- Группа D. Группа директора АНБ. В ведении группы находятся все задачи программы, планы и проекты, реализуемые АНБ и ЦСС. Кроме того, группа представляет АНБ в комитетах и советах РС, координирующих работу технических разведок.
- Группа Q. Группа планов и политики. Данная группа играет роль штаба директора АНБ и высшего руководства по Инициализации, разработке интеграции, координации и мониторинга политики, планов, программ и . проектов АНБ. Группа отвечает за контроль программ АНБ/ЦСС, контроль методов управления организацией, контроль командно-штабной работы и планирования работы в чрезвычайных ситуациях, контроль проектов

и научных изысканий АНБ, исследование операций и экономический анализ, стратегическое планирование АНБ, допуск личного состава и кадровую работу.

- Группа J. Юридическая группа. Данная группа играет роль штаба директора АНБ и высшего руководства по юридическим вопросам.
- Группа N. Группа программ. Эта группа совместно с другими подразделениями АНБ определяет текущие, краткосрочные и долгосрочные потребности в дополнительных мощностях. Она устанавливает потребности в мощностях, разрабатывает критерии оценки и готовит программы развития имеющихся мощностей, а также определяет необходимость приобретения или строительства новых.
- Группа U. Группа генерального юрисконсульта. Обеспечивает юридическую поддержку директора и руководства АНБ по вопросам, затрагивающим интересы АНБ, контролирует личный состав АНБ, работающий в области юриспруденции, ведет переговоры с другими учреждениями по юридическим вопросам, связанным с АНБ, а также руководит соответствующими программами.
- Управление вспомогательных служб (Support Services Directorate) занимается административной работой.
- Группа E. Группа сопровождения контрактов. Отвечает за разработку и сопровождения контрактов, заключаемых АНБ со всеми поставщиками.
- Группа M. Административная группа. Данная группа играет роль штаба директора и высшего руководства АНБ по всем организационным вопросам, за исключением поставок оборудования и программного обеспечения, – печать и публикации; библиотечное дело; почтовые отправления: командировки; аудиовизуальные средства; производства и выставки: делопроизводство, формы и переписка; руководство работой комитетов; аутентификация публикаций, директив и коммуникаций.
- Группа L. Группа логистики. Занимается сопровождением всех грузов и почтовых отправок, включая курьерскую почту МО.

АНБ находится в г. Форт Мид (штат Мэриленд). Подразделения космической разведки АНБ снимают информацию с двух типов искусственных спутников Земли: с космических аппаратов, транслирующих на землю телефонные переговоры, факсовые сообщения, а также сигналы компьютерных модемов- и с военных разведывательных аппаратов, обеспечивающих двухстороннюю радиосвязь, телефонную связь (внутри стран) и передачу других электронных сигналов.

Спектр услуг, которые агентство способно оказывать военно-политическому руководству США, весьма широк. Если поступает заказ на слежку за какой-то определенной страной, АНБ может прослушивать внутренние и международные телефонные линии, включая: перехват звонков, которые делаются из автомобилей; сообщений поступающих в столицу государства из

зарубежных посольств и исходящих из нее в посольство; сообщения из других держав, касающихся "целевой" страны; радиосвязи вооруженных сил этой страны. При этом поиск может вестись по ключевым словам и выражениям, звучащим на разных языках. Одновременно в АНБ поднимаются все ранее накопленные материалы по стране. На основе данных прослушивания создаются психологические портреты лидеров государств.

АНБ тесно сотрудничает с британским Штабом правительственной связи канадской Службой безопасности связи, австралийским Управлением военной связи и новозеландским Бюро безопасности связи и рамках глобального международного договора по разведке. Начиная с 1990 года, АНБ стало основное внимание уделять добыванию экономической, а не военной информации, чтобы оправдать перед американскими налогоплательщиками свой огромный бюджет (один лишь годовой счет за потребленную электроэнергию агентства исчисляется десятками миллионов долларов).

Однако, по-видимому, эти меры оказались недостаточны и с 2000 года в АНБ взят курс на перестройку обеспечения работы агентства. Основной акцент этой перестройки сделан на передачу в частный сектор сопровождения практически всех технологий, не связанных с добыванием информации по техническим каналам. На перестройку уйдет до 10 лет, а стоимость единого контракта составляет не менее 5 млрд долларов.

2.5.5 НУВКР (NRO).

НУВКР – американская спецслужба, отвечающая за ведение стратегической воздушно-космической разведки и воздушного наблюдения. Осуществляет свои функции с помощью космических спутников и самолетов-разведчиков U-2.

НУВКР несет ответственность за разработку и создание всех американских разведывательных спутников, а также за их последующее использование. В задачи управления входят: предупреждение и оповещение о выявленных на основе поставляемой спутниками информации угрозах; контроль за выполнением соглашений о сокращении вооружений; наблюдение из космоса за военными операциями и маневрами, а также за природными бедствиями и катаклизмами; обеспечение спутниковой поддержки программ изучения и защиты окружающей среды. В распоряжении НУВКР имеются спутники радиолокационного дозора, разведки каналов связи и другие спутники специального назначения для обеспечения и контроля всех возможных видов связи. НУВКР также отвечает за добывание данных для составления компьютерных карт целеуказания, наведения управляемых ракет большой дальности.

Управление является структурным подразделением МО США, но в РС входит на правах самостоятельного участника (и, следовательно, по вопросам разведки подчиняется ДЦР). В распоряжении НУВКР находится множество наземных станций, принимающих информацию со спутников в разных точках земного шара.

Структурно НУВКР состоит из аппарата директора, четырех управлений и ряда отделов.

Основные подразделения:

- Управление радиотехнической разведки (SIGINT Systems Acquisition & Operations Directorate);
- Управление разведки средств связи (Communications Systems Acquisition & Operations Directorate).
- Управление визуальной разведки (IMINT Systems Acquisition & Operations Directorate).
- Управление передовых систем и технологий (Advanced Systems & Technology Directorate).
- Отдел по управлению и эксплуатации (Management Services and Operations).
- Вспомогательные подразделения:
 - Отдел контрактов;
 - Отдел контрразведки;
 - Исторический отдел;
 - Отдел протокола;
 - Отдел безопасности;
 - Отдел средств внутренней связи;
 - Отдел запусков космических аппаратов.

Факт существования НУВКР перестал быть государственной тайной США только в 1992 году. В 1995 году была рассекречена программа CORONA (1960–1972 гг., фоторазведка), и 800000 фотоснимков, полученных за годы существования этой программы, были переданы в Управление национальных архивов и документов (NARA – National Archives and Records Administration).

2.5.6 ФБР (FBI).

ФБР – это основная спецслужба США в области контрразведки, расследующая дела о нарушениях законодательства в области разведки гражданами США, а также сотрудниками и агентами иностранных разведок. ФБР также является централизованной полицейской структурой, имеющей дело с уголовными преступлениями, подпадающими под юрисдикцию сразу нескольких штатов.

ФБР входит в состав РС, но не в качестве разведывательной организации, а как ведущая служба в области контрразведки, борющаяся со шпионажем на территории США. Этот круг обязанностей ФБР четко очерчен на законодательном уровне. Несмотря на роль ведущей контрразведывательной службы, нельзя сказать, что ФБР полностью монополизировала в стране борьбу с иностранным шпионажем. Кроме того, в каждый конкретный период времени непосредственно контрразведывательной деятельностью занимается лишь малая часть десяти-

тысячной армии сотрудников ФБР. В бюро широко распространена практика ротации кадров (когда сотрудник последовательно проходит через различные отделы и управления, в результате становится универсалом).

Структура ФБР после реорганизации имеет вид представленный на рисунке 2.6:

ФБР и ЦРУ – две самые известные спецслужбы США (хотя в действительности, они далеко не так могущественны, как, скажем, РУМО или АНБ).

Однако между ФБР и ЦРУ существует два главных отличия.

Во-первых, агенты ФБР считаются сотрудниками правоохранительных органов наделены правом производить задержания и аресты. У сотрудников ЦРУ этих полномочий нет.

Во-вторых, ФБР работает только на территории Соединенных Штатов, ЦРУ же по всему миру, кроме США. Причем запрет проводить операции ЦРУ на территории США строго соблюдается, тогда как ФБР разрешено работать в американских посольствах за рубежом расследовать дела в рамках международных договоренностей правоохранительными структурами иностранных держав (по американский законам, ФБР имеет право арестовывать подозреваемых за рубежом и доставлять их для суда на территорию Соединенных Штатов).

После событий 11 сентября 2001 года в ФБР началась серьезная реорганизация, цель которой – поставить контрразведывательные функции на качественно новый уровень.

В ходе реорганизации в структуре ФБР появились ответственные помощники директора (Executive Assistant Director) по основным направлениям работы бюро. Это позволило повысить эффективность руководства подразделениями, входящими в каждое из направлений, и повысить скорость принятия решений по оперативным вопросам.

Помимо руководителей, в структуре ФБР появились два новых управления, необходимость создания которых обосновывается бурным ростом компьютерной преступности.

Управление компьютерных преступлений (Cybercrime Division) призвано заниматься собственно компьютерной преступностью, преступлениями в сфере высоких технологий, а также преступлениями, направленными против интеллектуальной собственности.

Управление внутренней безопасности (Security Division) призвано обеспечить безопасность сотрудников, подрядчиков и посетителей ФБР, а также информационных систем и помещений.

В структуре ФБР также появились четыре новых отдела: отдел координации деятельности правоохранительных органов (Law Enforcement Coordination), на который возлагается задача улучшения координации с правоохранительными органами всех уровней и обеспечение обмена информацией между ними и ФБР; отдел Главного офицера по технологиям (Chief Technology Officer), отвечающего перед руководством ФБР за реализацию важных проектов по внедрению информационных технологий; служба управления делами (Office of Records

Management), в функции которой входит модернизация методов управления ФБР, включая управление процессами, Разведывательный отдел, призванный улучшить аналитическую и разведывательную работу, особенно в таких областях, как борьба с терроризмом и контрразведка.

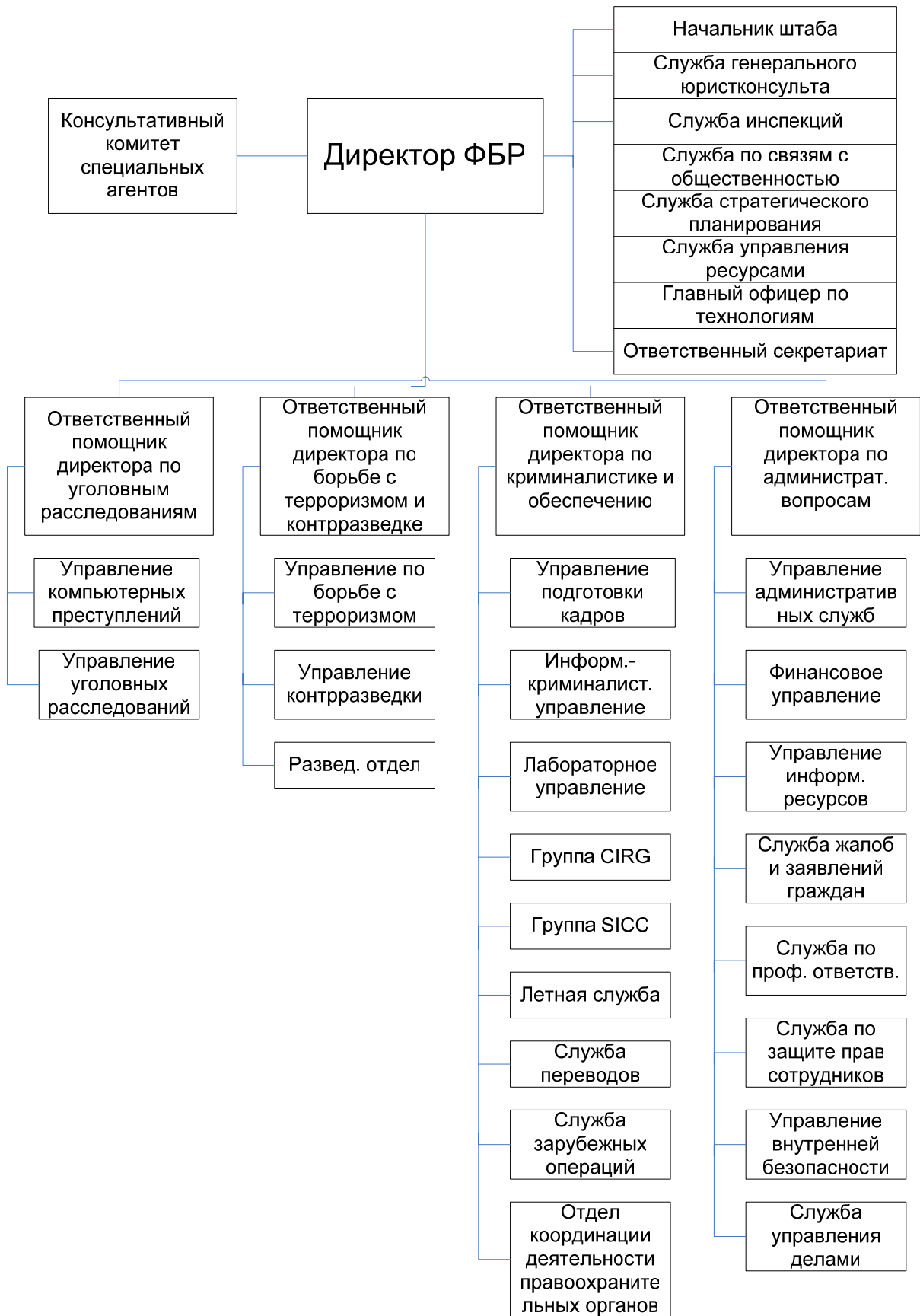


Рис. 2.6. Структура ФБР США.

3. ОПТИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА.

3.3. Оптические каналы утечки информации.

Структура оптического канала утечки информации имеет вид, показанный рис. 3.1. Объект наблюдения в оптическом канале утечки информации является одновременно источником информации и источником сигнала, потому что световые лучи, несущие информацию о видовых признаках объекта, представляют собой отраженные объектом лучи внешнего источника или его собственные излучения.

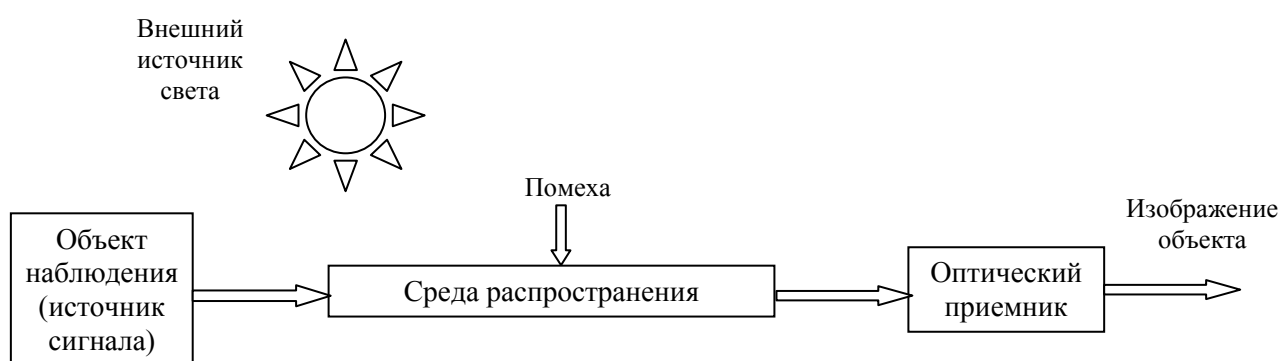


Рис. 3.1. Структура оптического канала утечки информации.

Отраженный от объекта свет содержит информацию о его внешнем виде (видовых признаках), а излучаемый объектом свет – о параметрах излучений (признаках сигналов). Запись информации производится в момент отражения падающего света путем изменения его яркости и спектрального состава. Излучаемый свет содержит информацию об уровне и спектральном составе источников видимого света, а в инфракрасном диапазоне по характеристикам излучений можно также судить о температуре элементов излучения.

В общем случае объект наблюдения излучает и отражает свет другого источника как в видимом, так и ИК-диапазонах. Однако в конкретных условиях соотношения между мощностью собственных и отраженных излучений в видимом и ИК-диапазонах могут существенно отличаться.

В видимом диапазоне мощность излучения определяется в подавляющем большинстве случаев мощностью отраженного света и содержащихся в спектре искусственных источников света. Например, габариты автомобиля в ночное время обозначаются включенными фонарями красного цвета, укрепленными по краям автомобиля. Объект наблюдения или его элементы излучают собственные электромагнитные излучения в видимом диапазоне при высокой температуре. В ближней (0.76–3 мкм) и средней (3–6 мкм) диапазонах ИК-излучения объектов значительно меньше мощности отраженного от объекта потока солнечной энергии. Однако с перехо-

дом в длинноволновую область ИК-излучения мощность теплового излучения объектов может превышать мощность отраженной солнечной энергии.

Основным и наиболее мощным внешним источником света является Солнце. При температуре поверхности около 6000° Солнце излучает огромное количество энергии в достаточно широкой полосе – от ультрафиолетового до инфракрасного (0.17–4 мкм). Максимум солнечного излучения приходится на 0.47 мкм, в ультрафиолетовой части оно резко убывает, в инфракрасной – регистрируется в виде широкой и пологой кривой.

При прохождении через атмосферу солнечные лучи взаимодействуют с содержащими в ней молекулами газов, частицами пыли, дыма, кристалликами льда, каплями воды. В результате такого взаимодействия часть солнечной энергии поглощается, другая – рассеивается [12].

Процессы рассеяния и поглощения солнечной энергии уменьшают интенсивность солнечной радиации на поверхности Земли и меняют спектр солнечного света, освещающего наземные объекты. В кривой излучения этого света, характеризующей интенсивность излучения в зависимости от длины волны, появляются участки поглощения и пропускания. Последние называются окнами прозрачности. Излучения длиной менее 0.27 мкм полностью поглощаются озоном. Атмосферное рассеяние света уменьшает прямую солнечную радиацию и повышает рассеянное (диффузное) излучение атмосферы. Рассеяние в коротковолновой части спектра сильнее, чем в длинноволновой. Особенно заметно оно в голубой и ультрафиолетовой областях. Поэтому небо имеет голубой цвет. Интенсивность рассеяния солнечного света в ближнем инфракрасном диапазоне незначительная.

Задымленность приповерхностного слоя атмосферы мало влияет на излучения в ближнем ИК-диапазоне, если размеры твердых частиц дыма в атмосфере не превышают 1 мкм. Туман и облака очень сильно рассеивают ИК-излучение в этом интервале длин, так как водяные капли имеют размер около 4 мкм. Молекулярное и аэрозольное рассеяние солнечного света вызывает ее свечение в атмосфере, которое называют дымкой. Рассеянное излучение создает освещенность теневых участков земной поверхности, увеличивая их относительную яркость.

Облачность существенно влияет на суммарную освещенность. Наличие облачности высоких ярусов, не закрывающих солнечный диск, повышает рассеянное излучение и при сохранении значения прямой освещенности увеличивает ее суммарную величину на (20–30)% по сравнению с освещенностью при безоблачном небе. Низкая облачность так же, как и тени облаков, снижают суммарную освещенность в 2–5 раз, в зависимости от высоты Солнца. При снежном покрове и облачности многократное отражение ими излучения повышает суммарную освещенность, особенно в теневых участках.

Освещенность в дневное время земной поверхности Солнцем составляет в зависимости от его высоты, облачности атмосферы 10^4 – 10^5 лк; С движением Солнца к горизонту Земли, когда зенитное расстояние между ними достигает максимума, освещенность, создаваемая Солн-

цем, составляет приблизительно 10 лк. При этом изменяется и спектр солнечного света, так как при прохождении толщи атмосферы синие и фиолетовые лучи ослабляются сильнее, чем оранжевые и красные, вследствие чего максимум излучения Солнца смещается в красную область цвета. С заходом Солнца за горизонт и наступлением сумерек освещенность убывает вплоть до наступления астрономических сумерек, за которыми следует наиболее темное время суток – ночь.

Освещенность в лунную ночь при безоблачном небе, когда так называемую естественную ночную освещенность (ЕНО) создает отраженный от Луны солнечный свет, составляет около 0.3 лк. Величина ЕНО, создаваемая светом Луны, в течение месяца меняется приблизительно в 100 раз в зависимости от взаимного положения Луны, Солнца и Земли. Лунный месяц разделяется по уровню освещенности на четыре части, каждая длительностью около недели. Источниками излучения в безлунную ночь при безоблачном небе, называемым звездным светом, являются солнечный свет, отраженный от планет: туманностей, свет звезд, а также свечение кислорода и азота в верхних слоях атмосферы на высоте 100–300 км. Освещенность поверхности Земли звездным светом составляет в среднем 0.001 лк [13].

В инфракрасном диапазоне мощность излучения объекта зависит от температуры тела или его элементов, мощности падающего на объект света коэффициента отражения объекта в этом диапазоне. Коэффициент теплового излучения для реальных объектов не постоянен по спектру и определяется соответствии с законом Кирхгофа отношением спектральной плотной энергетической яркости объекта к спектральной плотности энергетически яркости абсолютно черного тела, которое обладает максимумом энергии теплового излучения по сравнению со всеми другими источниками при той температуре.

Средняя температура поверхности Земли близка к 17 градусов по Цельсию. Максимум ее теплового излучения приходится на 9.7 мкм. Объекты под действием солнечной радиации в течение дня по-разному отдают накопленное тепло в окружающее пространство. Различия в температуре излучения могут рассматриваться как демаскирующие признаки.

Объекты могут иметь собственные источники тепловой энергии, например, высокотемпературные элементы машин, дизель-электростанции и др., температура которых значительно выше температуры фона. Максимум теплового излучения таких объектов смещается в коротковолновую область, что служит демаскирующим признаком для таких объектов.

Длина (протяженность) канала утечки зависит от мощности света, от объекта, свойств среды распространения и чувствительности фотоприемника. Среда распространения в оптическом канале утечки информации возможна трех видов:

- безвоздушное (космическое) пространство;
- атмосфера;
- оптические световоды.

Оптический канал утечки информации, среда распространения которого содержит участки безвоздушного пространства, возникает при наблюдении за наземными объектами с космических аппаратов. Граница между космическим пространством и атмосферой достаточно условна. На высотах 200–300 км существуют еще остатки газов, проявляющиеся в тормозящем действии на космические аппараты.

Сложный состав атмосферы определяет ее пропускную способность различных составляющих света. В общем случае прозрачность атмосферы зависит от соотношения длины проходящего сквозь нее света и размеров взвешенных в атмосфере частиц. Если размеры частиц соизмеримы с длиной волны света (больше половины длины волны), то пропускание значительно ухудшается. Уровень пропускания меняется в зависимости от длины световой волны.

В видимой области прохождению света препятствуют поглощающие молекулы кислорода и воды. Коэффициент пропускания в ней немногим более 60%. В ближней ИК-области пропускание несколько большее – до 70%. Адсорбентом в этой области являются пары воды. В средней ИК-области, в диапазоне 3–4 мкм, пропускание достигает почти 90%. Высокое пропускание имеет довольно обширный участок в дальней ИК-области (с 8 до 13 мкм). Адсорбентом в нем являются молекулы кислорода и воды, а также углекислого газа и озона в атмосфере.

Метеорологическая видимость даже в окнах прозрачности зависит от наличия в атмосфере взвешенных частиц пыли и влаги, образующих мглу и туман, капелек и кристаллов воды в виде дождя и снега, а также аэрозолей и дымов, содержащих твердые частицы. Все это вызывает замутнение атмосферы и ухудшает видимость. Прозрачность атмосферы как канала распространения света оценивается метеорологической дальностью видимости. Под последней понимается предельно большое расстояние, начиная с которого при данной прозрачности атмосферы в светлое время суток абсолютно черный предмет с угловыми размерами 20'x20' сливается с фоном у горизонта и становится невидимым. В зависимости от состояния атмосферы дальность видимости, определяющая протяженность оптического канала утечки, имеет значения, приведенные в табл. 3.1 [12].

Показатели метеорологической дальности атмосферы в конкретном районе регулярно определяются на станциях метеорологической службы и в метрах или в баллах передаются радиостанциями пользователям этой информации, в том числе для водителей автотранспорта.

Если объект наблюдения и наблюдатель находятся на земле, то протяженность канала утечки зависит не только от состояния атмосферы, но и ограничивается влиянием кривизны Земли. Дальность прямой видимости D , км с учетом кривизны Земли можно рассчитать по формуле [14]:

Таблица 3.1. Дальность видимости, определяющей протяженность оптического канала утечки.

Метеорологическая дальность видимости, км	Оценка видимости, балл	Визуальная оценка замутненности атмосферы и видимости
Менее 0.05	0	Очень сильный туман
0.05 – 0.2	1	Сильный туман
0,2 – 0.5	2	Умеренный туман
0.5–1.0	3	Слабый туман
1.0–2.0	4	Очень сильная замутненность (очень плохая видимость)
2.0–4.0	5	Сильная замутненность (плохая видимость)
10.0	6	Умеренная замутненность (умеренная видимость)
20.0	7	Удовлетворительная видимость
50.0	8	Хорошая видимость
Более 50.0	9	Исключительно хорошая
227	10	Чистый воздух

$$D_{nv} = 3.57(\sqrt{h_o} + \sqrt{h_n}) \quad (3.1)$$

где h_o – высота размещения объекта над поверхностью земли в м, h_n – высота расположения наблюдателя над поверхностью земли в м.

Пример. Пусть $h_o = 3$ м и $h_n = 5$ м, тогда получим $D_{nv} = 14$ км, что меньше метеорологической дальности при хорошей видимости. Эта формула не учитывает неровности Земли и различные инженерные сооружения (башни, высотные здания и т. д.), создающие препятствия для света.

Так как параметры источников сигналов и среды распространения зависят от значений спектральных характеристик носителя информации, то протяженность оптического канала утечки ее в видимом и ИК-диапазонах могут существенно отличаться.

Однако в общем случае потенциальные оптические каналы утечки информации имеют достаточно устойчивые признаки. Типовые варианты оптических каналов утечки информации приведены в табл. 3.2.

До недавнего времени атмосфера и безвоздушное пространство были единственной средой распространения световых волн. С разработкой волоконно-оптической технологии появились направляющие линии связи в оптическом диапазоне, которые в силу больших их преимуществ по отношению к традиционным электрическим проводникам рассматриваются как более совершенная физическая среда для передачи больших объемов информации. Линии связи, ис-

пользующие оптическое волокно, устойчивы к внешним помехам, имеют малое затухание, долговечны, обеспечивают значительно большую безопасность передаваемой по волокну информации.

Волокно представляет собой нить диаметром около 100 мкм, изготовленную из кварца

Таблица 3.2. Типовые варианты оптических каналов утечки информации

Объект наблюдения	Среда распространения	Оптический приемник
Документ, продукция в помещении	Воздух Воздух + стекло окна	Глаза человека + бинокль, фотоаппарат
Продукция во дворе, на машине, ж/платформе	Воздух Атмосфера + безвоздушное пространство	То же Фото, ИК, телевизионная аппаратура на КА
Человек в помещении, во дворе, на улице	Воздух Воздух + стекло	Глаза человека + бинокль, фото, кино, телевизионная аппаратура

на основе двуоксида кремния [15]. Волокно состоит из сердцевины (световодной жилы) и оболочки с разными показателями преломления. Волокно с постоянным показателем преломления сердцевины называется ступенчатым, с изменяющимся – градиентным. Для передачи сигналов применяются два вида волокна: одномодовое и многомодовое.

В одномодовом волокне световодная жила имеет диаметр порядка 8–10 мкм, по которой может распространяться один луч (одна мода). В многомодовом волокне диаметр световодной жилы составляет 50–60 мкм, что делает возможным распространение в нем большого числа лучей.

Волокно характеризуется двумя основными параметрами: затуханием и дисперсией. Затухание измеряется в децибелах на километр (дБ/км) и определяется потерями на поглощение и рассеяние света в оптическом волокне. Потери на поглощение зависят от чистоты материала, а потери на рассеяние – от неоднородности показателя преломления. Лучшие образцы волокна имеют затухание порядка 0.15–0.2 дБ/км, разрабатываются еще более «прозрачные» волокна с теоретическими значениями затухания порядка 0.02 дБ/км для волны длиной 2.5 мкм. При таком затухании сигнала могут передаваться на расстояние в сотни км без ретрансляции (регенерации).

Дисперсия обусловлена различием фазовых скоростей отдельных мод оптического сигнала, направляющими свойствами волокна и свойствами его материала. Она приводит к искажению (расширению) формы сигнала при его распространении в волокне, что ограничивает дальность передачи и верхнее значение частоты спектра сигнала. Дисперсия волокна оценивается величиной увеличения на км длины временного параметра оптического сигнала или эквивалентной полосой частот пропускания.

Волокна объединяют в волоконно-оптические кабели, покрытые защитной оболочкой. По условиям эксплуатации кабели подразделяются на монтажные, стационарные, зонавые и магистральные. Кабели первых двух типов используются внутри зданий и сооружений. Зонавые и магистральные кабели прокладываются в колодцах кабельных коммуникаций, в грунтах, на опорах, под водой.

Постоянные соединения отрезков оптических волокон между собой осуществляют свариванием, сплавлением или склеиванием в юстировочном устройстве. Оптические разъемы (соединители) должны допускать многократные соединения–разъединения оптических волокон. Рассогласование волокон возникает из-за имеющихся различий в числовой апертуре, профиле показателя преломления, диаметре сердцевины или из-за погрешностей во взаимной ориентации волокон при их соединении. Основными причинами излучения световой энергии в окружающее пространство в местах соединения оптических волокон являются [16]:

- смещение (осевое несовмещение) стыкуемых волокон (рис. 3.2а);
- наличие зазора между торцами стыкуемых волокон (рис. 3.2б);
- непараллельность торцевых поверхностей стыкуемых волокон (рис. 3.2в);
- угловое рассогласование осей стыкуемых волокон (рис. 3.2г);
- различие в диаметрах стыкуемых волокон (рис. 3.2д).

Исследования показывают [16], что наиболее интенсивное излучение в окружающее пространство наблюдается при наличии сдвига соединяемых волокон относительно друг друга.

Еще одна причина утечки информации в волоконно-оптических линиях может быть связана с возможным воздействием внешнего акустического поля (поля опасного сигнала) на волоконно-оптический кабель. Звуковое давление акустической волны может вызвать изменение геометрических размеров (толщины) или смещение соединяемых концов световодов в разъемном устройстве относительно друг друга. Вследствие этого может осуществляться амплитудная модуляция опасным сигналом излучения, проходящего по волокну. Глубина модуляции определяется силой звукового давления, конструкцией и свойствами волокна [17]. Для съема информации разрушают защитную оболочку кабеля, прижимают фотодетектор приемника к очищенной площадке волокна и изгибают кабель на угол, при котором часть световой энергии направляется на фотодетектор приемника.

Съем информации может быть осуществлен при принудительном (внешнем) изменении соотношения между показателями преломления сердцевины и оболочки за счет линейного электрооптического, фотоупругого и квадратичного электрооптического эффектов [18].

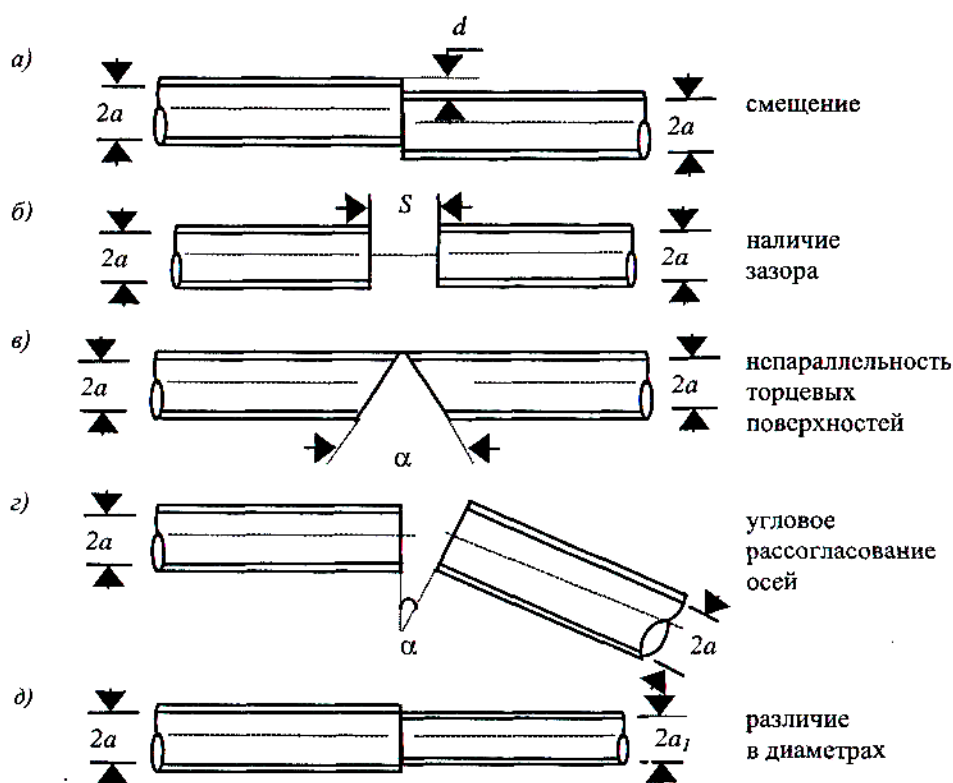


Рис. 3.2. Основные причины излучения из мест соединения световолокна в окружающее пространство.

3.4. Принципы оптической разведки

В оптическом (видимом и инфракрасном) диапазоне информация разведкой добывается путем визуального, визуально-оптического, фото- и киносъемки, телевизионного наблюдения, наблюдения с использованием приборов ночного видения и тепловизоров.

Наибольшее количество признаков добывается в видимом диапазоне. Видимый свет как носитель информации характеризуется следующими свойствами:

наблюдение возможно, как правило, днем или при наличии мощного внешнего источника света; сильная зависимость условий наблюдения от состояния атмосферы, климатических и погодных условий:

- малая проникающая способность световых лучей в видимом диапазоне, что облегчает задачу защиты информации о видовых признаках объекта;
- ИК-лучи как носители информации обладают большей проникающей способностью, позволяют наблюдать объекты при малой освещенности. Но при их преобразовании в видимый свет для обеспечения возможности наблюдения объекта человеком происходит значительная потеря информации об объекте.

Эффективность обнаружения и распознавания объектов наблюдения зависит от следующих факторов [13]:

- яркости объекта;
- контраста объект/фон;
- угловых размеров объекта;
- угловых размеров поля обзора;
- времени наблюдения объекта;
- скорости движения объекта.

Яркость объекта на входе приемника определяет мощность носителя, превышение которой над мощностью помех является необходимым условием обнаружения и распознавания объекта наблюдения. Современные приемники имеют чувствительность, соответствующую энергии нескольких фотонов.

Контрастность объекта с окружающим фоном является необходимым условием выделения демаскирующих признаков объекта и его распознавания. Контраст K определяют как отношение разности яркости объекта и фона к яркости объекта или фона:

$$K = 1 - \frac{B_{\phi}}{B_o}, B_o > B_{\phi} \text{ или } K = 1 - \frac{B_o}{B_{\phi}}, B_{\phi} > B_o \quad (3.2)$$

где B_o и B_{ϕ} – яркость объекта и фона соответственно.

Контраст, определяемый по этой формуле, называется визуальным. В видимом и ближнем диапазонах световых волн контраст на входе оптической системы средства добывания несколько снижается за счет яркости дымки, которую можно рассматривать как помеху. В дальних зонах инфракрасного излучения яркость дымки не оказывает существенного влияния на изменение контраста.

Значения контраста колеблется в довольно широких пределах. При $K = 0.08-0.1$ объект почти сливается с фоном и плохо различается на фоне.

При поиске объекта его форма не играет большой роли, а имеет значение только его площадь в пределах соотношения сторон от 1:1 до 1:10.

Увеличение угловых размеров объекта в 2 раза сокращает время, необходимое для его обнаружения, в 8 раз.

Время для обнаружения объектов светлее и темнее фона при одинаковых абсолютных значениях контраста примерно одинаковое. С увеличением яркости фона время поиска объекта наблюдателем уменьшается, так как увеличивается разрешающая способность и контрастная чувствительность глаза. Если яркость фона чрезмерно велика, то возникает дискомфорт и ослепление, ухудшающие разрешение и контрастную чувствительность глаза.

С увеличением поля обзора увеличивается и время, необходимое для поиска объекта: двукратное увеличение поля обзора повышает время поиска в 4 раза, при этом время поиска определяется не формой поля, а его угловой площадью.

Поиск движущихся объектов имеет свои особенности: движение ухудшает видимый контраст объекта, величина которого зависит не только от угловой скорости, но и от угловой размеров объекта наблюдения. Чем меньше угловой размер объекта, тем больше влияние скорости на время и вероятность обнаружения объекта. Объекты, движущиеся с малой скоростью, обнаруживаются легче, чем неподвижные, а движущиеся с большой скоростью – труднее из-за ухудшения видимого контраста.

Так как физическая природа носителя информации в оптическом диапазоне одинакова, то различные средства наблюдения, применяемые для добывания информации в этом диапазоне, имеют достаточно общую структуру. Ее можно представить в виде, приведенной на рис. 3.3.

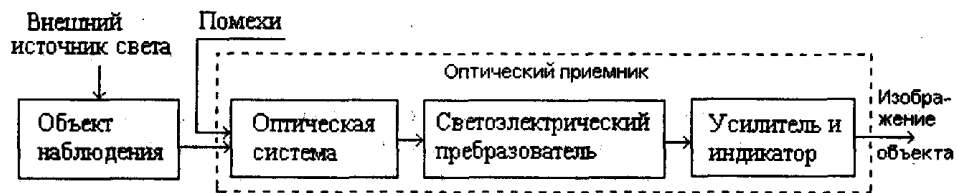


Рис. 3.3. Структурная схема средства наблюдения в оптическом диапазоне.

Большинство средств наблюдения содержит оптический приемник, включающий оптическую систему, светозлектрический преобразователь, усилитель и индикатор.

Оптическая система или объектив проецирует световой поток от объекта наблюдения на экран светозлектрического преобразователя (сетчатку глаза, фотопленку, фотокатод, мишень оптико-электронного преобразователя). На мишени оптическое изображение преобразуется в электронное изображение, количество «свободных» электронов каждой точки которого пропорционально яркости соответствующей точки оптического изображения. Способы визуализации изображения для разных типов оптического приемника могут существенно отличаться. Изображение в виде зрительного образа формируется в мозгу человека, на фотопленке – в результате химической обработки светочувствительного слоя, на экране технического средства – путем параллельного или последовательного съема электронов с мишени, усиления электрических сигналов и формирования под их действием видимого изображения на экране с люминофором.

3.5. Технические характеристики средств оптической разведки

3.5.1 Общие характеристики

Характеристики средств наблюдения определяются, прежде всего, параметрами оптической системы и светоэлектрического преобразователя, а также они зависят от способов обработки электрических сигналов и формирования изображения при индикации. Основными из них являются:

- диапазон длин волн световых лучей, воспринимаемых светоэлектрическим преобразователем;
- чувствительность материала экрана светоэлектрического преобразователя;
- разрешающая способность, в основном пары «оптическая система –преобразователь света»;
- поле (угол) зрения и изображения.

Средства наблюдения в зависимости от назначения создаются для видимого диапазона в целом или его отдельных зон, а также для различных участков инфракрасного диапазона.

Чувствительность средства наблюдения оценивается минимальным уровнем энергии светового луча, при котором обеспечивается требуемое качество изображения объекта наблюдения. Качество изображения зависит как от яркости и контрастности проецируемого изображения, так и от помех. Помехи создают лучи света, попадающие на вход от других источников света, и шумы светоэлектрического преобразователя. На экране светоэлектрического преобразователя при посторонней внешней засветке наблюдается ухудшение контраста изображение аналогичное варианту прямого попадания на экран телевизионного приемника яркого солнечного света.

Разрешающая способность характеризуется минимальными линейными или угловыми размерами между двумя соседними точками изображения, которые наблюдаются как отдельные. Так как изображение формируется из точек, размеры которых определяются разрешающей способностью средства наблюдения, то вероятность обнаружения и распознавания объекта возрастает с повышением разрешающей способности средства наблюдения (увеличением количества точек изображения объекта).

Поле зрения это то, что проецируется на экран оптического приемника. Угол, под которым средство «видит» предметное пространство, называется углом поля зрения. Часть поля зрения, удовлетворяющего требованиям к качеству изображения по его резкости, называется полем или соответственно углом поля изображения.

3.5.2 Характеристики человеческого глаза

Наиболее совершенным средством наблюдения в видимом диапазоне является зрительная система человека, включающая глаза и области мозга, осуществляющие обработку сигналов, поступающих с сетчатки глаз.

Возможности зрения человека характеризуются следующими показателями:

- глаз воспринимает световые лучи в диапазоне 0.4–0.76 мкм, причем максимум его спектральной чувствительности в светлое время суток приходится на голубой цвет (0.51 мкм), в темноте – на зеленый (0.55 мкм);
- порог угловых размеров, которые глаз различает как две отдельные точки на объекте наблюдения, составляют днем – 0.5–1 угл. мин., ночью–30 угл. мин.;
- порог контрастности различимого объекта по отношению к фону составляет днем – 0.01–0.03, ночью – 0.6;
- диапазон освещенности объектов наблюдения, к которым адаптируется глаз, чрезвычайно широк – 60–70 дБ;
- при освещенности менее 0.1 лк (в безоблачную лунную ночь) глаз перестает различать цвет.

Уникальные возможности глаз человека достигаются благодаря совершенству, в том числе, его оптической системы–хрусталика, выполняющей функции объектива. Совершенство хрусталика проявляется, прежде всего, тем, что его кривизна с помощью специальных глазных мышц изменяется таким образом, чтобы обеспечить на сетчатке глаза максимально четкое изображение объектов, расположенных на различных расстояниях от наблюдателя. Хотя ведутся исследования по созданию подобных искусственных объективов, но приблизиться к возможностям хрусталика глаза пока не удается.

3.5.3 Характеристики объективов

Объективы в силу постоянства кривизны поверхностей линз и оптической плотности стекла проецируют изображения с различного рода погрешностями. Наиболее заметны из них: сферическая абберрация, проявляющаяся в отсутствии резкости изображения на всем поле зрения (оно резко в центре или по краям);

- астигматизм – отсутствие одновременной резкости на краях поля изображения для вертикальных и горизонтальных линий;
- дисторсия – искривление прямых линий;
- хроматическая абберрация – появление цветных окантовок на границах световых переходов, вызванных различными коэффициентами преломления линз объектива спектральных составляющих световых лучей.

С целью уменьшения погрешностей объективы выполняются из большого (до 10 и более) количества линз с различной кривизной поверхностей. Все или отдельные группы линз склеиваются между собой.

Качество объективов описываются совокупностью *параметров*. Для оценки возможностей средств наблюдения основными из них являются: *фокусное расстояние, угол поля зрения и изображения, светосила, разрешение, частотно-контрастная характеристика*.

По величине *фокусного расстояния* объективы делятся на *короткофокусные*, с фокусным расстоянием f , меньшим длины диагонали кадра поля изображения d , *нормальные* или *среднефокусные* ($f = d$), *длиннофокусные* и *телеобъективы* с $f > d$, а также с *переменным* фокусным расстоянием.

Объектив с *переменным* фокусным расстоянием (панкратический) представляет собой сложную оптическую систему, в которой предусмотрена возможность смещения оптических компонентов, за счет чего изменяется величина фокусного расстояния. Величину фокусного расстояния изменяют дискретно или плавно [19].

Дискретное изменение фокусного расстояния достигается применением афокальных насадок, уменьшающих или увеличивающих фокусное расстояние. Плавное изменение величины фокусного расстояния осуществляется перемещением отдельных компонент вдоль оптической оси по линейному или нелинейному закону. В зависимости от способа коррекции аберрации эти объективы подразделяют на *вариообъективы* и *трансфокаторы*.

Вариообъективы представляют собой единую оптическую схему, в которой изменение фокусного расстояния осуществляется непрерывным перемещением одного или нескольких компонентов вдоль оптической оси.

Трансфокаторы состоят из афокальной насадки с переменным, плавным увеличением и объектива с постоянным фокусным расстоянием.

Сложность оптической конструкции объективов с переменным фокусным расстоянием вызвана, прежде всего, тем, что при изменении фокусного расстояния должно автоматически сохраняться положение плоскости резкого изображения наблюдаемого объекта. Добиваются этого путем оптической компенсации (при линейном перемещении компонентов) и механической (при нелинейном). В первом случае кратность изменения фокусного расстояния не более 3, во втором – 6–7.

По углу поля зрения (изображения) различают *узкоугольные* объективы, у которых величина угла не превышает 30° , *среднеугольные* (угол в пределах 30° – 60°), *широкоугольные* с углом более 60° и, наконец, – с *переменным* углом поля изображения у объективов с *переменным* фокусным расстоянием.

Чем больше фокусное расстояние f объектива, тем больше деталей объекта можно рассмотреть на его изображении, но тем меньше угол поля зрения. Поэтому для обнаружения объ-

екта используют короткофокусные объективы, а для распознавания – длиннофокусные. Размеры объекта h на изображении определяются по соотношению $h = fH/L$ в зависимости от размеров реального объекта H , расстояния от него до объектива L и фокусного расстояния объектива f .

Светосила характеризует способность объектива создавать освещенность в поле изображения в соответствии с яркостью объекта. На светосилу объектива влияют следующие факторы:

- относительное отверстие объектива;
- прозрачность (коэффициенты пропускания, поглощения, отражения) линз;
- коэффициент увеличения (масштаб получаемого изображения);
- коэффициент падения освещенности к краю поля изображения.

Светосила без учета реальных потерь света в линзах оценивается величиной геометрического относительного отверстия $l:k = 1:f/D$, где D – диаметр входного отверстия объектива (апертура) или фокальным числом $F = f/D$. Эффективное относительное отверстие объектива меньше геометрического на величину потерь света в его линзах. По величине относительного отверстия объективы делятся на сверхсветосильные, у которых $l:k = 1:2$ и менее, светосильные ($l:k = 1:2.8-1:4$) и малосветосильные с $l:k = 1:5.6$ и более [19]. Чем больше светосила объектива, тем выше чувствительность средства наблюдения. Однако при этом растут искажения изображения и для их уменьшения усложняют конструкцию светосильных объективов, что естественно приводит к их удорожанию.

Свет, падающий на линзу и проходящий через нее, отражается и поглощается. Количество поглощенного света зависит от толщины стекла (в среднем 1–2% на 1 см толщины). Линзы отражают 4–6% падающего на них свет. Чем больше отражающих поверхностей имеет объектив, тем больше потери света. В объективах из 5–7 линз потери света на отражение могут составлять 40–50% [19]. Уменьшают потери света просветлением линз.

Просветлением называются способы уменьшения отражения света от поверхности стекла путем нанесения на него тонкой пленки с коэффициентом преломления, меньшим преломления стекла линзы. Толщина просветляющей пленки должна составлять $1/4$ длины волны падающего на линзу света. В этом случае отраженные лучи света в силу противоположности их фаз фазам падающих лучей компенсируются и, следовательно, отражение света отсутствует. Первоначально объективы просветляли для желто-зеленой части спектра, к которой наиболее чувствителен глаз человека. Просветленный объектив в отраженном свете приобретал синевато-фиолетовый оттенок и назывался «голубой» оптикой. Современные технологии просветления оптики позволяют наносить на поверхность линзы 12–14 слоев просветляющих пленок и перекрывать тем самым весь спектр видимого диапазона света. Такую оптику маркируют индексами

МС - многослойное покрытие. Объективы МС в отраженном свете не меняют цвет.

Возможность объектива передавать мелкие детали изображения оценивается разрешающей способностью. Она выражается максимальным числом N штрихов и промежутков между ними на 1 мм поля изображения в его центре и по краям. Наиболее высокую разрешающую способность имеют объективы для микрофотографирования в микроэлектронике. Она достигает 280–440 линий на мм по центру и 260–400 линий на мм по краям поля изображения.

Так как одним из основных факторов, определяющих вероятность обнаружения и распознавания объектов, является контрастность его изображения по отношению к фону, то важной характеристикой объектива как элемента средства наблюдения является его частотно-контрастная характеристика. Она служит мерой способности объектива передавать контраст деталей объекта и измеряется отношением контрастности деталей определенных размеров на изображении и на объекте. Уменьшение контраста мелких деталей на изображении вызвано тем, что в результате различных aberrаций объектива на изображении размываются границы деталей наблюдаемых объектов.

Для количественной оценки частотно-контрастной характеристики в качестве исходного объекта используется эталонный объект наблюдения – мира в виде черно-белых линий с уменьшающейся шириной, нанесенных, например, тушью на белой бумаге. По результатам измерений контрастности n линий на проецируемом объективом изображении строится зависимость контраста K от количества линий n в одном мм. Зависимость $K = f(n)$ определяет частотно-контрастную характеристику объектива.

В связи с большими техническими проблемами создания универсальных объективов с высокими значениями показателей, оптическая промышленность выпускает широкий набор специализированных объективов: для фото и киносъемки, портретные, проекционные, для микрофотографирования и т. д.

Для добывания информации применяются объективы трех видов: для аэрофотосъемки, широкого применения (фото, кино и видеосъемки с использованием бытовых и профессиональных камер) и для скрытой съемки.

Объективы широкого применения разделяются в соответствии с размерами фотоаппаратов: для малоформатных и миниатюрных, среднеформатных и крупноформатных камер.

Для скрытого наблюдения используются:

- телеобъективы с большим фокусным расстоянием (300–4800 мм) для фотографирования на большом удалении от объекта наблюдения, например, из окна противоположного дома и далее
- так называемые точечные объективы для фотографирования из портфеля, часов, зажигалки, через щели и отверстия. Они имеют очень малые габариты и фокусное расстояние, но большой угол поля зрения. Например, объектив фотоаппарата РК 420, вмонтированного в корпус наручных часов, имеет размеры 7.5 мм с апертурой 2.8 мм. В мини-

камерах фирм Hitachi, Sony, Philips. Окара используются объективы диаметром 1–4 мм и длиной до 15 мм.

3.5.4 Характеристики визуально-оптических приборов

Для визуально-оптического наблюдения применяются оптические приборы, увеличивающие размеры изображения на сетчатке глаза. В результате этого повышается дальность наблюдения, вероятность обнаружения и распознавания мелких объектов. К визуально-оптическим приборам относятся бинокли, монокуляры, подзорные трубы, специальные телескопы. Для наблюдения за объектами наиболее распространены бинокли. Бинокль (от лат. *binii* – пара и *oculus* – глаз) – оптический прибор из двух параллельных соединенных между собой зрительных труб. В зависимости от оптической схемы зрительной трубы бинокли разделяются на обыкновенные (галилеевские) и призмные.

Зрительная труба призмного бинокля состоит из объектива, обращенного в сторону объекта наблюдения, системы призм, оборачивающей изображение, и окуляра – объектива, обращенного к зрачку глаза. В обыкновенном бинокле призмы отсутствуют, оптические оси объектива и окуляра трубы совпадают, расстояние между центрами объективов и центрами окуляров зрительных труб одинаково и равно 65 мм (среднее расстояние между зрачками глаз наблюдателя). Бинокли этого типа просты по устройству, обладают высокой светосилой, однако имеют малое поле зрения и не позволяют устанавливать углоизмерительную сетку. Наиболее распространены призмные бинокли. Они обладают сравнительно большим полем зрения и повышенной стереоскопичностью за счет увеличения расстояния между центрами объективов труб. В призмных биноклях устанавливают углоизмерительную сетку в фокальной плоскости окуляра. Зрительные трубы у призмных биноклей шарнирно закреплены на общей оси, что позволяет подбирать расстояние между окулярами по базе глаз наблюдателя (от 54 до 74 мм). Объективы и призмы оборачивающей системы закреплены в зрительных трубах неподвижно, а окуляры могут выдвигаться для установки по силе зрения наблюдателя. Для этого на окулярных трубах наносятся диоптрийные шкалы.

Современные бинокли имеют большие коэффициенты (кратности) увеличения. Например, увеличение бинокля Б–15 равно 15, а угол поля зрения ~ 4 град. Бинокль «Марк–1610» (США) имеет кратность увеличения 10 и 20 при угле зрения 5 и 2.5 град, соответственно. При достаточно большом увеличении визуально-оптического прибора его угол зрения становится столь малым, что трудно из-за дрожания рук удерживать изображение наблюдаемого объекта в поле зрения прибора. Для стабилизации изображения визуально-оптические приборы устанавливают на штативе или треноге. В более дорогих приборах применяют электронную стабилизацию изображения, обеспечивающую наблюдение с рук или с движущегося транспор-

та. Например, бинокль со стабилизацией изображения БС 16х40 имеет кратность увеличения 16, размеры 240х195х100 мм и вес не более 2.2 кг.

Чтобы улучшить наблюдение при тумане, ярком солнечном освещении или зимой на фоне снега, на окуляры бинокля надеваются желто-зеленые светофильтры. В некоторых биноклях для обнаружения активных инфракрасных приборов ночью применяют специальный экран, чувствительный к инфракрасным лучам.

В последнее время применяются так называемые панкратические бинокли, плавно изменяющиеся увеличение в значительных пределах (от 4 до 20 и более). При этом в обратно пропорциональной зависимости изменяется величина поля зрения. Такие бинокли наиболее удобны для наблюдения: позволяют производить поиск объектов при большом поле зрения, но малом увеличении, а изучение объекта – при большом увеличении. Например, панкратический бинокль фирмы Tasko (США) имеет увеличение 8–15, угол зрения 6.0–3.6 градусов и диаметр входного зрачка 5–2.3 мм. У панкратических зрительных труб увеличение может изменяться в еще больших пределах. Например, кратность увеличения зрительной трубы фирмы Swiff (Великобритания) составляет 6–30 при угле зрения 7.5–1.3 градусов.

Для скрытного наблюдения удаленных объектов применяют подзорные трубы и специальные телескопы, имеющие объективы с большим фокусным расстоянием. Например, телескоп РК 6500 при фокусном расстоянии 3900 мм и диаметре входной апертуры 350 мм позволяет опознать автомобиль на удалении до 10 км. Однако телескоп имеет сравнительно большие размеры 460х560х1120 мм, вес 54 кг и устанавливается на специальном штативе с электроприводом [20].

На базе волоконно-оптических световодов созданы разнообразные типы технических эндоскопов для наблюдения через малые отверстия диаметром 6–10 мм. Типовой технический эндоскоп состоит: из окулярной части, через которую проводится наблюдение, рабочей части в виде волоконно-оптического кабеля длиной 600–1500 мм, дистальной части, содержащей объектив и осветительного жгута для подсветки объекта наблюдения. Эндоскопы комплектуются сетевыми или аккумуляторными осветителями с источникам света – галогенными лампами мощностью 20–150 Вт. В эндоскопе обеспечивается возможность отклонения дистальной части на 180 градусов в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Угол поля зрения объектива составляет 40–60°, фокусировка объектива обеспечивает наблюдение как вблизи (от 1 мм и далее), так и «в бесконечности» (на расстоянии более 5 м).

3.5.5 Характеристики фото- и киноаппаратов

Визуально-оптическое наблюдение, использующее такой совершенный оптический прибор, как глаз, является одним из наиболее эффективных способов добывания, прежде всего, информации о видовых признаках. Однако оно не позволяет регистрировать изображение для

последующего изучения или документирования результатов наблюдения. Для этих целей применяют фотографирование и киносъемку с помощью фото и киноаппаратов.

Фотографический аппарат представляет собой оптико-механический прибор для получения оптического изображения фотографируемого объекта на светочувствительном слое фотоматериала.

Все фотоаппараты состоят из светонепроницаемого корпуса с закрепленным на его передней стенке объективом, устройства для размещения или фиксации светочувствительного материала, расположенного у задней стенки корпуса, и затвора.

Так как светочувствительный материал обеспечивает получение качественной фотографии при строго дозированной световой энергии, проецируемой на светочувствительный материал, то затвор пропускает в течение определенного времени (времени экспозиции или выдержки) световой поток от фотографируемого объекта.

Указанные части фотоаппарата являются основными. По мере конструктивного развития фотоаппарат «обрастал» различными узлами и механизмами, которые облегчали и автоматизировали процесс съемки, позволяли расширить возможности применения фотоаппарата, улучшить его технические параметры. Эти узлы и механизмы называют вспомогательными. К ним относятся:

- видоискатель для определения границ поля изображения;
- дальномер для ручного или автоматического определения расстояния до объекта съемки;
- фокусируемый механизм для совмещения фокальной плоскости объектива с плоскостью расположения светочувствительного материала;
- механизм, транспортирующий фотопленку на один кадр и точной установки ее против кадрового окна фотоаппарата;
- экспонометрический узел, предназначенный для определения экспозиционных параметров (выдержки и диафрагмы) в соответствии со светочувствительностью используемого фотоматериала и яркостью объекта.

Профессиональные фотоаппараты известных фирм (Nikon, Canon, Zenit, Kodak-, Olympus, Contax, Pentax и др.) представляют собой сложнейшие оптико-электромеханические устройства, автоматически учитывающие все изменения в освещенности объекта во время фотосъемки.

Размер используемого в них светочувствительных материалов положен в основу условного деления всех фотоаппаратов на несколько групп. По этому признаку (по размерам получаемых негативов) выделяют пять групп: микроформатные, полуформатные, мало, средне и крупноформатные. Фотоаппараты применяют различные типы светочувствительных материалов: фотопластинки, плоские и рулонные фотопленки.

Другим важным признаком классификации является назначение фотоаппарата. По этому признаку они делятся на общие и специальные.

От способов обеспечения резкого изображения на светочувствительном материале (наводки на резкость) зависит конструктивное решение почти всего фотоаппарата. По этому признаку фотоаппараты можно разделить на следующие группы [19]:

- с наводкой на резкость по изображению на экране фотоаппарата (у так называемых зеркальных или SLR-фотоаппаратов);
- с наводкой по монокулярному дальномерному устройству, механически связанному с объективом фотоаппарата;
- с неподвижным жестко встроенным объективом, сфокусированным на гиперфокальное расстояние;
- автофокусирующие (с устройством автоматической фокусировки).

По технической оснащенности фотоаппараты можно разделить на следующие классы: *простой, средний, высокий*.

По показателям оснащенности фотоаппарата с встроенными экспонометрами, а также по степени автоматизации установки экспозиционных параметров фотоаппараты делят на три группы: *с ручной установкой, с полуавтоматической и с автоматической установкой экспозиции*.

Повышение технической оснащенности расширяет возможности фотоаппаратов, но усложняет возможность их миниатюризации.

Микроформатные фотоаппараты имеют более простую конструкцию и заряжаются узкой пленкой шириной 8–16 мм. Одна из особенностей ряд» ранних микроформатных фотоаппаратов – горизонтальная компоновка аппарата с объективом, утопленным в корпусе. Корпус таких моделей состоит из двух частей, одна из которых подвижная. Перед съемкой фотоаппарат телескопически раздвигается, открывая объектив и видоискатель. Одновременно производится транспортирование пленки и взвод затвора. Таким образом выдвигная часть корпуса является одновременно защитным кожухом, рычагом взвода и протяжки пленки для следующего кадра («Минокс», «Агфама тик–4008», «Киев–30»).

Другие модели имеют традиционную форму. Мировыми лидерами среди производителей таких фотоаппаратов являются АО «Красногорский завод» и немецкая фирма «Robot» [21].

Например, фотоаппарат «МФ–1» (Красногорский завод) представляет полуавтомат с пружинным приводом, имеет светосильный объектив с F2.8, размер кадра 18x24 мм. Конструкция фотоаппарата предполагает дистанционное управление, а пружинный привод дает возможность работать в любых климатических условиях. Недостаток – относительно большой шум при перемотке. Фотоаппарат «Robot–SC electronic» менее шумящий и при небольших габаритах рабо-

тает с использованием стандартной пленки 35 мм. Параметры некоторых микроформатных фотоаппаратов приведены в табл. 3.3.

Для копирования документов наряду с мини- и микроформатными фотоаппаратами применяют специальные фотоаппараты. Например, копировальный фотоаппарат РК 320 состоит из

Таблица 3.3. Параметры микроформатных фотоаппаратов

Наименование	Габариты, мм	Вес, г	Примечание
«Minox-C2»	122x28x16	102	F = 15 мм
РК 1570-SS (в зажигалке)	26x16x55	40	Негатив 8x11 мм
OVS-I	—	36	Пленка шириной 9.5 мм
РК415	30x18x80	50	Кассета 12. 24, 36 кадров
РК 365	28x52x68	165	Негатив 14x21 мм
РК 785-S	120x50x38	180	F = 24 мм. негатив 13x17 мм

зеркального аппарата, откидной стойки, источника освещения из двух ламп по 10 Вт, блока питания от батареи (8x1.5 В) и сети 220 В, а также из держателя документа. Устройство позволяет фотографировать документы размером А4–А6, размещается в портфеле–дипломате и весит 3.5 кг [20].

Следует отметить, что возможности добывания информации путем фотографирования определяются как параметрами фотоаппаратов, так характеристиками (спектральным диапазоном, чувствительностью, разрешающей способностью) светочувствительных материалов, на которые проецируется объективом изображение наблюдаемого объекта [5].

С начала 90–х годов на основе достижений микроэлектроники развивается принципиально новое направление – цифровое фотографирование. Цифровой фотоаппарат представляет собой малогабаритную камеру на ПЗС электрические сигналы с выхода которой записываются не на магнитную ленту как в видеокамере, а преобразуются в цифровой вид и запоминаются, полупроводниковой памятью фотоаппарата или записываются на его малогабаритный диск.

Цифровой электронный фотоаппарат, обладая возможностями классического электромеханического фотоаппарата, предоставляет пользователю дополнительные функции, которые существенно повышают оперативность фотографии. К ним относятся: возможность съемки в непрерывном режиме с частотой 5–15 кадров/с, запись текстовых и звуковых комментариев, даты и времени фотосъемки, просмотр изображений в процессе и после съемки на поворачиваемся экране (LCD-панели размером 4–5 см), отображение текущих параметров съемки (числа отснятых кадров, объем свободной памяти, текущий режим компрессии) и др. Предусмотрены различные режимы просмотра кадров и стирание не понравившихся, печатание выбранных на специальном принтере. Цифровой фотоаппарат может иметь стандартны интерфейс для просмотра изображения на экране телевизора, записи на видеомэгнитофон или печати на видеопринтер.

Цифровой фотоаппарат также сопрягается с ПЭВМ. Отснятое изображение может отображаться на экране дисплея, редактироваться с помощью графических редакторов, выводиться на печать, передаваться по сети.

Разрешение изображения цифрового фотоаппарата определяется разрешением его светового преобразователя. Но с увеличением разрешения уменьшается при ограниченном объеме памяти количество кадров. Компромисс между разрешением и количеством кадров достигается введением возможности изменения оператором показателей разрешения запоминаемого кадра. Если использовать карты памяти стандарта PCVIA, то количество кадров может быть значительно большим. Для дополнительной памяти объемом 16 Мб количество кадров пропорционально возрастает и составляет сотни снимков.

Изображение с разрешением 640x480 соответствует качеству изображения на экране монитора VGA ПЭВМ, но уступает возможностям фотопленок. Однако цифровое фотографирование не связано с химической обработкой светочувствительных материалов, что резко улучшает потребительские свойства цифровых фотоаппаратов, обладает большой оперативностью просмотра изображений и гибкостью редактирования изображения на ПЭВМ.

Учитывая перспективы миниатюризации радиоэлектронных элементов, прежде всего «памяти», и повышения разрешения ПЗС, у цифровых фотоаппаратов большое будущее. В таблице 3.4. представлены технические характеристики некоторых моделей цифровых фотоаппаратов.

Таблица 3.4. Характеристики цифровых фотоаппаратов.

Модель	Разрешение, точки	Емкость ОЗУ, МБайт	Кол. кадров	Габариты, см	Масса, г
Agfa ePhoto 307	640x480/20x240	2	36/72	76x140x38	370
Apple Quik-Take 150	640x480/20x240	1	16/32	56x135x155	455
Canon Power-Shot	832x608/20x240	1	4/36	90x157x58	625
Casio QV-10-Aplus	480x240	2	96	65x130x40	200
Epson Photo PS	640x480/20x240	1	16/32	90x165x50	65
Kodak DC20	493x373/20x240	1	8/16	60x100x30	120
Kodak DC40	756x504	4	48/99	155x155x135	455
Olympus D-2001	640x480/20x240	2	20/80	145x70x45	310
Ricoh RDC-2	768/576	2	9/38	9/38	310

Примечание. В столбцах 2 и 4 в числителе указаны максимальные значения, в знаменателе – минимальные

3.5.6 Технические характеристики средств телевизионной разведки

Информация о движущихся объектах добывается путем кино- и видеосъемки с помощью киноаппаратов и видеокамер. При киносъемке изображение фиксируется на светочувствительной киноплёнке, при видеозаписи – на магнитной плёнке.

Под киносъемкой понимают процесс фиксации серии последовательных изображений (кадров) объекта наблюдения через заданные промежутки времени, определяемые частотой кадров в секунду. Каждый кадр кинофильма содержит изображение объекта в момент съемки. Число кадров колеблется от единиц кадров в минуту и даже часов для съемки медленно текущих процессов до сотен тысяч в секунду – для сверхскоростной специальной съемки, например, для наблюдения электрического разряда или полета пули.

Устройство кинокамеры близко к устройству фотоаппарата с той принципиальной разницей, что в процессе киносъемки плёнка скачкообразно продвигается с помощью рейфферного механизма перед кинообъективом на один кадр. Закрытие объектива на время продвижения киноплёнки осуществляется заслонкой (обтюратором), вращение которой перед объективом синхронизировано с работой рейффера. Киносъемка движущихся людей производится на 8 и 16-мм плёнку с частотой 16–32 кадра в секунду.

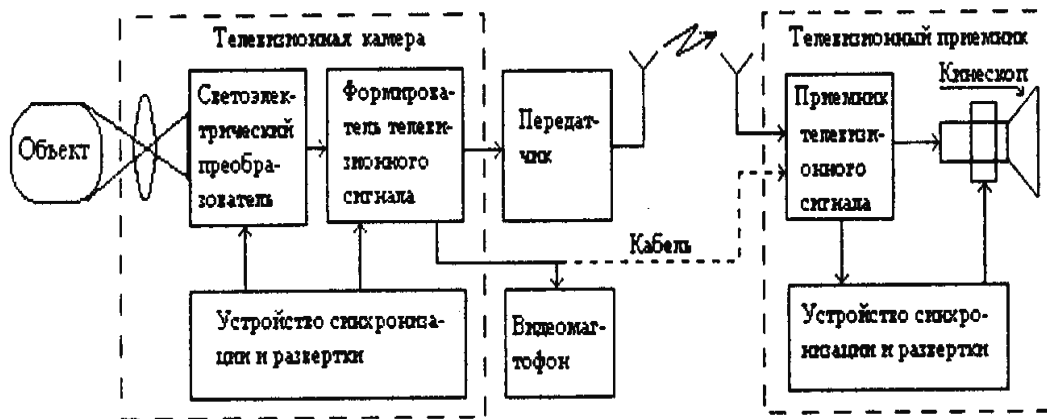


Рис. 3.4. Схема комплекса средств телевизионного наблюдения.

Дистанционное наблюдение движущихся объектов осуществляется с помощью средств телевизионного наблюдения. Схема комплекса средств телевизионного наблюдения показана на рис. 3.4. при телевизионном наблюдении изображение объективом проецируется светочувствительный слой фотокатода вакуумной передающей трубки или мишени твердотельного преобразователя. Фотокатод содержит вещества, из атомов которого кванты световой энергии выбивают электроны, количество которых пропорционально энергии света (яркости элемента изображения). На фотокатоде образуется изображение $Q(x,y,t)$ в виде электрических зарядов, эквива-

лентное оптическому $B(x,y,t)$ изображению, где Q и B – значения соответственно величины зарядов и яркости в точках с координатами x, y в момент времени t .

В вакуумных телевизионных передающих трубках производится считывание величины заряда с помощью электронного луча трубки, отклоняемого по горизонтали и вертикали магнитными полями. Эти поля создаются отклоняющими катушками, надеваемыми на горловину телевизионной трубки.

При телевизионном наблюдении изображение объективом проецируется на светочувствительный слой фотокатода вакуумной передающей трубки.

За время развития телевидения разработано много типов передающих телевизионных трубок, отличающихся чувствительностью фотокатода и разрешающей способностью. Появление достаточно простых ТВ-трубок тип «видикон» позволило создать компактные телекамеры. Миниатюрные видконы с диаметром до 15 мм обеспечивают четкость 400–600 линий. На основе видикона разработаны различные варианты телевизионных передающих трубок: плюмбикон, кремникон, суперортикон, изокон и др., обеспечивающие качественное светоэлектрическое преобразование в широком диапазоне длин волн и освещенности.

В начале 70-х годов был открыт и реализован новый принцип построения безвакуумных, твердотельных преобразователей «свет–электрический сигнал», так называемых приборов с зарядовой связью (ПЗС). В основу таких приборов положены свойства структуры металл-окисел-полупроводник, называемая МОП-структурой (рис. 3.5).

Фотокатод или мишень ПЗС представляет линейку или матрицу из ячеек с МОП-структурами, образованными горизонтальными и вертикальными токопроводящими прозрачными электродами. Размеры каждой ячейки соответствуют размерам элемента изображения.

Разрешающая способность ПЗС определяется количеством ячеек, размещающихся в поле изображения.

Считывание зарядов, образующихся в каждой ячейке ПЗС под действием света точек

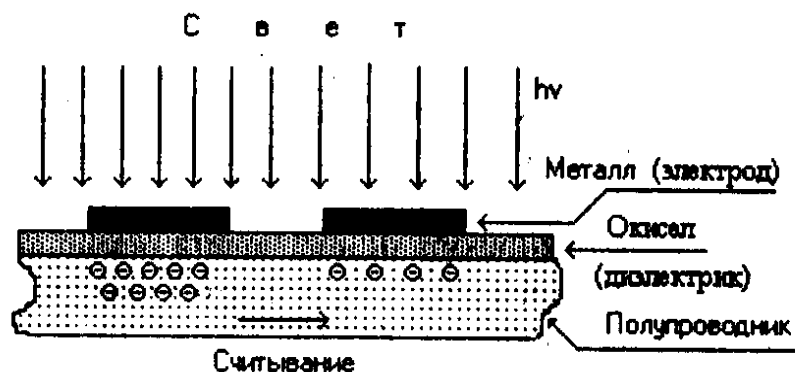


Рис. 3.5. Схема фрагмента ПЗС.

изображения, производится путем последовательного перекачивания зарядов с ячейки на ячейку под действием управляющих сигналов, подаваемых на электроды. В результате этого на выходе ПЗС образуется последовательность электрических сигналов, амплитуда которых соответствует величине заряда на ячейках мишени ПЗС.

Электрический сигнал с выхода вакуумной передающей трубки или ПЗС усиливается и передается по кабелю или в виде радиосигналов к телевизионному приемнику. Последний выполняет обратные функции, преобразуя электрический сигнал в изображение, яркость каждого элемента которого эквивалентна амплитуде соответствующего сигнала. Формирование изображения производится на экране приемной масочной вакуумной трубки (кинескопа) или экране плоских панелей.

В вакуумной приемной телевизионной трубке (кинескопе) изображение создается на ее экране с люминофором электронным лучом, модулируемым электрическим сигналом изображения и отклоняемым по горизонтали (строке) и вертикали (по кадру) синхронно с траекторией отклонения луча передающей трубки или считывания с ПЗС. Синхронность обеспечивается путем передачи синхронизирующих сигналов в виде групп импульсов, моменты формирования которых соответствуют границам строк и кадров. Синхроимпульсы совместно с сигналом изображения образуют полный телевизионный сигнал. В приемнике из полного телевизионного сигнала выделяются синхроимпульсы, которые синхронизируют работу устройств кадровой и строчной развертки. Эти устройства формируют сигналы, при прохождении которых по катушкам отклонения, надетых на горловину кинескопа, создаются магнитные поля, отклоняющие электронный луч.

Но вакуумные приемные телевизионные трубки громоздкие, тяжелые, хрупкие, нуждаются в высоковольтном (20–25 кВ) источнике постоянного тока, устройства развертки потребляют достаточно большую мощность, создаваемые трубкой поля не безвредны для человека. Будущее за панелями.

Известно несколько типов плоских панелей для телевизионных приемников, но наиболее успешно развиваются газоразрядные и жидкокристаллические панели.

Газоразрядную панель образуют два плоскопараллельных стекла, между которыми размещены миниатюрные газоразрядные элементы. В инертном газе газоразрядного элемента под действием управляющих сигналов, формируемых микропроцессором устройства синхронизации и подаваемых на прозрачные электроды одного или обоих стекол, возникает разряд с ультрафиолетовым излучением. Это излучение вызывает свечение нанесенного на переднее или заднее стекло люминофора одного цвета черно-белой панели или люминофоров красного, зеленого или синего цветов цветной панели. Например, газоразрядная панель японской фирмы NHK имеет формат экрана 874x520 мм, 1075200 элементов с шагом 0.65 мм. толщину 6 мм и вес 8 кг. Панель обеспечивает яркость изображения 150 кд/м² и 256 градаций яркости [22].

Основой жидкокристаллической панели служат также две плоскопараллельные стеклянные пластины. На одну из них нанесены прозрачные горизонтальные и вертикальные токопроводящие электроды. В местах их пересечения укреплены пленочные транзисторы, два вывода которых соединены электродами на стекле, а третий образует обкладку конденсатора. Вторую пластину конденсатора представляет прозрачный металлизированный слой на второй стеклянной пластине, расположенной параллельно первой на расстоянии, измеряемом микронами. Между пластинами помещено органическое вещество (жидкий кристалл), поворачивающее под действием электрического поля плоскость поляризации проходящего через него света. С двух сторон панели укреплены поляроидные пленки, плоскости поляризации которых повернуты на 90° относительно друг друга.

Растр телевизионного изображения формируется сигналами, генерируемыми устройством синхронизации и подаваемыми на электроды стеклянных пластин. При подаче на эти электроды напряжения в точке их пересечения конденсатор заряжается и возникает электрическое поле между соответствующими обкладками конденсатора. В зависимости от величины напряжения изменяется угол поляризации жидкого кристалла между обкладками конденсатора. При отсутствии напряжения и, соответственно, электрического поля жидкий кристалл поворачивает угол поляризации света от лампы подсветки на 90° , в результате чего свет свободно проходит через поляроидные пленки. В зависимости от напряжения на обкладках конденсатора угол поляризации может изменяться от 90° до 0° , а прозрачность ячейки панели – от максимальной до не пропускающая света. Панель цветного телевизора содержит красный, зеленый и синий светофильтры, образующие триаду элементов разложения изображения. Например, панель фирмы Sharp LC-104TV1 имеет размеры по диагонали 26,4 см и 480 строк, каждая из которых содержит 19 цветных точек, что обеспечивает получение высококачественного цветного изображения.

Плоские панели имеют преимущества перед вакуумными кинескопами техническим параметрам, экологической безопасности и сроку службы.

Основными характеристиками телевизионных средств наблюдения являются чувствительность передающих трубок (ПЗС) и разрешающая способность. Чувствительность определяется чувствительностью материала фотокатода (мишени), а разрешение – количеством строк разложения изображения.

Современные передающие телевизионные трубки имеют чувствительность, обеспечивающую телевизионное наблюдение объектов при их освещенности от сотых долей до десятков тысяч лк.

Разрешающая способность современных телевизионных средств наблюдения составляет 350–650 линий. Чем выше разрешение, тем меньше длительность сигнала элемента изображения и тем шире спектр телевизионного сигнала. Ширина спектра телевизионного видеосигнала,

передаваемого с частотой кадра 25 Гц и разрешением в 625 строк, составляет 6.5 МГц, телевизионного радиосигнала – 8 МГц.

С целью обеспечения скрытого наблюдения средства наблюдения камуфлируются под бытовые приборы и личные вещи. Некоторые средства приведены в табл. 3.5.

Видеопередатчики работают в диапазоне частот от 60 МГц до 2.3 ГГц и выше. Их мощность составляет от 40 мВт до 50 Вт, при этом обеспечивают дальность передачи от нескольких метров до 20 км. Например, дальность передачи миниатюрного передатчика РК 5115 при мощности 1.5 Вт на частоте 236 МГц составляет 400 м. Для увеличения дальности передачи используются специальные ретрансляторы [20].

Для приема телевизионных радиосигналов используются как телевизионные приемники широкого применения, так и специальные. Например, аудио- и видеоприемник РК 625 аудио и видео сигналов в диапазоне от 60 МГц до 1.2 ГГц, а видеоприемник RX 100 – в диапазоне 1.2–2.3 ГГц. Видеоприемники имеют встроенные микропроцессоры, автоматизирующие операции

Таблица 3.5. Закамуфлированные средства видеонаблюдения.

Наименование	Тип, фирма	Характеристики
Поясная видеокамера	PK5110, ELECTRONIC	ПЗС. 280x350 линий, мин. Освещение 3 лк, угол зрения 55 °. 180 г, передатчик РК 1910,170 г
Поясная видеокамера с магнитофоном	PK6020, ELECTRONIC	ПЗС, 280x350, 3 лк, 180 г, магнитофон 50x110x170 мм, время записи 3 ч.
Цветная видеосистема в кейсе	PK5325, ELECTRONIC	Включает камеру «Сатикон». видеоманитофон, устройство питания, монитор, 460x330x120 мм, 13.2 кг
Видео камера–зажим	OSV–4, KNOWLEDGE EXPRESS	Видеокамера в булавке для галстука. 2 лк. соединена с видеоманитофоном в кармане, продолжительность работы видеоманитофона 3ч.
Автомобильная видеокамера	PK1780–S, ELECTRONIC	Объектив в автомобильной антенне, видеокамера с передатчиком, дальность 3 км, 83x167x49 мм, 460 г
Видеокамера в картинке	OVS–13, KNOWLEDGE EXPRESS	Камера аналогична OVS–12. картина размером 12.5x17.8 см
Фотокамера-часы	PK420, ELECTRONIC	Диаметр 34 мм, толщина 10 мм. вес 70 г, 7 снимков диаметром 5.5 мм
Фотокамера в дипломате	PK1690.–S, ELECTRONIC	Стандартный размер портфеля-дипломата, 7.5 кг. пленка 35 мм, съемка автоматизирована

Примечание. ПЗС – приборы с зарядовой связью.

по поиску и приему сигналов. Например, видеоприемник РК 6625 имеет 100 программируемых каналов памяти, 24-часовой таймер и автоматический режим поиска видеосигналов [20].

Для телевизионного наблюдения в ИК-диапазоне применяют телевизионные камеры с ПЗС, чувствительными к ИК-лучам. Для наблюдения в оптическом диапазоне применяют также лазеры, лучи которых в видимом или ИК-диапазонах подсвечивают объекты в условиях низкой естественной освещенности. Для этой цели луч лазера с помощью чающих зеркал сканирует пространство с наблюдаемыми объектами, а отраженные от них сигналы принимаются фотоприемником так же, как при естественном освещении.

3.5.7 Характеристики приборов ночного видения.

Для визуально-оптического наблюдения в инфракрасном диапазоне необходимо переместить невидимое для глаз изображение в инфракрасном диапазоне (более 0.76 мкм) в видимый диапазон. Эта задача решается в приборах ночного видения (ПНВ).

Основу приборов ночного видения составляет электронно-оптический преобразователь (ЭОП), преобразующий невидимое глазом изображение объекта наблюдения в видимое. Самый простой ЭОП, так называемый стакан “Холста” состоит из двух параллельных пластин, помещенных в стеклянный стакан, из которого выкачан воздух (рис. 3.6).

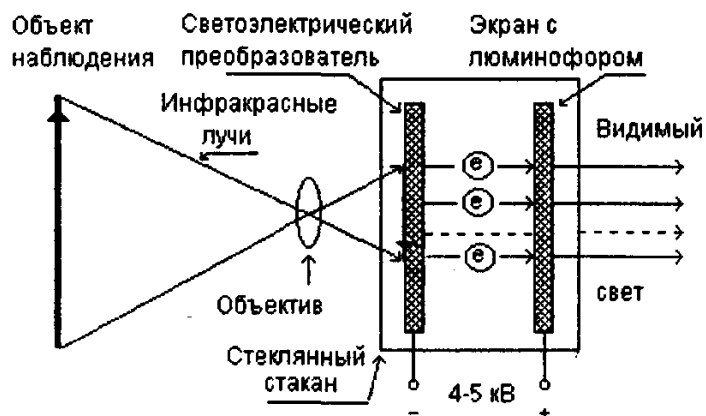


Рис. 3.6. Схема стакана Холста.

Таблица 3.6. Показатели приборов ночного видения

Поколения	Коэффициент уси- ления	Разрешающая способность, лин/мм	Чувствительность. мкА/лм
1 поколение:			
однокамерные;	80	65	–
двухкамерные;	4000	40	–
II поколение	7000–15000	28	270
III поколение	20000–35000	35	1250

Основные показатели приборов ночного видения различных поколений приведены в табл. 3.6 [13].

Внешняя сторона первой пластины – фотокатода покрыта светочувствительным материалом (слоем из окиси серебра с цезием), второй представляет металлизированный экран с люминофором. Между пластинами создается сильное электрическое поле разностью электрических потенциалов 4–5 кВ.

На фотокатод объективом проецируется изображение в ИК-диапазе. В каждой точке фотокатода под действием фотонов света возникают свободные электроны, количество которых пропорционально яркости соответствующей точки изображения. Электрическое поле между пластинами вырывает свободные электроны из фотокатода и, разгоняя, устремляет их к экрану с люминофором. В моменты столкновения электронов с люминофором возникают вспышки видимого света, яркость которых пропорциональна количеству электронов. Таким образом, на экране с люминофором формируется видимое изображение, близкое исходному в ИК-диапазоне.

Однако параметры (чувствительность, разрешение) рассмотренного невысокие и не обеспечивают наблюдение при низкой освещенности и, следовательно, добывание демаскирующих признаков об объекте с мелкими деталями.

С момента создания первого ЭОП в виде стакана Холста разработано сколько поколений этих приборов (от нулевого до 3-го). ЭОП 2 и 3-го поколений, которые используются в настоящее время, имеют чувствительный фотокатод, а между пластинами камеры размещается так называемая микроканальная пластина. Пластина содержит приблизительно 5000 микроканалов 1 мм^2 , внутри которых движутся электроны фотокатода. В результате устранения взаимного влияния электронов от соседних точек фотокатода, движущихся по разным микроканалам, достигается повышение разрешающей способности прибора ночного видения с микроканальной пластиной. Кроме того, в процессе движения электронов внутри каналов происходит «размножение» электронов в результате выбивания их из стенки канала при столкновении с ней движущихся электронов.

На основе ЭОП 2 и 3-го поколений созданы различные приборы ночного видения, включающие ночные бинокли и очки, артиллерийские приборы и прицелы для различных образцов военной техники. Самые малые по размерам ПНВ – очки на базе ЭОП 3-го поколения имеют

угол зрения 40 град., дальность наблюдения (обнаружения) 500 м при естественном освещении около 10^{-3} лк, массу 700 г.

Приборы ночного видения эффективно работают в условиях естественного ночного освещения, но не позволяют проводить наблюдения в полной темноте (при отсутствии внешнего источника света). Их чувствительность недостаточна для приема световых лучей в ИК-диапазоне, излучаемых телами.

Приборы ночного видения (ПНВ) разделяют на 3 группы:

- приборы малой дальности действия (ночные очки), позволяющие видеть фигуру человека на расстоянии 100–200 м. Вес и габариты этих приборов позволяют носить их в карманах, сумках, портфелях;
- приборы (ночные бинокли, трубы) средней дальности (человек виден до 300–400 м), наблюдение ведется с помощью с рук;
- приборы большой дальности действия (до 1000 м), устанавливаемые для наблюдения на треноге или подвижном носителе.

Например, прибор ночного видения – бинокль фирмы Noctron (США) имеет фокусное расстояние 135 мм, угол поля зрения – 10.6° , массу 1.98 кг, габариты 320x80x210 мм, дальность наблюдения человека 300–400 м.

Стационарный прибор ночного видения НМ–10С оснащается длиннофокусным объективом ($F = 250$ мм) с 10–кратным увеличением и специальным окуляром с переходными кольцами для подсоединения фото- и видеокамеры. Электронно-оптический преобразователь обеспечивает усиление 30000 и Разрешение в центре 28 лин/мм. Прибор имеет габариты 200x600 мм, вес 5–1 кг и устанавливается на треноге.

По способу подсветки приборы ночного видения условно разделяют на три типа:

- объект наблюдения подсвечивается с помощью искусственного источника ИК-излучения, размещенного на приборе ночного видения;
- с подсветкой от естественного освещения;
- принимающего собственное тепловое излучение объекта наблюдения.

Приборы ночного видения первого типа содержит ИК-фару в виде обычного источника света мощностью 25–100 Вт, закрытой спереди специальным фильтром. Например, прибор ночного видения с подсветкой «Аргус» позволяет вести наблюдение в полной темноте объектов на удалении до 120 м [5] На этом удалении можно различить силуэт человека и определить тип транс портного средства. Оpoznать человека по признакам внешности и лица можно на значительно меньшем расстоянии – 35–50 м. Приборы ночного видения при освещенности ночью в летнее время (приблизительно 0.005 лк) позволяют видеть фигуру человека на расстоянии до 300–400 м. Например, ПНВ отечественного производства «Ворон–3» имеет пороговый уровень освещенности для визуального обнаружения объектов 0.001 лк, для регистрации – 0.01 лк. Его

разрешающая способность не менее 28 лин/мм, диапазон автоматической регулировки чувствительности 105, напряжение питания 5-9 В, масса – не более 1.2 кг.

3.5.8 Характеристики тепловизоров

Наблюдению объектов в полной темноте (при отсутствии внешних источников ИК-света) на рассмотренных принципах мешают тепловые шумы светоэлектрических преобразователей. Снижение уровня шумов достигается применением малошумящих светочувствительных материалов и охлаждением преобразователей. Для надежного обнаружения теплового излучения объекта наблюдения на фоне шумов светоэлектрического преобразователя (обеспечения отношения сигнал/шум более 1) последний нуждается в охлаждении до весьма низких температур – ($-70...-200$)°С.

Способы охлаждения светоэлектрических преобразователей реализуются в тепловизорах, типовая схема которого приведена на рис. 3.7.

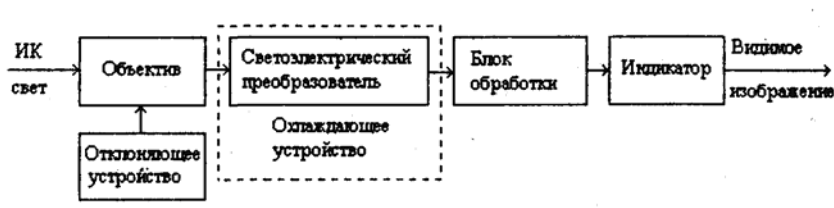


Рис. 3.7. Схема тепловизора.

В качестве светоэлектрических преобразователей современных тепловизоров используются линейки с фотодиодами (60–200 штук), образующих строку кадра. Развертка по вертикали (сканирование) производится путем механического качания зеркала, направляющего световые лучи от объектива к фотоприемнику. Охлаждение фотоприемников осуществляется жидкими газами в специальных сосудах и специальными микрогабаритными охлаждающими устройствами, в которых реализуются принципы термоэлектрического охлаждения, расширения газа в вакууме, термодинамические циклы Стирлинга и др.

Тепловизоры в настоящее время находят применение в качестве средств досмотровой техники и в военном деле. Например, теплотелевизионная система IRTIS–200 предназначена для исследования неоднородностей, возникающих при установке закладных устройств в стенах, измерения параметров тепловых следов и определения времени их проявления, для исследования тепловых потерь в строительстве и энергетике. Чувствительность ИК–камеры IRTIS–200 при охлаждении жидким азотом составляет 0.05° , с термоэлектрическим охлаждением 0.35° . Время сканирования кадра с разрешением 256×256 – не более 1.5 сек. В состав системы входит ПЭВМ типа Notebook. Размеры камеры $200 \times 140 \times 100$ мм, вес не более 2 кг, энергопотребление – не более 1.5 Вт.

Военный ручной французский тепловизор IRGO, работающий в диапазоне 3–5 мкм, обеспечивает наблюдение в полной темноте на расстоянии до 1 км с четкостью 200x120 элементов разложения изображения и с частотой сканирования 25 Гц. Изображение в видимом диапазоне формируется на экране с матрицей из светодиодов, излучающих желтый цвет. Мощность энергопотребления прибора составляет 10 Вт, масса с батареей питания – 4 кг [13].

Основными характеристиками технических средств наблюдения в ИК-диапазоне, влияющими на их возможности, являются следующие:

- спектральный диапазон;
- пороговая чувствительность по температуре;
- фокусное расстояние объектива;
- диаметр входного отверстия объектива;
- угол поля зрения прибора;
- коэффициент преобразования (усиления) ЭОП;
- интегральная чувствительность.

4. РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ РАЗВЕДКА

4.3. Общая характеристика

Радиоэлектронную разведку принято делить по следующим видам.

- Радиоразведка – Communication Intelligence (COMINT);
- Радиотехническая разведка – Electromagnetic Intelligence (ELINT);
- Радиолокационная разведка – Radar Intelligence (RADINT);
- Телевизионная разведка – Television Intelligence (TELINT);
- Разведка с помощью устройств инфракрасной техники – Infrared Sets Reconnaissance.

Как видно из приведенного списка в виды радиоэлектронной разведки частично входят средства и методы оптической разведки.

Радиоразведка – самый старый вид радиоэлектронной разведки. Она нацелена против различных видов радиосвязи. Основное содержание радиоразведки – обнаружение и перехват открытых, засекреченных, кодированных передач связных радиостанций, пеленгование их сигналов, анализ и обработка добываемой информации с целью вскрытия ее содержания и определения местонахождения источников излучения. Сведения радиоразведки о неприятельских станциях, системах их построения и о содержании передаваемых сообщений позволяют выявлять планы и замыслы противника, состав и расположение его группировок, установить местонахождение их штабов и командных пунктов управления, место размещения баз и стартовых площадок ракетного оружия и др.

Радиотехническая разведка – вид радиоэлектронной разведки по обнаружению и распознаванию радиолокационных станций (РЛС), радионавигационных и радиотелекодовых систем, использует методы радиоприема, пеленгования и анализа радиосигнала. Средства радиотехнической разведки позволяют:

- Установить несущую частоту передающих радиосредств;
- Определить координаты источников излучения;
- Измерить параметры импульсного сигнала (частоту повторения, длительность и другие параметры);
- Установить вид модуляции сигнала (амплитудная, частотная, фазовая, импульсная);
- Определить структуру боковых лепестков излучения радиоволн;
- Измерить поляризацию радиоволн;
- Установить скорость сканирования антенн и метод обзора пространства РЛС;
- Проанализировать и записать информацию.

Радиолокационная разведка – предназначена для получения радиолокационного изображения (обстановки). В радиолокаторе формируется зондирующий узкий, сканирующий по горизонтали и вертикали луч электромагнитной волны, которым облучается пространство с объектом наблюдения. Отраженный от поверхности объекта радиосигнал принимается радиолокатором и модулирует электронный луч электронно-лучевой трубки его индикатора, который перемещаясь синхронно с зондирующим лучом «рисует» на экране изображение объекта. Радиолокационное и радиотеплокационное наблюдение осуществляется в радиодиапазоне электромагнитных волн с помощью способов и средств радиолокации и радиотеплокации.

Характеристика видов 5) и 6) дана в предыдущем разделе.

4.4. Особенности, целевое назначение, источники и технические средства

4.4.1 Особенности

Радиоэлектронная разведка обладает следующими особенностями:

- Действует без непосредственного контакта с объектами разведки;
- Охватывает большие расстояния и пространства, пределы которых определяются особенностями распространения радиоволн разных частот;
- Функционирует непрерывно в разное время года и суток и при любой погоде;
- Обеспечивает получение достоверной информации, поскольку она исходит непосредственно от противника (за исключением случаев радиодезинформации);
- Добывает большое количество информации различного характера и содержания;
- Получает информацию в кратчайшие сроки и чаще всего в реальном масштабе времени;
- Малоуязвима и во многих случаях недостижима для противника;

— Действует скрытно. Противник, как правило, не в состоянии установить факт разведки.

4.4.2 Целевое назначение

Радиоэлектронная разведка в зависимости от ее целевого назначения подразделяется на *стратегическую и тактическую*.

Стратегическая радиоэлектронная разведка ведется в интересах правительственных органов и высшего военного командования с целью добывания всесторонней информации о разведываемой стране через его радиоэлектронные средства. Такая информация необходима для подготовки вооруженных сил и ресурсов страны к войне, принятия решения о начале военных действия и умелого ведения стратегических операций.

Тактическая радиоэлектронная разведка считается одним из основных видов обеспечения войск информацией путем непрерывного слежения за электромагнитным излучением многочисленных военных устройств и система противника. Она в состоянии добывать важные сведения для ведения боевых действий силами соединений, частей и подразделений.

Различают наземную, морскую, воздушную и космическую радиоэлектронную разведку. По своему содержанию информация, добываемая этим видом разведки, делится на оперативную и техническую.

Оперативная информация включает сведения, которые необходимы для решения оперативных задач военного командования. К ним относятся:

- открытая или зашифрованная смысловая информация, передаваемая противоборствующей стороной по различным каналам радиосвязи;
- тактико-технические данные и особенности разведываемых активных радиоэлектронных систем (частота настройки, вид модуляции и манипуляции, диаграммы направленности антенн, мощность излучения и т.п.), составляющие их «электронный почерк»;
- типы радиоэлектронных систем: радиосвязи, радиолокации, радионавигации, наведения ракет и дальнего обнаружения, различные телеметрические системы передачи данных;
- количество обнаруживаемых радиоэлектронных систем противника;
- местоположение и территориальная плотность размещения источников излучения электромагнитной энергии противника.

Изучая технические характеристики и особенности радиоэлектронных систем противника, можно определить область их применения и принадлежность. Сопоставляя эти данные с уже известными, полученными разведкой по другим каналам, можно сделать вывод о назначении разведываемых технических средств. Зная это и определяя типы и количество радиоэлектронных средств противника, можно установить дислокацию войсковых частей, военных баз, аэродромов и других объектов. Так, например, зная число радиолокационных станций наведения

управляемых зенитных ракет в какой-либо зоне ПВО противника, можно сделать правильные выводы о количестве батарей зенитных ракет, установленных в этой зоне.

Для анализа и обработки добываемой информации очень важное значение имеют точная фиксация времени начала и конца работы излучающих радиоэлектронных средств и правильное определение их местоположения. Эти данные позволяют установить степень активности противника в определенной территориальной зоне. Указывается, что перед запуском межконтинентальных баллистических ракет с мыса Каннаверал наблюдалось заметное увеличение числа источников электромагнитных излучений в этом районе за счет повышения активности работы радиолокационных станций сопровождения и наведения, средств радиосвязи и передачи данных, а также телеметрических сетей.

Техническая информация содержит сведения о новых системах оружия и управления радиоэлектронными устройствами и об их электрических характеристиках, используемыми разведываемой страной впервые. Целью добывания технической информации является своевременная разработка аппаратуры и методов радиоэлектронной разведки новых систем оружия и средств управления противника. По мнению американских специалистов, техническая информация о новой радиоэлектронной аппаратуре потенциальных противников особенно нужна для создания эффективных технических средств и методов радиопротиводействия и контррадиопротиводействия.

Для получения такой информации средствами радиоэлектронной разведки ведется систематическая разведка новых, ранее неизвестных источников радиопередач, отличающихся диапазоном частот, видами модуляции и манипуляции, параметрами импульсного сигнала, диаграммой направленности антенны и другими характеристиками.

4.4.3 Источники

Зарубежные авторы указывают следующие наиболее важные источники радиоэлектронной разведки:

- активные средства радиосвязи, используемые во всех видах вооруженных сил и в интересах управления государством;
- РЛС разных типов и назначений, применяемые, главным образом, в противовоздушной обороне;
- автоматизированные системы управления, слежения и наведения ракетного и противоракетного оружия, а также космических объектов;
- радионавигационные системы, используемые в морской, воздушной и космической навигации;
- различные телеметрические системы передачи информации.

4.4.4 Технические средства радиоэлектронной разведки

В комплекс технических средств радиоэлектронной разведки входят следующие устройства:

- приемные антенны направленного и ненаправленного действия,
- радиоприемники,
- радиопеленгаторы,
- устройства панорамного обзора,
- анализаторы спектра принимаемых сигналов,
- устройства для автоматического отсчета сдвигов пеленга и частоты,
- выходные устройства для приема сигналов телефонных и телеграфных уплотненных каналов радиосвязи,
- оконечные устройства слухового приема (телефоны, динамики)
- устройства документирования сигналов,
- приборы расшифровки, обработки и хранения принятой информации,
- средства управления, связи и передачи добываемой информации.

4.5. Перехват информации после 2000 года

4.5.1 Проблемы перехвата информации

С середины 90-х годов разведывательные агентства начали испытывать значительные трудности в обеспечении глобального доступа к системам коммуникации. Эти трудности будут продолжать увеличиваться во время и после 2000 года. Главной причиной является сдвиг телекоммуникаций в область оптических линий связи высокой пропускной способности. Проблема состоит в обеспечении физического доступа. За исключением случаев, когда линия проходит через территорию дружественного государства, эффективный перехват возможен только путем вмонтирования специальных устройств в повторители (где они есть). Данное ограничение скорее всего выведет многие зарубежные высокопропускные линии связи из разряда прослушиваемых. Физические размеры оборудования, необходимого для обработки данных, вместе с системами энергообеспечения, передачи информации и записи делает скрытое прослушивание непрактичным и опасным занятием. Даже в тех случаях, когда доступ уже есть (как в случае КОМСАТ), распространение новых систем связи ограничит собирание информации с помощью новых способов, частично по бюджетным ограничениям, частично из-за невозможности доступа, скажем к спутниковым системам типа Иридиума.

В последние 15 лет значительное технологическое преимущество, в свое время имеющиеся у агентств сбора информации, полностью испарилось. Их главные системы покупаются в

готовом виде и равны, если не хуже, систем, используемых в крупных промышленных или академических организациях. Различаются они только в степени защиты от излучения электромагнитных сигналов, по которым можно анализировать их работу. Разведывательные агентства, занимающиеся перехватом информации признают, что длительная война против гражданских и коммерческих шифровальных систем проиграна. Академическое и промышленное сообщество высококвалифицировано в вопросах криптографии и криптологии. Интернет и глобальный рынок создали свободный поток информации, компьютерных систем и алгоритмов. NSA не смогла сломать криптозащиту путем обязательного хранения ключей от шифров под предлогом охраны правопорядка.

4.5.2 Оборудование систем перехвата информации

Десятки работающих на оборону предприятий США в Силиконовой Долине или в Мэрилендском поясе возле Вашингтона выпускают сложнейшую аппаратуру для NSA. Основные корпорации США, такие как Локхид Мартин, Спейс Систем, TPB, Рейтеон и Бендикс также получают контракты от NSA по оснащению основных узлов сбора информации. Полный перечень производимого оборудования находится за пределами данного курса лекций. Состояние дел в технологии современной электронной разведки, однако, может быть продемонстрировано на примере некоторых технологий обработки двух специализированных поставщиков NSA: Applied Signal Technology Inc (AST, Sunnyvale, California) и The IDEAS Operation of Columbia, Мэриленд (часть Science Applications International Corporation (SAIC)). Обе компании имеют директорами бывших старших сотрудников NSA. Когда это явно не указано, предназначение оборудования для перехвата информации может быть идентифицировано по маркировке “TEMPEST screened”. AST утверждает, что “оборудование используется для сбора сигналов с зарубежных средств телекоммуникаций правительством США”. Один ведущий специалист по криптографии емко описал корпорацию AST как “магазин все для ЭШЕЛОНА”.

4.6. Радиоэлектронные каналы утечки информации

В радиоэлектронном канале передачи носителем информации является электрический ток и электромагнитное поле с частотами колебаний от звукового диапазона до десятков ГГц.

Радиоэлектронный канал относится к наиболее информативным каналам утечки в силу следующих его особенностей:

- независимость функционирования канала от времени суток и года, существенно меньшая зависимость его параметров по сравнению с другими каналами от метеоусловий;
- передают речевую информацию с помощью телефонных аппаратов и распространяются по направляющим линиям связи, связывающих абонентов как внутри организации, так внутри населенного пункта, города, страны, земного шара в целом;

- высокая достоверность добываемой информации, особенно при перехвате ее в функциональных каналах связи (за исключением случаев утечки информации);
- большой объем добываемой информации;
- оперативность получения информации вплоть до реального масштаб времени;
- скрытность перехвата сигналов и радиотеплового наблюдения.

В радиоэлектронном канале производится перехват радио и электрических сигналов, радиолокационное и радиотепловое наблюдение. Следовательно, в рамках этого канала утечки добывается семантическая информация видовые и, сигнальные демаскирующие признаки. Радиоэлектронные канал утечки информации используют радио, радиотехническая, радиолокационная и радиотепловая разведка.

Структура радиоэлектронного канала утечки информации в общем случае включает источник сигнала или передатчик, среду распространения электрического тока или электромагнитной волны и приемник сигнала (рис. 4.1).

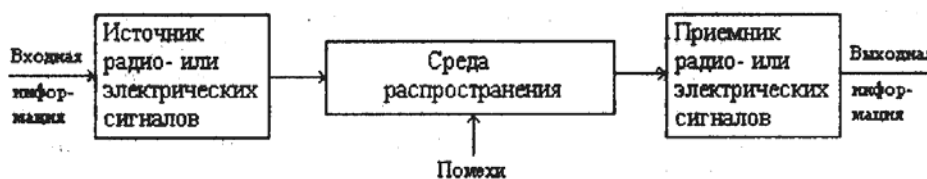


Рис. 4.1. Структура радиоэлектронного канала утечки информации.

В радиоэлектронных каналах утечки информации источники сигналов могут быть четырех видов:

- передатчики функциональных каналов связи;
- источники опасных сигналов;
- объекты, отражающие электромагнитные волны в радиодиапазоне;
- объекты, излучающие собственные (тепловые) радиоволны в радиодиапазоне.

Средой распространения радиоэлектронного канала утечки информации являются атмосфера, безвоздушное пространство и направляющие электрические провода различных типов и волноводы. Носитель в виде электрического тока распространяется по проводам, а электромагнитное поле – в атмосфере, в безвоздушном пространстве или по направляющим – волноводам. В приемнике производится выделение (селекция) носителя с интересующее получателя информацией по частоте, усиление выделенного слабого сигнала и съем с него информации – демодуляция.

При перехвате сигналов функциональных каналов связи передатчики этих каналов являются одновременно источниками радиоэлектронных каналов утечки информации. В общем случае направления распространения электромагнитной волны от передатчика к санкциониро-

ванному получателю и злоумышленнику отличаются. В функциональных каналах связи максимум излучения энергии электромагнитной волны ориентируют в направлении расположения приемника санкционированного получателя. Поэтому мощность источника сигналов радиоэлектронного канала утечки информации, как правило, существенно меньше мощности излучения в функциональном канале связи. В зависимости от способа перехвата информации различают два вида радиоэлектронного канала утечки информации.

В канале утечки первого вида производится перехват информации, передаваемой по функциональному каналу связи. С этой целью приемник сигнала канала утечки информации настраивается на параметры сигнала функционального радиоканала или подключается (контактно или дистанционно) к проводам соответствующего функционального канала. Такой канал утечки имеет общий с функциональным каналом источник сигналов – передатчик. Так как места расположения приемников функционального канала и канала утечки информации в общем случае не совпадают, то среды распространения сигналов в них от общего передатчика различные или совпадают, например, до места подключения приемника злоумышленника к проводам телефонной сети.

Радиоэлектронный канал утечки 2-го вида имеет собственный набор элементов: передатчик сигналов, среду распространения и приемник сигналов. Передатчик этого канала утечки информации образуется случайно (без участия источника или получателя информации) или специально устанавливается в помещении злоумышленником. В качестве такого передатчика применяются источники опасных сигналов и закладные устройства. Опасные сигналы, как отмечалось ранее, возникают на базе акустоэлектрических преобразователей, побочных низкочастотных и высокочастотных полей, паразитных связей и наводок в проводах и элементах радиосредств. Предпосылки для них создаются в результате конструктивных недоработок при разработке радиоэлектронного средства, объективных физических процессов в их элементах, изменениях параметров в них из-за старения или нарушений правил эксплуатации, не учета полей вокруг средств или токнесущих проводов при их прокладке в здании и т. д.

Особенностями передатчиков этого канала являются малые амплитуда электрических сигналов – единицы и доли мВ и мощность радиосигналов, не превышающая десятки мВт (для радиозакладок). В результате этого протяженность таких каналов невелика и составляет десятки и сотни метров. Поэтому для добывания информации с использованием такого канала утечки приемник необходимо приблизить к источнику на величину длины канала утечки или установить ретранслятор. Среда распространения и приемники этого вида каналов не отличаются от среды и приемников каналов первого вида.

Электрические сигналы как носители информации могут быть аналоговыми или дискретными, их спектр может содержать частоты от десятков Гц до десятков ГГц.

Наиболее широко применяются сигналы, ширина спектра которых соответствует ширине спектра стандартного телефонного канала. Такие сигналы передают речевую информацию с помощью телефонных аппаратов и распространяются по направляющим линиям связи, связывающих абонентов как внутри организации, так внутри населенного пункта, города, страны, земного шара в целом.

В общем случае направляющие линии связи создаются для передачи сигналов в заданном направлении с должным качеством и надежностью. Способы и средства передачи электрических сигналов по проводам рассматриваются прикладной областью электросвязи, называемой проводной связью.

Различают воздушные и кабельные проводные линии связи. Воздушные линии связи относятся к симметричным цепям, отличительной особенностью которых является наличие двух проводников с одинаковыми электрическими свойствами.

В зависимости от типа несущих конструкций они делятся на столбовые и стоечные. Столбовыми называются линии, несущими конструкциями которых являются деревянные или железобетонные опоры. Опорами столбовых линий служат металлические стойки, установленные, например, на крышах зданий. Для изоляции проводов воздушных линий друг от друга и относительно земли их укрепляют на фарфоровых изоляторах.

Более широко применяются кабельные линии связи. Кабельные линии связи получили доминирующее развитие при организации объектовой, городской и междугородной телефонной связи. Они составляют 65% телефонных линий России. Кабели бывают симметричными и коаксиальными.

Если обе жилы цепи, образованного кабелем, выполнены из провода одинакового диаметра, имеют одинаковую изоляцию и расположены так, что между ними можно провести плоскость симметрии, то кабель называется симметричным. Если же оба проводника цепи выполнены в форме соосных цилиндров, в поперечном сечении имеют форму концентрических окружностей, то такой кабель – коаксиальный.

Симметричные кабели представляют собой проводники (жилы) с нанесенными на них одним или несколькими слоями изолятора из диэлектрических материалов. Несколько жил, объединенных единым изолятором в виде ленты, образуют ленточные кабели или полосковые линии. Известные конструкции симметричных кабелей содержат от 1х2 до 2400х2 жил под общей защитной оболочкой.

В коаксиальном кабеле один проводник концентрически расположен внутри другого проводника, имеющего форму полого цилиндра. Внутренний проводник изолируется от внешнего с помощью различных изоляционных материалов и конструкций. Для изоляции коаксиальных пар кабеля применяется полиэтилен, фторлан (фторопласт), полипропилен, резина, неорганическая изоляция. Для обеспечения гибкости кабеля внешний проводник выполняется из

медной или железной сетки, а для защиты от внешних воздействий он покрывается слоем изолятора (полихлорвинила).

Основными параметрами проводных линий связи являются ширина пропускаемого ими спектра частот и собственное затухания $Z_c = 101g(P_{вх}/P_{вых})$, где $P_{вх}$ и $P_{вых}$ – мощность сигнала на входе и выходе цепи соответственно.

Если сопротивление проводников на низких частотах (в диапазоне 0–100 кГц) определяется удельным сопротивлением материала и площадью поперечного сечения проводника, то на более высоких частотах начинается сказываться влияние поверхностного эффекта. Сущность его заключается в том, что переменное магнитное поле, возникающее при протекании по проводнику тока, создаст внутри проводника вихревые токи. В результате этого плотность основного тока перераспределяется по сечению проводника (жила) – уменьшается в центре и возрастает на периферии. Глубина проникновения (в мм) тока в медную жилу $\theta = 67/\sqrt{f}$, где f – частота колебаний в Гц. На частоте $f = 60$ кГц глубина проникновения составляет приблизительно 0.3 мм, а на частоте 250 кГц – на порядок меньше, всего около 0.03 мм. Следовательно, ток с этой частотой распространяется по гипотетической тонкой медной трубке с существенно меньшей площадью сечения и, соответственно, большим сопротивлением.

На величину затухания линии влияют также электрические характеристики диэлектрика, наносимого на металлические провода. За счет их удается расширить полосу пропускания линии. При передаче по воздушным линиям со стальными проводами ширина пропускания составляет около 25 кГц, с медными проводами – до 150 кГц. по симметричным кабелям – до 600 кГц. Расширению спектра частот, передаваемых по симметричным цепям, препятствуют возрастающие наводки. Например, удовлетворительным для телефонных линий считается значение переходного затухания порядка 60–70 дБ.

В коаксиальном кабеле электрическое поле замыкается между внутренним и внешним проводниками, поэтому внешнее электрическое поле отсутствует. Кабель не имеет также внешнего магнитного и электромагнитного полей, что и обуславливает его основные преимущества перед симметричными. Вследствие поверхностного эффекта ток при повышении частоты отесняется во внутреннем проводнике к его наружной поверхности, а во внешнем, наоборот, к внутренней. Стандартная коаксиальная пара 1.2/4.4 (с диаметрами внутреннего и внешнего проводников – 1.2 и 4.4 мм соответственно) обеспечивают передачу 900–960 телефонных каналов на расстояние до 9 км или 3600 каналов на расстояние 1.5 км. При увеличении диаметров проводников до 2.6/9.5 число телефонных каналов для длины участка 1.5 км возрастает до 10800. Ширина частотного диапазона такого кабеля достигает 60 МГц [23].

Для повышения частотного диапазона требуется дальнейшее увеличение диаметра коаксиального кабеля. Например, кабель РК 50–17–51 с наружным диаметром изоляции (внешнего

Таблица 4.1. Классификация частот электромагнитных волн.

Диапазон длин волн	Наименование волн	Обозначение и наименование частот	Диапазон частот
> 100 км	–	ELF – чрезвычайно низкие	Доли Гц–3 кГц
10–100 км	Мириаметровые	VLF(ОНЧ) – очень низкие	3–30 кГц
1–10 км	Километровые (длин-)	LF(НЧ) – низкие	30–300 кГц
100–1000 м	Гектаметровые (сред-)	MF(СЧ) – средние	300–3000 кГц
10–100 м	Декаметровые (корот-)	HF(ВЧ) – высокие	3–30 МГц
1–10 м	Метровые	(ОВЧ) – очень высокие	30–300 МГц
10–100 см	Дециметровые	UHF(УВЧ) – ультравысокие	300–3000 МГц
1–10 см	Сантиметровые	SHF(СВЧ) – сверхвысокие	3–30 ГГц
1–10 мм	Миллиметровые	EHF(КВЧ)– крайне высокие	30–300 ГГц
0.1–1 мм	Децимиллиметровые	ГВЧ – гипервысокие	300–3000 ГГц

Примечание. Электромагнитные волны длиной менее 10 м называют также ультракороткими(УКВ).

проводника) 17.3 мм имеет номинальный коэффициент затухания 0.012, 0.035 и 0.05 дБ/м на частотах 200, 450 и 900 МГц соответственно.

В атмосфере и безвоздушном пространстве радиоэлектронного канала утечки информации ее носителями являются поля: в ближней зоне источника поля – электрическое и магнитное, в дальней зоне – электромагнитное.

Электромагнитное поле представляет форму движения материи в виде взаимосвязанных колебаний электрического и магнитного полей. Электромагнитное поле возникает при протекании по проводам источника радиосигнала электрического тока переменной частоты и распространяется с конечной скоростью в окружающем пространстве. Векторы напряженности электрического и магнитного полей взаимно перпендикулярны и перпендикулярны направлению распространения электромагнитной волны. Электромагнитная волна характеризуется частотой колебания, мощностью и поляризацией. По частоте электромагнитные волны классифицируются в соответствии Регламентом радиосвязи, утвержденным на Всемирной административной конференции в Женеве в 1979 г. (табл. 4.1).

Поляризация электромагнитной волны характеризует направление вектора напряженности электрического поля. Если вектор электрического поля лежит в вертикальной плоскости, то поляризация вертикальная, когда он находится в горизонтальной плоскости, то – горизонтальная. Промежуточное положение определяется углом поляризации между плоскостями поляризации и распространения. Плоскостью поляризации называется плоскость, в которой находятся вектора электрического поля и вектор распространения электромагнитной волны.

Мощность излучения электромагнитного поля тем выше, чем ближе частота колебаний в распределенном контуре, образованного индуктивностью проводников и распределенной емкостью между ними и землей, к частоте сигнала. Эффективное преобразование энергии электрических сигналов в электромагнитную волну, выполняется антеннами.

Характер поляризации электромагнитной волны зависит от конструкции, и расположения излучающих элементов антенны. Несоответствие поляризации электромагнитной волны пространственной ориентации элементов приемной антенны, в которых наводятся электрические заряды, приводит к уменьшению величины этих зарядов.

Радиоволны в зависимости от условий распространения делятся на земные (поверхностные), прямые, тропосферные и ионосферные (пространственные).

Земными называются радиоволны, которые распространяются в непосредственной близости от поверхности Земли и частично огибают ее поверхность в результате дифракции. Прямые названы радиоволны, распространяющиеся прямолинейно в атмосфере и космосе.

Радиоволны, которые распространяются в тропосфере – приземной неоднородной области атмосферы не выше 10–12 км от поверхности Земли, называются тропосферными. В тропосфере происходит рассеивание, а также частичное искривление траектории и отражение радиоволн от неоднородностей тропосферы.

Ионосферными называют радиоволны, распространяющиеся в результате преломления их в ионосфере и отражений от земной поверхности. Ионосферу образуют ионизированные под действием ультрафиолетового излучения Солнца верхние слои атмосферы. Концентрация свободных электронов в ионосфере меняется по высоте. В зависимости от концентрации свободных электронов и, соответственно, положительно заряженных ионов ионосферу условно делят на слои – D , E , F_1 и F_2 . Наименьшая концентрация имеет место в слое D , наибольшая – в слое F_2 . Состояние ионосферы непрерывно меняется, оно зависит от времени суток, времени года и солнечной активности, которая имеет 11-летний цикл изменения.

Слой D располагается до высоты примерно 60 км. В ночные часы в слое D преобладает рекомбинация электронов, ионизация уменьшается или исчезает. Слой E расположен на высоте 100–120 км и менее зависит от времени суток, а слои F_1 и F_2 занимают области на высоте примерно 160–400 км, причем ночью слой F_1 исчезает.

В ионосфере происходит преломление, отражение и поглощение радиоволн. Преломление радиоволн обусловлено изменениями диэлектрической проницаемости, и, следовательно, показателя преломления по высоте слоев. По мере распространения радиоволн от наземного источника через более высоко расположенные слои показатель преломления уменьшается, траектория электромагнитной волны искривляется и при определенных условиях волна возвращается на Землю.

Преломление радиоволн на той или иной высоте ионосферы зависит от частоты радиоволн и угла их падения на слой. При прочих равных условиях чем больше угол падения волны, отсчитываемый от вертикальной линии в точке падения, тем более пологая траектория луча в ионосфере и тем меньшая электронная концентрация потребуется для возвращения луча на Землю. Минимальное значение угла падения, при котором еще возможно отражение радиоволн

от ионосферы называется критическим. При угле падения, меньшем критического, радиоволны проходят через ионосферу не отразившись.

Так как коэффициент преломления уменьшается с увеличением частоты, то длинные волны преломляются сильнее, чем короткие, а для УКВ преломление недостаточно для возвращения волн на Землю и они уходят в космическое пространство. Наивысшая частота, при которой электромагнитная волна еще может возвратиться на Землю, называется максимально применимой частотой. Но значение этой частоты неоднозначно вследствие зависимости ее от угла падения. Поэтому вводят понятие критической частоты, которая является максимально применимой частотой при угле падения 0 градусов. Из определения следует, что эта частота представляет собой низшую из всех максимально применимых частот.

За счет многократного преломления радиоволн в ионосфере и отражения от земной поверхности электромагнитная волна может распространяться на большие расстояния, вплоть до огибания Земли. Но при таком распространении волны на земной поверхности возникают зоны молчания, в которые не попадают отраженные от ионосферы электромагнитные волны. В зонах приема происходит интерференция волн, прошедших разный путь от излучателя и имеющих, следовательно, различные фазы. Случайный характер изменения фаз приводит к случайному изменению амплитуды результирующей волны, которое называется замиранием или федингом. Степень поглощения радиоволн в атмосфере увеличивается при повышении плотности ионизации, частоты колебания и пути, проходимой радиоволной в ионосфере. Зимой, когда концентрация электронов в связи с понижением солнечной радиации уменьшается, поглощение радиоволн снижается и дальность распространения увеличивается.

В зависимости от частоты колебания радиоволн характеристики среды распространения имеют следующие особенности.

Километровые (длинные) волны подвержены дифракции, сравнительно слабо поглощаются земной поверхностью и могут распространяться поверхностным лучом на расстояние до 3000 км. В ионосфере они затухают сильнее, но могут отражаться от слоя E и распространяться пространственным лучом на большее расстояние. К преимуществам электромагнитной волны в этом диапазоне как носителя информации относится, кроме большой дальности распространения, сравнительное постоянство напряженности поля в пункте приема в течение суток и года, что обеспечивает устойчивость связи. Эти волны применяются также для связи под водой, где плохо распространяются волны более высоких частот.

Недостатком длинноволновой радиолинии является плохая излучательная способность антенн, их большие размеры, достигающие нескольких сотен метров, высокий уровень атмосферных и промышленных помех и малая пропускная способность.

Гектометровые (средние) волны могут распространяться поверхностным и пространственным лучами. Энергия средних волн поглощается земной поверхностью сильнее, чем энер-

гия длинноволновых, поэтому дальность связи поверхностным лучом составляет примерно 500–1500 км. Однако для средних волн создаются более благоприятные условия распространения пространственным лучом и прием сигналов возможен до 4000 км.

Условия распространения средних волн существенно изменяются в зависимости от времени суток. В ночные часы за счет преломления в ионосфере дальность распространения выше, чем в дневные, когда преобладают поверхностные волны. В этом диапазоне наблюдаются замирания в результате интерференции земных и поверхностных волн или пространственных волн с различными путями распространения, высокий уровень атмосферных и промышленных помех. Антенны в среднем диапазоне по устройству в основном такие же, как и антенны в длинноволновом, но в силу большей близости их геометрических размеров к длинам волн имеют больший коэффициент усиления. Радиоволны в этом диапазоне используются для радиовещания и связи, на флоте и в авиации.

При распространении коротких волн дальность поверхностного луча невелика из-за резкого возрастания поглощения энергии землей. Поле в точке приема создается в основном за счет преломления в различных слоях ионосферы. В результате флюктуации плотности и высоты слоев и взаимодействия лучей на коротких волнах наблюдаются, как правило, глубокие замирания и даже полное пропадание связи в течение единиц и десятков секунд.

Для обеспечения круглосуточной связи в условиях суточного изменения ионосферы необходимо производить периодическую смену частот. Определение оптимальных частот производится специальными службами наблюдения за ионосферой по результатам вертикального и вертикально-наклонного зондирования ее радиоимпульсами. Наиболее благоприятные условия прохождения волн днем чаще складываются на волнах в интервале 10–25 м, а ночью – 35–70 м.

В диапазоне коротких волн на напряженность поля и характер ее изменения в точке приема влияют другие явления, такие как «вспышки» на Солнце, рассеяние волн на мелких неоднородностях ионосферы, повороте плоскости поляризации.

Достоинством коротких волн является возможность обеспечения связи на очень большие расстояния при сравнительно малых мощности передатчика и габаритах антенны, а также малое влияние атмосферных и промышленных помех. Они применяются для связи, радионавигации, радиовещания и радиолюбителями.

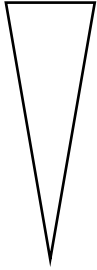
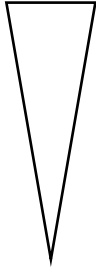
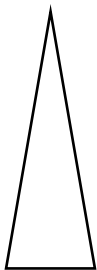
В диапазоне ультракоротких (метровых и более коротких) волн практически отсутствует дифракция. Поэтому они распространяются в пределах прямой видимости, в том числе отражаясь от земли и тропосферы с потерей части энергии на поглощение. Радиоволны в этих диапазонах являются основными носителями информации в сетях телекоммуникаций человечества в силу следующих особенностей:

- имеют широкий частотный диапазон (см. табл. 4.1), обеспечивающий возможность передачи большого объема информации, в том числе путем использования широкополосных каналов;
- низкий уровень атмосферных и промышленных помех, позволяющих использовать приемные устройства с высокой чувствительностью, что повышает дальность приема;
- слабое влияние станционных помех на работу других радиосистем вследствие ограниченности их радиуса видимости;
- возможность создания небольших антенн с узкой диаграммой направленности, позволяющих осуществлять радиосвязь при относительно малой мощности передающих устройств.

Основной недостаток радиоволн рассматриваемого диапазона – существенно большее поглощение их в атмосфере, в том числе природными осадками (дождем, туманом, снегом, градом), особенно в миллиметровом диапазоне, и, как следствие, относительно малая дальность распространения.

Результаты сравнительного анализа характеристик радиоволн различных диапазонов приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Сравнительные характеристики радиоволн различных диапазонов

Диапазон	Дальность распространения	Антенны	Уровень помех	Поглощение в атмосфере
ДВ	Поверхностной волной – до 3 тыс. км, пространственной – до 20 тыс. км	Громоздкие	Высокий	Слабое
СВ	Поверхностной – до 1500 км, пространственной – до 4000 км			
КВ	Пространственной – на любое расстояние			
УКВ	Прямая видимость	Компактные	Низкий	Сильное

Для повышения дальности связи применяют следующие методы:

- подъем передающей или приемной антенн с помощью инженерных конструкций (мач, башен) и летно-подъемных аппаратов (аэростатов);
- ретрансляция радиосигналов с помощью наземных и космических ретрансляторов;
- использование тропосферных волн в УКВ диапазоне.

Передающие антенны на башнях устанавливаются для постоянного обеспечения связи, радио и телевизионного вещания в городах, районах и областях. Для периодического и эпизодического приема сигналов от отдаленных источников в качестве носителей приемников сигналов используют привязанные аэростаты. Информация с них на землю передается по кабелю или радиоканалу.

Для передачи информации в УКВ диапазонах частот на большие расстояния широко применяются ретрансляторы. С помощью наземных ретрансляторов создаются радиорелейные линии (РРЛ), представляющие собой цепочку приемно-передающих станций, каждая из которых устанавливается в пределах прямой видимости соседних. Все станции РРЛ разделяются на оконечные, промежуточные и узловые. Оконечные радиорелейные станции располагаются в начале и конце линии. На этих станциях вводится и выделяется информация, обеспечивается распределение информации между потребителями. Промежуточные станции предназначены для ретрансляции сигналов. Узловые радиорелейные станции - это промежуточные станции, на которых происходит разветвление принимаемых сигналов по различным направлениям, выделение части передаваемой информации (например, программ телевидения) и введение новой информации.

Диапазон частот, предназначенных для передачи информации одного вида, объединяются в радиочастотный ствол: телевизионный, телефонный и т. д. Существующие отечественные РРЛ могут содержать до 8 стволов, а ствол, например, телефонный – до 1920 телефонных каналов. Для каждого ствола с целью исключения взаимного влияния выделяются две рабочие частоты - для передачи и приема. Принятые каждой станцией сигналы на частоте приема усиливаются и преобразуются на частоте передачи и излучаются в направлении следующей станции. Около 30% телефонных каналов РФ обеспечивает радиорелейная связь.

Разновидностью радиорелейных линий связи являются тропосферные линии связи, использующие явление рассеяние ультракоротких радиоволн в неоднородностях тропосферы. К таким неоднородностям относятся области тропосферы с резко изменившимися значениями диэлектрической проницаемости. Неоднородности вызываются неравномерностью состояний различных точек тропосферы, непрерывным перемешиванием и смещением воздушных масс в результате неравномерного разогрева Солнцем различных участков поверхности Земли и слоев тропосферы. Для устойчивой тропосферной радиосвязи применяют антенны с высоким коэффициентом усиления (40–50 дБ), мощные передатчики (1–10 кВт) и высокочувствительные приемники. Тропосферные линии связи чаще всего имеют протяженность 140–500 км.

Ретрансляторы, устанавливаемые на искусственных спутниках Земли (ИСЗ), наиболее широко используются для обмена информацией между абонентами, удаленных друг от друга на тысячи километров. Они являются элементами (звеньями) спутниковых линий связи, которые содержат также оконечные наземные передающие и приемные станции. Естественно, что связь

возможна лишь в том случае, если спутники находятся в зоне видимости обеих земных станций. Для ретрансляции радиосигналов применяются КА на геостационарной (стационарной) и эллиптической орбитах, а также низкоорбитальные КА.

При распространении радиоволн в городе характер их распространения существенно искажается по сравнению с распространением на открытых пространствах за счет многочисленных переотражений от стен зданий и помещений и затухания в них. Эти обстоятельства необходимо учитывать при оценке пространственной ориентации и возможностей каналов утечки информации. Экранирующие свойства некоторых элементов здания приведены в табл. 4.3. [24].

Таблица 4.3. Экранирующие свойства зданий

Тип здания	Ослабление, дБ на частоте		
	100 МГц	500 МГц	1 ГГц
Деревянное здание с толщиной стен 20 см	5–7	7–9	9–11
Кирпичное здание с толщиной стен 1.5 кирпича	13–15	5–17	16–19
Железобетонное здание с ячейкой арматуры 15x15 см и толщиной 160 мм	20–25	18–19	15–17

Указанные в таблице данные получены для стен, 30 процентов площади которых занимают оконные проемы с обычным стеклом. Если оконные проемы закрыты металлической решеткой с ячейкой 5 см, то экранирование увеличивается на 30–40%. Экранирующие свойства кирпичных и железобетонных стен зданий в 2–3 раза выше, чем деревянных.

Многообразие природных и искусственных источников излучений в радиодиапазоне порождает проблему электромагнитной совместимости радиосигналов с определенной информацией с другими радиосигналами – помехами с совпадающими частотами. Классификация помех представлена рис. 4.2.



Рис. 4.2. Классификация помех в технических каналах утечки

Природные или естественные помехи вызываются следующими природными явлениями:

- электрическими грозовыми разрядами, как правило, на частотах менее – 30МГц;
- перемещением электрически заряженных частиц облаков, дождя, снега и др.;

- возникновением резонансных электрических колебаний между землей и ионосферой;
- тепловым излучением Земли и зданий в диапазоне более 30–40 МГц;
- солнечной активностью в основном на частотах более 20 МГц;
- электромагнитными излучениями неба, Луны, других планет (на частотах более 1 МГц);
- тепловыми шумами в элементах и цепях радиоприемников.

В городах к естественным помехам добавляются промышленные помехи, которые по характеру спектра излучений делятся на флуктуационные, гармонические и импульсные.

Флуктуационные помехи имеют распределенный по частоте спектр и создаются коронами высоковольтных линий электропередач, лампами дневного света, неоновой рекламой, электросваркой и другими электрическими разрядами. Спектр промышленных гармонических помех локализован на частотах излучений, возникающих при нелинейных преобразованиях в промышленных установках. Импульсные помехи, возникающие, прежде всего, при замыкании и размыкании электрических контактов выключателей, характеризуются сосредоточением энергии электромагнитных излучений в короткий промежуток времени.

Так как электромагнитные волны в радиодиапазоне являются основными носителями информации, то с целью нарушения управления и связи в ходе радиоэлектронной борьбы созданы разнообразные средства генерирования помех.

По эффекту воздействия радиоэлектронные помехи делятся на маскирующие и имитирующие. Маскирующие помехи создают помеховый фон, на котором затрудняется или исключается обнаружение и распознавание полезных сигналов. Имитирующие помехи по структуре близки к полезным сигналам и при приеме могут ввести в заблуждение получателя.

По соотношению спектра помех и полезных сигналов помехи подразделяются на заградительные и прицельные. Заградительные помехи имеют ширину спектра частот, значительно превышающую ширину спектра полезного сигнала, что позволяет подавлять сигнал без точной настройки на его частоту.

Прицельная помеха имеет ширину спектра, соизмеримую (равную или превышающую в 1.5–2 раза) с шириной спектра сигнала, и создает высокий уровень спектральной плотности мощности в полосе частот сигнала при невысокой средней мощности передатчика помех.

По временной структуре излучения помехи бывают *непрерывные и импульсные* (в виде немодулированных или модулированных радиоимпульсов).

4.7. Основные показатели

Принципы радиолокационного наблюдения показаны на рис.4.3.

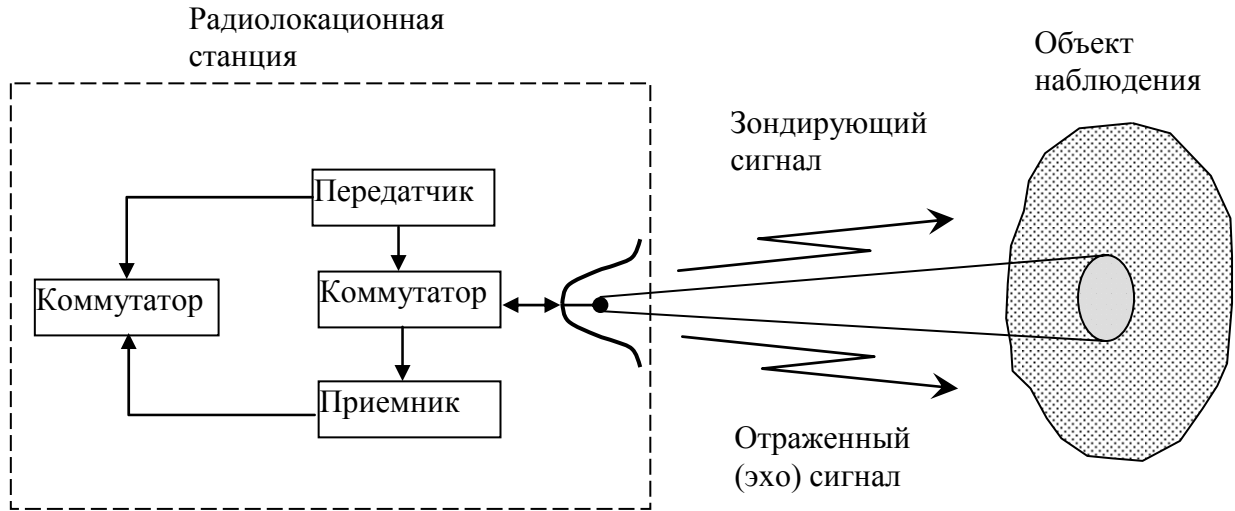


Рис. 4.3. Принципы радиолокационного наблюдения

Так как в радиолокаторе для передачи и приема используется одна и та же антенна, то при излучении коммутатор подключает к антенне передатчик, а при приеме – приемник. Момент излучения фиксируется на индикаторе РЛС в качестве точки отсчета для измерения дальности нахождения объекта. Расстояние до объекта равно половине пути, который проходит электромагнитная волна за время между моментами излучения зондирующего сигнала и приема отраженного от объекта сигнала.

Радиолокационное изображение существенно отличается от изображения в оптическом диапазоне. Различие обусловлено разными способами получения изображения и свойствами отражающей поверхности объектов в оптическом и радиодиапазонах. Отражательная способность объекта или его элементов характеризуется эффективной площадью рассеяния.

Основными показателями радиолокационных средств наблюдения являются:

- дальность наблюдения;
- разрешающая способность на местности.

Дальность радиолокационного наблюдения зависит от излучаемой радиолокатором энергии (мощности передатчика локатора) и характеристик среды, распространения электромагнитной волны. Ослабление электромагнитной волны зависит от дальности распространения и поглощения ее в среде. Чем короче длина волны, тем больше она затухает в атмосфере. Но одновременно тем выше может быть обеспечена разрешающая способность радиолокатора на местности.

Разрешение радиолокатора на местности определяется величиной пятна, которое создает луч радиолокационной станции на поверхности объекта или местности. Пятно тем меньше, чем уже диаграмма направленности антенны радиолокатора. Ширина диаграммы направленности антенны, в свою очередь, обусловлена соотношением геометрических размеров конструкции антенны и длины волны. Кроме того, следует иметь в виду, что электромагнитная волна отражается от объекта или его деталей, если их размеры превышают длину волны. Если размеры их значительно меньше, то волна эти объекты огибает. В связи с этими соображениями наиболее широко в радиолокации применяется сантиметровый диапазон с тенденцией перехода в мм-диапазон,

Наземные радиолокаторы бывают малой, средней, большой дальности и сверхдальнего действия. РЛС малой дальности применяют для обнаружения подей и транспортных средств на расстоянии в сотни метров, средней – единицы км, большой – десятки км. Точность определения координат наземных РЛС составляет по дальности 10–20% и около градуса по азимуту.

Сверхдальние (загоризонтные) РЛС используют эффект, открытый в 60-е годы Н. И. Кабановым. Этот эффект состоит в распространении радиоволн в гексаметровом диапазоне на большие расстояния не только в прямом, но и обратном направлениях. Отражаясь от объектов на земной поверхности на удалении 800–4000 и более км от РЛС, электромагнитные волны, несущие информацию о демаскирующих признаках объектов, принимаются и регистрируются приемником радиолокатора. Но из-за нестабильности ионосферы разрешение таких РЛС значительно хуже, чем у надгоризонтных радиолокаторов.

Повышение разрешающей способности радиолокаторов без значительного увеличения размеров антенны, что особенно важно для воздушного и космического радиолокационного наблюдения, обеспечивается в радиолокационных станциях бокового обзора (РЛС БО). Они размещаются на самолетах и разведывательных КА.

В РЛС БО применяются два вида антенн: радиолокационные вдольфюзеляжные (РФА) и с синтезированной (искусственной) апертурой (РСА). Принцип работы радиолокаторов бокового обзора рассмотрены в [5].

Элементы антенны первого вида размещают на фюзеляже самолета с обеих его сторон или в подвесном контейнере-обтекателе. Благодаря такому расположению длина антенны может достигать 10–15 м. Такая антенна создает узкую (в доли градусов) диаграмму направленности в горизонтальной плоскости и широкую – в вертикальной. Антенна формирует один или два (при обзоре двух сторон) луча, направленных перпендикулярно линии полета самолета V_c (см. рис. 4.4).

Излученный антенной РЛС БО радиоимпульс облучает участок местности шириной Δx и длиной Δy . При полете самолета по прямолинейной траектории луч РЛС перемещается вместе с

самолетом, а на индикаторе РЛС формируется изображение полосы местности, параллельной траектории полета самолета.

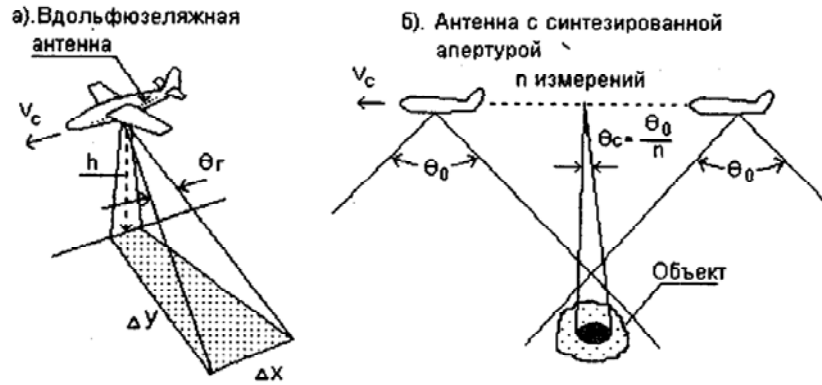


Рис.4.4. Принципы работы радиолокатора бокового обзора

Особенностью бокового обзора является невозможность просмотра полосы местности под самолетом и ухудшение линейного разрешения пропорционально увеличению боковой дальности от самолета.

Повышение угловой разрешающей способности РЛС с синтезированной апертурой антенны основано на формировании узкой диаграммы направленности по азимуту с помощью искусственно создаваемой антенной решеткой. В РЛС применяется небольшая антенна, широкая диаграмма направленности которой неподвижна относительно самолета и направлена перпендикулярно линии полета. При полете самолета антенна РЛС последовательно занимает пространство положения на прямой траектории полета самолета, эквивалентные положениям элементов гипотетической антенной решетки. В результате запоминания сигналов, последовательно принимаемых антенной в n точках траектории полета самолета, и их когерентного суммирования достигается эффект, аналогичный приему n элементами физической антенной решетки. Размер решетки (синтезированной апертуры) соответствует длине участка, траектории, на котором производится запоминание и когерентное суммирование сигналов. Ширина диаграммы направленности в горизонтальной плоскости синтезированной антенны РЛС в n раз меньше ширины диаграммы физической антенны, установленной на самолете или КА. Используя этот метод, можно увеличить разрешающую способность РЛС по азимуту в 100 более раз.

При наблюдении земной поверхности с помощью РЛС с РСА предъявляются жесткие требования к прямолинейности траектории полета самолета, к стабильности амплитудно-фазовых характеристик приемопередающего тракта РЛС и устройств обработки сигналов, па-

раметров среды распространения и характеристик отражения радиоволн наблюдаемыми объектами. Для цифровой обработки сигналов требуется так же высокая производительность и большой объем памяти бортового компьютера.

Наряду с тенденцией уменьшения длины волны радиолокатора для повышения его разрешающей способности применяются РЛС в дециметровом и метровом диапазонах волн. Главное преимущество волн с более низкими частотами – существенное увеличение их проникающей способности. Для сухой почвы она может достигать нескольких метров. Это позволяет наблюдать сигналы, отраженные не только от поверхности Земли или объекта, но и различными неоднородностями в глубине. Появляются дополнительные демаскирующие признаки объектов и возможность их наблюдения при маскировке, например, естественной растительностью. Прием слабых тепловых радиоизлучений материальных тел (объектов) обеспечивает пассивная радиолокация или радиотеплолокация. Мощность излучения объектов в радиодиапазоне с приемлемой погрешностью определяется по формуле Релея-Джинса, в соответствии с которой энергетическая плотность (мощность в Вт на м²) излучения пропорциональна температуре (в °К) и обратно пропорциональна квадрату длины волны.

Радиотеплолокационное наблюдение объектов осуществляется с помощью специальных радиоприемных устройств, называемых радиометрами. В радиометре производится суммирование по мощности тепловых радиоизлучений поверхности объекта наблюдения, детектирование сигнала, усиление видеосигнала и формирование радиотеплолокационного изображения на индикаторе (экране) аналогично формированию изображения на индикаторе радиолокационной станции. В связи с тем, что параметры антенны радиометра оказывают более существенное влияние на его дальность и разрешение, к антенне радиометра предъявляются более жесткие требования к максимуму коэффициента усиления и минимуму уровня боковых лепестков. Применяются зеркальные параболические, линзовые и многоэлементные антенны.

Для снижения собственных тепловых шумов во входных каскадах радиометра используются слабошумящие квантомеханические и параметрические усилители, различные способы компенсации помех в цепях радиометра и др.

Учитывая невысокие по сравнению с активной радиолокацией дальность и разрешение радиометров, возможности радиотеплолокации по добыванию видовых демаскирующих признаков весьма ограничены.

4.8. Излучатели электромагнитных полей

4.8.1 Основные понятия

В состав систем и средств информатизации и связи входит большое количество различных устройств и соединительных линий, содержащих токоведущие элементы. Прохождение

электрических сигналов и токов по различным цепям технических средств сопровождается возникновением в окружающей среде электромагнитных полей. Необходимым условием возникновения таких полей является наличие в технических средствах элементов, обладающих антенными свойствами, в которых и осуществляется возбуждение электромагнитного поля соответствующими токами и зарядами.

Структура и количественные параметры электромагнитных полей, сопровождающих работу различных технических средств, зависят от элементной базы, принципов построения, конструктивных особенностей и условий размещения этих средств. Такие электромагнитные излучения технических систем и средств являются потенциальными носителями опасных сигналов и относятся к классу нежелательных излучений. Распространение этих нежелательных электромагнитных излучений в окружающем пространстве создает предпосылки для утечки информации за счет их перехвата техническими средствами разведки.

Электромагнитное поле возбуждается в пространстве токами и зарядами излучающей системы – антенны. Излучатели электромагнитных полей можно разделить на две группы.

К первой группе относятся передающие антенны различных радиотехнических средств, которые специально предназначены для преобразования подводимых к ним электромагнитных колебаний в электромагнитные поля с целью передачи информации по радиоканалу через свободное пространство.

Вторая группа излучателей включает в себя элементы, обладающие свойствами антенн, но по своему функциональному назначению не предназначенные для возбуждения электромагнитных полей, т.е. случайные антенны.

В зависимости от соотношения между расстоянием r от излучателя до точки приема и длиной волны λ излучаемого поля пространство вокруг излучателя может быть разделено на три области:

- ближнюю зону ($r \ll \lambda$);
- промежуточную зону ($r \sim \lambda$);
- дальнюю зону ($r \gg \lambda$),
- в которых свойства электромагнитного поля проявляются по-разному.

4.8.2 Антенны

Излучатели первой группы предназначены для формирования поля в основном в дальней зоне. В настоящее время в радиопередающих устройствах различных систем передачи информации широко используются самые разнообразные антенны. По типу излучающих элементов антенны подразделяются на следующие группы [16]:

Таблица 2.1. Группы антенн и их характеристика

Линейные антенны.	Апертурные антенны.	Антенны поверхностных волн.
<p>К линейным относят антенны, у которых токи протекают по сравнительно узким каналам, с поперечными размерами, малыми по сравнению с продольными и с длиной волны. К таким антеннам прежде всего относят проволочные (симметричные и несимметричные), а также щелевые антенны. В настоящее время проволочные антенны используются в диапазонах километровых, гектометровых, дециметровых и метровых волн. Щелевые антенны главным образом применяются в диапазонах ультра- и сверхвысоких частот.</p>	<p>Апертурными называют антенны, излучение которых происходит через раскрыв, называемый апертурой. Такие антенны обычно используются в диапазонах ультра-, сверх- и крайне высоких частот. К апертурным антеннам относятся, в первую очередь, рупорные, линзовые и зеркальные антенны. Отличительной особенностью этих антенн является то, что электрические токи у них протекают по проводящим поверхностям, имеющим размеры, соизмеримые или много больше по сравнению с длиной волны.</p>	<p>Антенны поверхностных волн возбуждаются бегущими электромагнитными волнами, распространяющимися вдоль антенны, и излучают преимущественно в направлении распространения. Примером такой антенны является стержневая диэлектрическая антенна, являющаяся продолжением открытого конца волновода и имеющая максимум излучения вдоль своей оси. Антенны поверхностных волн находят практическое применение главным образом в диапазонах очень высоких, ультра-высоких и сверхвысоких частот.</p>

Рассмотренные типы антенн могут применяться в качестве одиночных антенн, а также группироваться в многоэлементные решетки (например, фазированные антенные решетки). Кроме того, возможно создание и использование гибридных антенных систем, объединяющих свойства различных антенн. Решение задач определения и измерения параметров электромагнитного поля, формируемого различными антеннами в дальней зоне, осуществляется методами электродинамики, теории и практики антенных систем [16].

4.9. Случайные излучатели

Случайные излучатели, роль которых при работе технических средств и систем играют отдельные элементы или соединительные линии, могут быть сосредоточенными (при их малых в сравнении с длиной волны λ излучаемых колебаний линейных размерах ($l \ll \lambda$)), соизмеримыми с длиной волны ($l \sim \lambda$) и распределенными ($l \gg \lambda$).

4.9.1 Электрический диполь

В теории электромагнитного поля в качестве простейших излучателей широко используются элементарные электрические и магнитные диполи. Элементарным электрическим диполем называют прямолинейный излучатель длиной l много меньшей, чем длина волны λ , вдоль которого амплитуда и фаза тока неизменны (рис. 4.5).

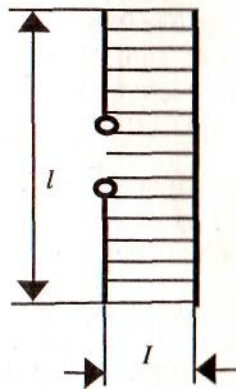


Рис. 4.5. Элементарный электрический излучатель (электрический вибратор)

Составляющие комплексных амплитуд напряженности поля, создаваемого элементарным электрическим диполем, расположенным в однородной неограниченной среде (без потерь) вдоль оси Z сферической системы координат, в точке наблюдения на расстоянии l при изменении тока в излучателе по гармоническому закону $Ie^{j\omega t}$ определяются выражениями [25]: – для ближней зоны (рис. 4.6а)

$$H_{\varphi} = \frac{\dot{I}l}{4\pi r^2} \sin \theta, \quad (4.1)$$

$$\dot{E}_r = -j \frac{\dot{I}l}{2\pi\omega\epsilon r^3} \cos \theta, \quad (4.2)$$

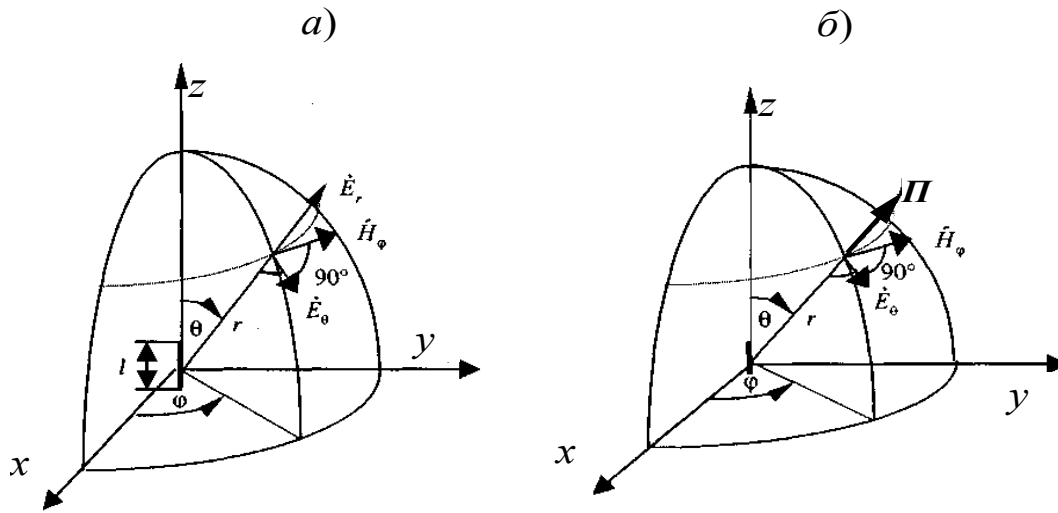


Рис. 4.6. Компоненты электромагнитного поля электрического диполя в ближней а и дальней б зоне. Π – вектор Пойтинга в дальней зоне.

$$\dot{E}_r = -j \frac{\dot{I}l}{2\pi\omega\epsilon r^3} \sin\theta, \quad (4.3)$$

– для дальней зоны (рис. 4.6б)

$$H_\varphi = j \frac{kI l}{4\pi r} e^{-jkr} \sin\theta, \quad (4.4)$$

$$E_\theta = j \frac{kI l Z_B}{4\pi r} e^{-jkr} \sin\theta, \quad (4.5)$$

где $k = 2\pi/\lambda = \omega\sqrt{\epsilon\mu}$ – волновое число; λ – длина волны колебаний в среде; ϵ и μ – абсолютные диэлектрическая и магнитная проницаемость, соответственно; ω – угловая частота.

Анализ выражений (4.1) – (4.3) показывает, что в ближней зоне составляющие вектора напряженности электрического поля изменяются обратно пропорционально r^3 и отстают по фазе на 90° от составляющей вектора напряженности магнитного поля, которая изменяется обратно пропорционально r^2 . Взаимная ориентация составляющих векторов \dot{E} и \dot{H} ближней зоне в сферической системе координат представлена на рис. 4.6а.

Из выражений (4.4), (4.5) следует, что в дальней зоне векторы напряженности электрического и магнитного полей синфазны и убывают обратно пропорционально r . Взаимное расположение векторов напряженности поля в дальней зоне показано на рис. 4.6б. Векторы \mathbf{E} и \mathbf{H} лежат в плоскости, перпендикулярной направлению распространения: вектор \mathbf{E} лежит в плоскости, проходящей через ось диполя, а вектор \mathbf{H} – в плоскости, параллельной плоскости ХОУ. Такая картина поля характерна для поперечной электромагнитной волны.

4.9.2 Магнитный диполь

Другим простейшим излучателем является небольшой виток провода (плоская рамка в виде круглого витка радиуса a) с переменным электрическим током $I e^{j\omega t}$ (рис. 4.7). Предполагается, что во всех точках провода ток имеет неизменную амплитуду и фазу. Практически это условие реализуется при размерах рамки, малых в сравнении с длиной волны λ .

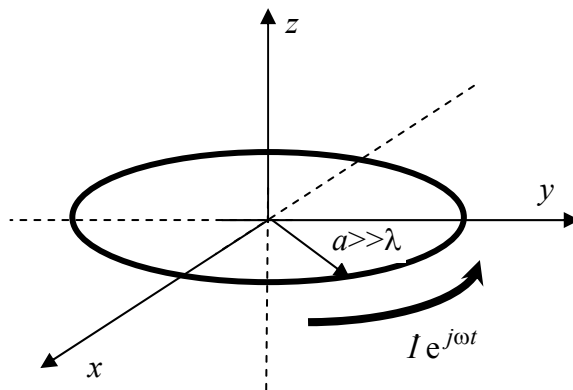


Рис. 4.7. Элементарный магнитный излучатель (магнитный вибратор).

Комплексные амплитуды компонент поля элементарного магнитного диполя определяются в соответствии с общей теорией поля соотношениями [25]:

– для ближней зоны (рис. 4.8а):

$$E_{\varphi} = \frac{IS\mu\omega}{4\pi r^2} \sin \theta, \quad (4.6)$$

$$\dot{H}_r = j \frac{\dot{I}S}{2\pi r^3} \cos \theta, \quad (4.7)$$

$$\dot{H}_{\theta} = j \frac{\dot{I}S}{4\pi r^3} \sin \theta, \quad (4.8)$$

– для дальней зоны (рис. 2.176):

$$E_{\varphi} = j \frac{Ik^2 SZ_B}{4\pi r} \sin \theta e^{-jkr}, \quad (4.9)$$

$$H_{\theta} = -j \frac{Ik^2 S}{4\pi r} \sin \theta e^{-jkr}, \quad (4.10)$$

где $S = \pi a^2$ – площадь рамки с током.

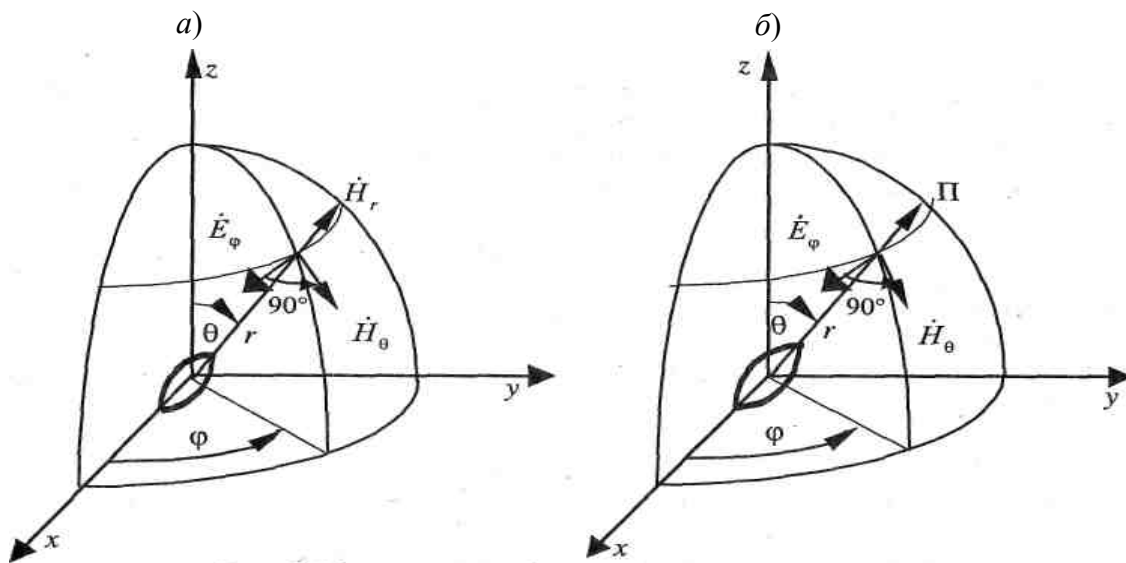


Рис. 4.8. Компоненты электромагнитного поля магнитного диполя в ближней а и дальней б зоне. Π – вектор Пойтинга в дальней зоне

Таким образом, в ближней зоне электрическая компонента поля рамки изменяется обратно пропорционально r^2 , а магнитные обратно пропорционально r^3 . В дальней зоне электрическая и магнитная компоненты поля изменяются обратно пропорционально r .

4.9.3 Сравнительный анализ полей электрического и магнитного диполя

Сравнительный анализ выражений (4.1) – (4.3), (4.6) – (4.8) для компонент электромагнитного поля электрического и магнитного диполей показывает, что магнитное поле горизонтальной рамки идентично электрическому полю элементарного вертикального электрического диполя, а электрическое поле, горизонтальной рамки идентично магнитному полю вертикального электрического диполя. Следовательно, горизонтальная рамка создает такое же поле, как и вертикальный электрический диполь. Различие между этими полями состоит лишь в том, что векторы \mathbf{E} и \mathbf{H} меняются в пространстве местами. Поэтому горизонтальную рамочную ан-

тенну можно трактовать как фиктивный вертикальный магнитный диполь. Взаимная ориентация векторов \vec{E} и \vec{H} поля рамки в ближней зоне изображена на рис. 4.8а.

Сравнивая выражения (4.9), (4.10) для компонент поля, создаваемого рамкой в дальней зоне, с соответствующими выражениями (4.4), (4.5) для компонент поля, создаваемого элементарным электрическим диполем, отметим, что при одинаковых фазах токов \dot{I} электрического диполя и рамки поля излучения их будут сдвинуты между собой по фазе на 90° (на это указывает множитель j в выражениях для поля электрического диполя).

Векторы \vec{E} и \vec{H} лежат в плоскости, перпендикулярной направлению распространения. Взаимное расположение векторов напряженности поля рамки в дальней зоне представлено на рис. 4.8б.

Волновое сопротивление свободного пространства Z_B в дальней зоне ($r \gg \lambda/2\pi$) не зависит от расстояния и равно 377 Ом. Для оценки интенсивности электромагнитного поля в этой зоне достаточно определить одну из составляющих поля. Обычно осуществляют измерение напряженности электрического поля или плотности потока мощности.

Волновое сопротивление в ближней зоне при $r \ll \lambda/2\pi$ зависит от типа излучателя (электрический или магнитный) и от расстояния до него. Если излучатель представляет собой прямой короткий проводник (электрический вибратор), в котором ток высокой частоты мал (сопротивление источника велико), то волновое сопротивление вблизи такого излучателя большое

$$\frac{E_\theta}{H_\varphi} = \frac{Z_B}{2\pi r} \gg Z_B,$$

В структуре поля преобладает электрическая составляющая, которая по мере удаления от излучателя уменьшается быстрее ($E_\theta \sim 1/r^3$), и, следовательно, уменьшается волновое сопротивление, асимптотически приближаясь к значению Z_B в дальней зоне (рис. 4.9).

Если в роли излучателя выступает рамка (источник с низким сопротивлением), то волновое сопротивление в ближней зоне мало:

$$\frac{E_\varphi}{H_\theta} = \frac{Z_B 2\pi r}{\lambda} \ll Z_B,$$

В этом случае в структуре поля и ближней зоне преобладает магнитная составляющая. По мере удаления от источника излучения волновое сопротивление растет и асимптотически приближается к значению в дальней зоне $Z_B = 377$ Ом (рис. 4.9).

Таким образом, если электрические цепи, технические средства или их элементы обладают значительным сопротивлением и для них характерны большие амплитуды напряжений и

малые амплитуды токов, то по своим свойствам ни подобны электрическим излучателям. К таким элементам можно отнести, например, телевизионные кинескопы.

Низкоомные электрические цепи и средства с большими амплитудами токов и малыми амплитудами напряжений – например, мощные транзисторные усилители – близки по своим свойствам к магнитным излучателям.

В большинстве практических случаев результирующее электромагнитное поле создается группой разнотипных источников излучения. Поэтому характер изменения компонент этого поля существенно отличается от того, который свойственен одиночному излучателю, и обычно определяется экспериментально.

4.9.4 Краткая формулировка результатов сравнительного анализа

Анализ выражений (4.1)–(4.3), (4.6)–(4.8) позволяет сделать следующие выводы : Структура поля элементарного электрического и элементарного магнитного излучателей отличается взаимным изменением положения в пространстве векторов E и H .

Поля ближней зоны элементарного электрического и магнитного излучателей существенно неоднородны, а их интенсивность быстро убывает с расстоянием как $1/r^3$ и $1/r^2$, соответственно.

Составляющие напряженности электрического и магнитного полей в ближней зоне сдвинуты по фазе на 90° . Поэтому вектор Пойнтинга оказывается чисто мнимой величиной со средним значением, равным нулю. Следовательно, рассматриваемые поля являются реактивными.

Вблизи элементарного электрического излучателя создается электромагнитное поле, основная энергия которого сосредоточена в электрической составляющей (электрическое поле).

Характеристическое сопротивление среды полю элементарного электрического излучателя в ближней зоне равно:

$$Z_E = \frac{E_\theta}{H_\varphi} = \frac{1}{j\omega\epsilon_a r},$$

где ϵ_a – абсолютная диэлектрическая проницаемость среды.

Вблизи элементарного магнитного излучателя создается электромагнитное поле, основная энергия которого сосредоточена в магнитной составляющей (магнитное поле).

Характеристическое сопротивление среды полю элементарного магнитного излучателя в ближней зоне равно:

$$Z_H = \frac{E_\varphi}{H_\theta} = -j\omega\mu_a r,$$

где μ_a – абсолютная магнитная проницаемость.

Характеристическое сопротивление среды полю электрического излучателя Z_E с увеличением расстояния от него уменьшается, а характеристическое сопротивление среды полю магнитного излучателя Z_H увеличивается, и оба стремятся к значению $Z_B = 120\pi$ Ом, достигая его в дальней зоне при ($r \gg \lambda/2\pi$).

На практике часто встречаются случаи, когда однородные технические средства распределены на некоторой площади (например, группа видеоконтрольных устройств на пульте оператора, работающих с одинаковыми сигналами). Определение напряженности поля, создаваемого такими техническими средствами, осуществляется путем геометрического сложения отдельных составляющих, формируемых каждым излучателем. Анализ структуры электромагнитного поля, создаваемого группой однородных источников, показывает, что закон изменения компонент этого поля существенно отличается от того, который характерен для одиночного излучателя, и обычно определяется экспериментально.

5. АКУСТИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

5.3. Акустические каналы утечки информации

5.3.1 Общая характеристика

В акустическом канале утечки носителем информации от источника к не-санкционированному получателю является акустическая волна в атмосфере, воде и твердой среде. Источниками ее могут быть:

- говорящий человек, речь которого подслушивается в реальном масштабе времени или озвучивается звуковоспроизводящим устройством;
- механические узлы механизмов и машин, которые при работе издают акустические волны.

Структура этого канала утечки информации принципиально не отличается от структуры рассмотренных каналов утечки информации и приведена на рис 5.1.



Рис. 5.1. Структура акустического канала утечки информации

Источниками акустического сигнала могут быть люди, звучащие механические, электрические или электронные устройства, приборы и средства, воспроизводящие ранее записанные звуки. Источники сигналов характеризуются диапазоном частот, мощностью излучения в Вт, интенсивностью излучения в Вт/м² – мощностью акустической волны, прошедшей через перпендикулярную поверхность площадью 1 м², громкостью звука в дБ, измеряемой как десятичный логарифм отношения интенсивности звука к порогу слышимости. Порог слышимости соответствует мощности звука 10⁻¹² Вт или звуковому давлению на барабанную перепонку уха человека 2–10⁻⁵ Па. Уровни громкости различных звуков иллюстрируются данными табл. 5.1.

Таблица 5.1. Уровни громкости различных звуков

Оценка громкости звука на слух	Уровень звука, дБ	Источник звука
Очень тихий	0 10	Усредненный порог чувствительности уха Тихий шепот (1.5 м)
Тихий	20 30 40	Тиканье настенных механических часов Шаги по мягкому ковру (3–4 м) Тихий разговор, шум в читальном зале
Умеренный	50 60	Шум в жилом помещении, легковой автомобиль (10–15 м) Улица средней шумности
Громкий	70 80	Спокойный разговор (1 м), зал большого магазина Радиоприемник громко (2 м), крик
Очень громкий	90 100	Шумная улица. гуд ^о к автомобиля Симфонический оркестр, автомобильная сирена
Оглушительный	ПО 120 130	Пневмомолот, очень шумный цех Гром над головой. Звук воспринимается как боль

Среда распространения носителя информации от источника к приемнику может быть однородной (воздух, вода) и неоднородной, образованной последовательными участками различных физических сред: воздуха, древесины дверей, стекол окон, бетона или кирпича стен, различными породами земной поверхности и т. д. Но и в однородной среде ее параметры не постоянные, а могут существенно отличаться в разных точках пространства.

Акустические волны как носители информации характеризуются следующими показателями и свойствами:

- скоростью распространения носителя;
- величиной (коэффициентом) затухания или поглощения;
- условиями распространения акустической волны (коэффициентом отражения от границ различных сред, дифракцией).

Теоретически скорость звука определяется формулой Лапласа:

$$C_{зв} = \sqrt{K/\rho}, \quad (5.1)$$

где K – модуль всесторонней упругости (когда сжатие производится без притока и отдачи тепла) вещества среды распространения; ρ – плотность вещества среды распространения.

Для газов модуль всесторонней упругости равен их давлению. При сжатии газа увеличение давления сопровождается пропорциональным увеличением его плотности. Поэтому скорость звука в газе не зависит от его плотности, а пропорциональна корню квадратному из температуры газа, значению универсальной газовой постоянной, отношению величин теплоемкостей газа при постоянном объеме и давлении.

Скорость звука в морской воде зависит от ее температуры, солености и давления на рассматриваемой глубине, а в твердых телах определяется, в основном, плотностью и упругостью веществ. Значение скорости распространения звука в некоторых типичных средах приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Значение скорости распространения звука в некоторых типичных средах

Среда распростра-	Скорость, м/с
Воздух при температуре: 0°C +20°C	332 344
Вола морская	1440–1540
Железо	4800–5160
Стекло	3500–5300
Дерево	4000–5000

При распространении звуковых колебаний движение частиц среды вызывает давление во фронте волны. Фронтом звуковой волны называется поверхность, соединяющей точки поля с одинаковой фазой колебания. По мере распространения в любой среде звуковые волны затухают. Затухание звуковых волн в морской воде больше, чем в дистиллированной и меньше (почти в 1000 раз), чем в воздухе. При этом величина затухания зависит от длины акустической волны. С увеличением частоты величина затухания быстро возрастает, поэтому при постоянной мощности излучения дальность распространения с ростом частоты падает.

При распространении акустической волны в среде ее траектория изменяется в результате отражений и дифракции. На границе сред с разной плотностью акустическая волна частично переходит из одной среды в другую, частично отражается от границы между двумя средами. Доля проникшего или отраженного звука зависит от соотношения значений акустических сопротивлений сред, равных произведению удельной плотности вещества ρ на скорость звука в нем v .

Коэффициент проникновения звука в иную среду при существенном различии акустических сопротивлений сред оценивается по приближенной формуле Рэлея:

$$\beta \approx 4v_1\rho_1/v_2\rho_2 \quad (5.2)$$

В соответствии с этой формулой при нормальном падении звука из воздуха на воду, бетон, дерево в эти среды проникает не более тысячной доли мощности звука. Отражение звука может происходить от поверхности раздела слоев воздуха и воды с разными значениями акустического сопротивления вследствие неодинаковой температуры и плотности. Этим объясняются значительные колебания (в 10 и более раз) дальности распространения звука в атмосфере. Заметное влияние на характер распространения акустической волны в атмосфере может оказать ветер.

При определенных условиях неоднородности создают условия для образования акустических (звуковых) каналов, по которым акустическая волна может распространяться на значительно большие расстояния, как свет по оптическим световодам. Акустические каналы чаще всего образуются в воде морей и океанов на определенной глубине, на которой в результате влияния двух противоположных природных факторов (плотности воды и ее температуры) минимизируется скорость распространения акустической волны. Скорость распространения акустической волны в воде, с одной стороны, увеличивается с глубиной из-за повышения плотности воды, но, с другой стороны, уменьшается при понижении ее температуры в более глубоких слоях, особенно в летнее время. В результате этих двух противоположных факторов влияния на определенной глубине, зависящей от температуры над поверхностью воды и ее солености, образуются области с меньшей скоростью распространения акустической волны. Акустическая волна, попадающая в эту область, распространяется внутри ее с соответствующим для параметров воды затуханием. При отклонении траектории распространения волна, преломляясь в неоднородностях области, возвращается в канал. В акустическом канале звуковая волна от подводных взрывов может распространяться на расстояние в сотни км.

При каждом отражении часть энергии звука теряется вследствие поглощения. Отношение поглощенной энергии звука к падающей называется коэффициентом поглощения. Коэффициенты поглощения звука а некоторых материалов приведены в таблице 5.3.

За счет многократных переотражений акустической волны в замкнутом пространстве возникает явление послезвучания – реверберация. Величина реверберации оценивается временем T_r после выключения источника звука, в течение которого энергия звука уменьшается на

Таблица 5.3. Коэффициенты поглощения звука а некоторых материалов.

Материалы	а	Материалы	а
Оштукатуренная	0.025	Линолеум	0.12
Бетонная стена	0.015	Ковер	0.20
Стекло	0.027	Паркет	0.06

60 дБ. Вследствие многократных переотражений в помещении на барабанную перепонку человека или мембрану микрофона оказывают давление акустические волны, распространяющиеся разными путями от источника звука. Интерференция волн с разными фазами может при достаточно большом времени реверберации приводить к ухудшению соотношения сигнал/помеха в точке приема и уменьшению разборчивости речи. Чем больше размеры помещения и меньше коэффициент поглощения ограждающих поверхностей, тем больше время реверберации. При большом времени реверберации помещение кажется гулким. Однако при очень малом T_r на микрофон воздействует, в основном, быстрозатухающая прямая волна. В этом случае слышимость речи при удалении от источника резко уменьшается, а тембр звуков речи за счет большего затухания в среде распространения высоких частот обедняется. Время реверберации менее 0.85 с незаметно для слуха. Для большинства помещений организаций их объемы и акустическая отделка время реверберации мало (0.2–0.6) с и его можно не учитывать при оценке разборчивости.

Для концертных залов, имеющих существенно большие размеры, время реверберации определяет их акустику. Установлено, что в малых помещениях объемом V до 350 м² оптимальной является реверберация со временем до 1.06 сек. При увеличении объема помещения время реверберации пропорционально повышается и принимает для $V = 27000$ м³ значение около 2 сек.

Время реверберации в помещении объемом V вычисляется по формуле Эйринга [26]:

$$T_p = -0.07V/S \lg(1 - \alpha_{cn}) \quad (5.3)$$

где S – суммарная площадь всех поверхностей помещения; $\alpha_{cn} = \sum_{\forall k} \alpha_k S_k / S$ – средний коэффициент звукопоглощения в помещении; S_k и α_k – площадь и коэффициент поглощения k -й ограждающей поверхности соответственно.

При распространении структурного звука в конструкциях зданий, особенно в трубопроводах, возникают реверберационные искажения, снижающие разборчивость речи на 15–20%.

Акустическая волна в отличие от электромагнитной в значительно большей степени поглощается в среде распространения. Поэтому дальность акустического канала утечки информации, в особенности от такого маломощного источника как человек, мала и, как правило, не обеспечивает возможность ее съема за пределами территории организации. Речь человека при обычной громкости может быть непосредственно подслушана злоумышленником на удалении единиц и в редких случаях – десятков метров, что, естественно, крайне мало.

Ухудшение разборчивости речи при прохождении звука через различных строительных конструкции иллюстрируется данными в таблице 5.4 [5].

Таблица 5.4. Разборчивость речи при прохождении звука через различных строительные конструкции

Тип конструкции	Ожидаемая разборчивость слогов, %
Кирпичная стена (I кирпич)	25/0
Гипсолитовая стена	90/0
Деревянная стена	99/63
Пластиковая стена	99/55
Дверь обычная филенчатая	100/73
Дверь двойная	95/36
Окно с одним стеклом 3 мм	90/33
Окно с одним стеклом 6 мм	87/15
Оконный блок 2x3 мм	82/0
Вентиляционный канал 20 м	90/2
Оконный кондиционер	95/63
Бетонная стена	88/0
Перегородка внутренняя	96/80
Трубопровод (в соседнем помещении)	95/55
Трубопровод (через этаж)	87/36

Примечание. В числителе указаны значения разборчивости речи при малом уровне акустических шумов, в знаменателе – при сильном.

Акустические шумы и помехи вызываются многочисленными источниками – автомобильным транспортом, ветром, техническими средствами в помещениях, разговорами в помещениях и т. п. Уровни шумов изменяются в течение суток, дней недели, зависят от погодных условий. Ночью и в выходные дни шумы меньше. Средние значения акустических шумов на улице составляют 60–75 дБ в зависимости от интенсивности движения автомашин в районе расположения здания. Уровень шумов в помещениях по существующим нормам не должен превышать 50 дБ.

Акустические сигналы при прохождении через вентиляционные воздухопроводы ослабевают из-за поглощения в стенах короба и в изгибах. Затухание в прямых металлических воздухопроводах составляет 0.15 дБ/м, в неметаллических – 0.2–0.3 дБ/м. При изгибах затухание достигает 3–7 дБ (на один изгиб), при изменениях сечения – 1–3 дБ. Ослабление сигнала на выходе из воздухопровода помещения составляет 10–16 дБ [5].

5.3.2 Прямой акустический канал

Наиболее простым способом перехвата речевой информации является подслушивание (прямой перехват). При непосредственном подслушивании акустические сигналы, распространяющиеся от источника звука прямолинейно в воздухе, по воздухопроводам или через различные ограждения (двери, стены, окна и др.) и экраны, принимаются слуховой системой злоумышленника.

Слуховая система человека обеспечивает прием акустических сигналов в диапазоне звуковых (20–20000 Гц) частот, границы которого для разных людей колеблются в широких пределах и изменяются с возрастом. Верхний предел слышимости у молодых людей составляет 16–20 кГц, для пожилых людей он снижается в среднем до 12 кГц.

Диапазон интенсивности воспринимаемых ухом звуков очень велик. Одной из опорных величин этого диапазона является стандартный порог слышимости. Под ним условились понимать эффективное значение звукового давления, создаваемое гармоническим звуковым колебанием частоты $P = 1000$ Гц, едва слышимым человеком со средней чувствительностью слуха [5]. Порогу слышимости соответствует звуковое давление $P_{зв} = 2 \cdot 10^{-5}$ Па. Верхний предел определяется значением $P = 20$ Па, при котором наступает болевое ощущение (стандартный порог болевого ощущения).

На частоте 1000 Гц наиболее громкий звук, который человек может вынести, примерно в 10^{12} интенсивнее самого слабого воспринимаемого звука. Интенсивность звука при таком большом интервале уровней измеряют относительной мерой в дБ, определяемой относительно порога слышимости человеком звука на частоте 1000 Гц. Интенсивность звука человек оценивает как его громкость. Между психологическим восприятием громкости и физической интенсивностью звука нет прямого соответствия. Громкость звука зависит не только от его интенсивности, но и частоты. При постоянной интенсивности звуки очень высокой и очень низкой частоты кажутся более тихими, чем звуки средней частоты. Порог слышимости слуховой системы на частоте 20 Гц выше порога в диапазоне 2000–5000 Гц примерно на 70 дБ, а на частоте 10000 Гц приблизительно на 15 дБ. Следовательно, максимальная дальность непосредственного подслушивания изменяется в широких пределах в зависимости от спектра звуков говорящего человека.

Основной недостаток непосредственного подслушивания – малая дальность, составляющая для речи средней (нормальной) громкости единицы десятки метров в зависимости от уровня шума. На улице города дальность слышимости днем составляет всего несколько метров.

В случаях, когда уровни звукового давления, создаваемого звуковой волной, ниже порога слышимости, когда нет возможности непосредственно прослушивать речевые сообщения или когда требуется их зафиксировать (записать), используют микрофон.

Микрофон является преобразователем акустических колебаний в электрические сигналы. В зависимости от физического явления, приводящего к такому преобразованию, различают основные типы микрофонов:

- электродинамические;
- электромагнитные;
- электростатические;
- пьезоэлектрические;

- магнитострикционные;
- контактные и т.д.

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 радиозакладки может быть включено запоминающее устройство, и которое предварительно записывается перехваченная речевая информация. Не передача в пункт прослушивания и этом случае осуществляется не в реальном масштабе времени, а с определенной временной задержкой, что повышает скрытность радиозакладных устройств.

Структурная схема, иллюстрирующая прямой перехват акустической информации, представлена на рис. 5.2.

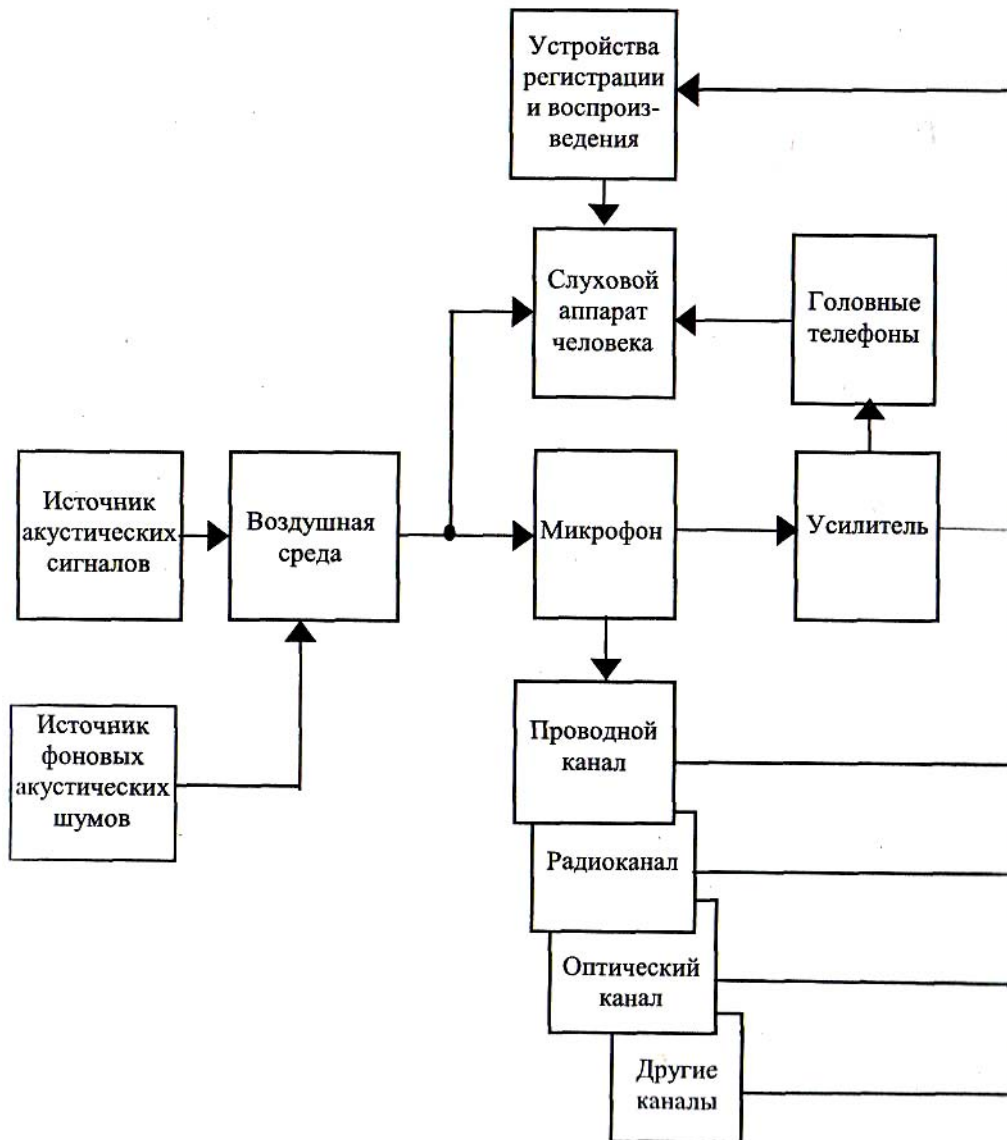


Рис. 5.2. Структурная схема прямого перехвата акустической информации.

5.3.3 Виброакустический канал

Воздействие акустических волн на поверхность твердого тела приводит к возникновению в нем вибрационных колебаний в результате виброакустического преобразования. Необходимо отметить, что чем тверже материал преграды на пути распространения акустических колебаний, тем лучше он передает вибрации, вызываемые ими. Поэтому, если стена помещения сделана из гипсолита, сухой штукатурки и т.п., необходимо вбить в нее металлический предмет (можно использовать обычный крупный гвоздь) и крепить датчик стетоскопа непосредственно к нему. Если стена бетонная или кирпичная, но покрыта штукатуркой или обоями, то желательно зачистить участок до твердого основания и стетоскоп крепить именно на это место. В качестве звукопровода можно использовать трубы водоснабжения, канализации, батареи отопления и т.д. Крепление вибродатчиков к элементам конструкции, по которой распространяются вибрации, может осуществляться с помощью специальных мастик, клеевых составов, магнитов 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

Уши человека плохо приспособлены для восприятия структурных звуков распространяющихся в твердой среде. С этой целью используются устройства – стетоскопы, которые передают колебания поверхности твердой среды распространения в слуховые проходы ушей человека. Стетоскопы широко применяются в медицинской практике для прослушивания звуков в теле человека. Они представляет собой один или два гибких звукопровода в виде резиновых или из других синтетических материалов трубок, соединенных с контакт площадкой и передающих звуковое колебание от поверхности твердого тела ушам человека. Эти звукопроводы локализуют и направляют звуковую волну к ушам человека, а также изолируют ее от акустических помех в окружающем пространстве. Для добывания информации применяются стетоскопы, у которых площадка, контактирующая с твердой поверхностью твердой среды распространения, соединена с мембраной микрофона. Для прослушивания структурных звуков подобный акустоэлектрический преобразователь (датчик) стетоскопа прижимают или приклеивают к поверхности стены или трубы.

В ряде случаев, когда нет возможности разместить пункт прослушивания в непосредственной близости от места установки вибродатчика (стетоскопа), в состав аппаратуры прослушивания включают проводные, радио- и другие каналы передачи информации, аналогичные каналам, используемым в закладных подслушивающих устройствах. Сигнал, снимаемый с выхода вибродатчика, после усиления может быть прослушан, зарегистрирован на магнитном или другом носителе или передан в пункт приема, находящийся на удалении от места прослушива-

ния, но проводному, радио- или иному каналу передачи информации. Обобщенная структурная схема виброакустического канала утечки информации представлена на рис 5.3.

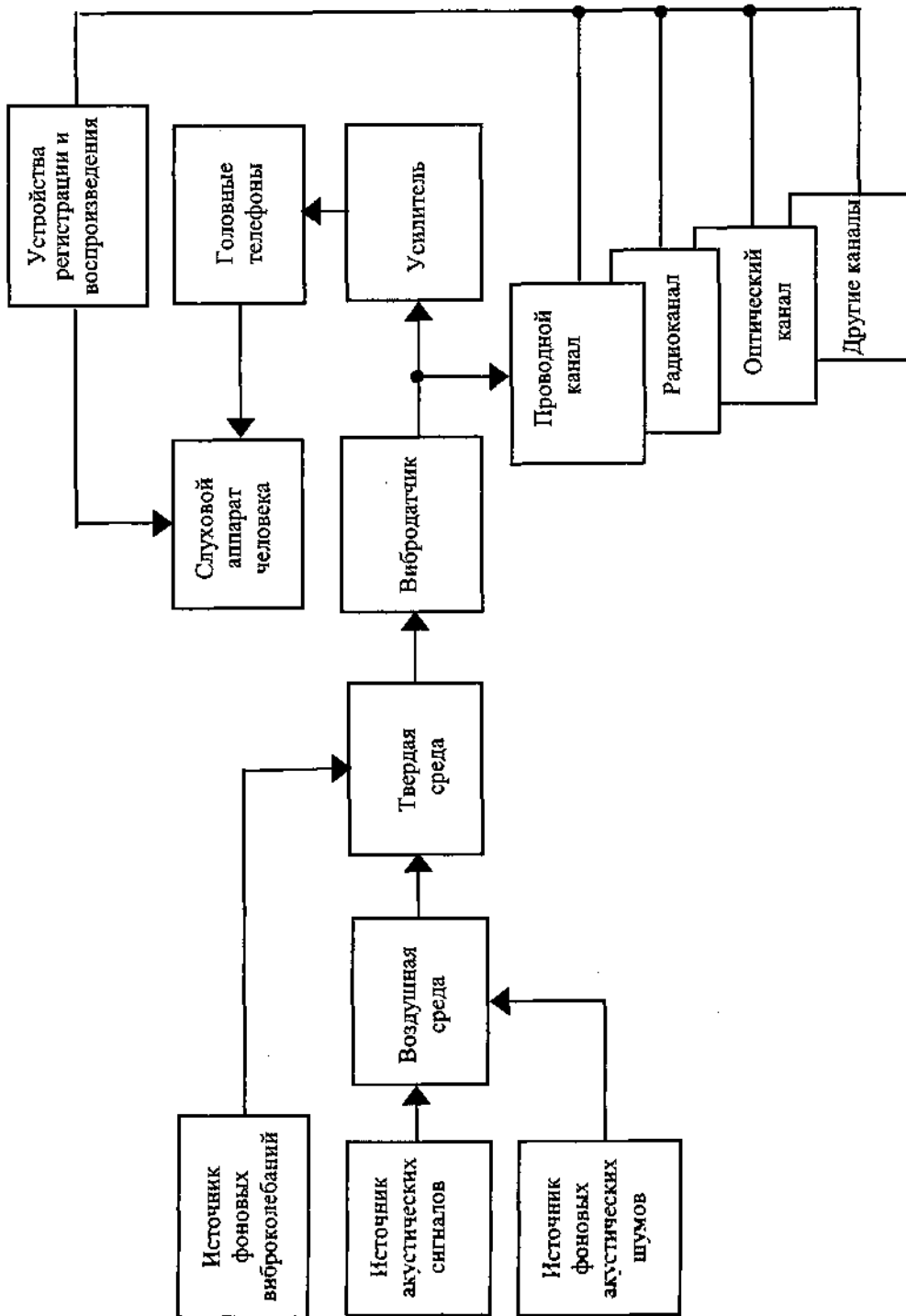


Рис 5.3. Обобщенная структурная схема виброакустического канала утечки информации.

5.3.4 Оптико-акустический 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 закрытой речевой информации. В качестве таких объектов могут выступать оконные стекла и другие виброотражающие поверхности [16].

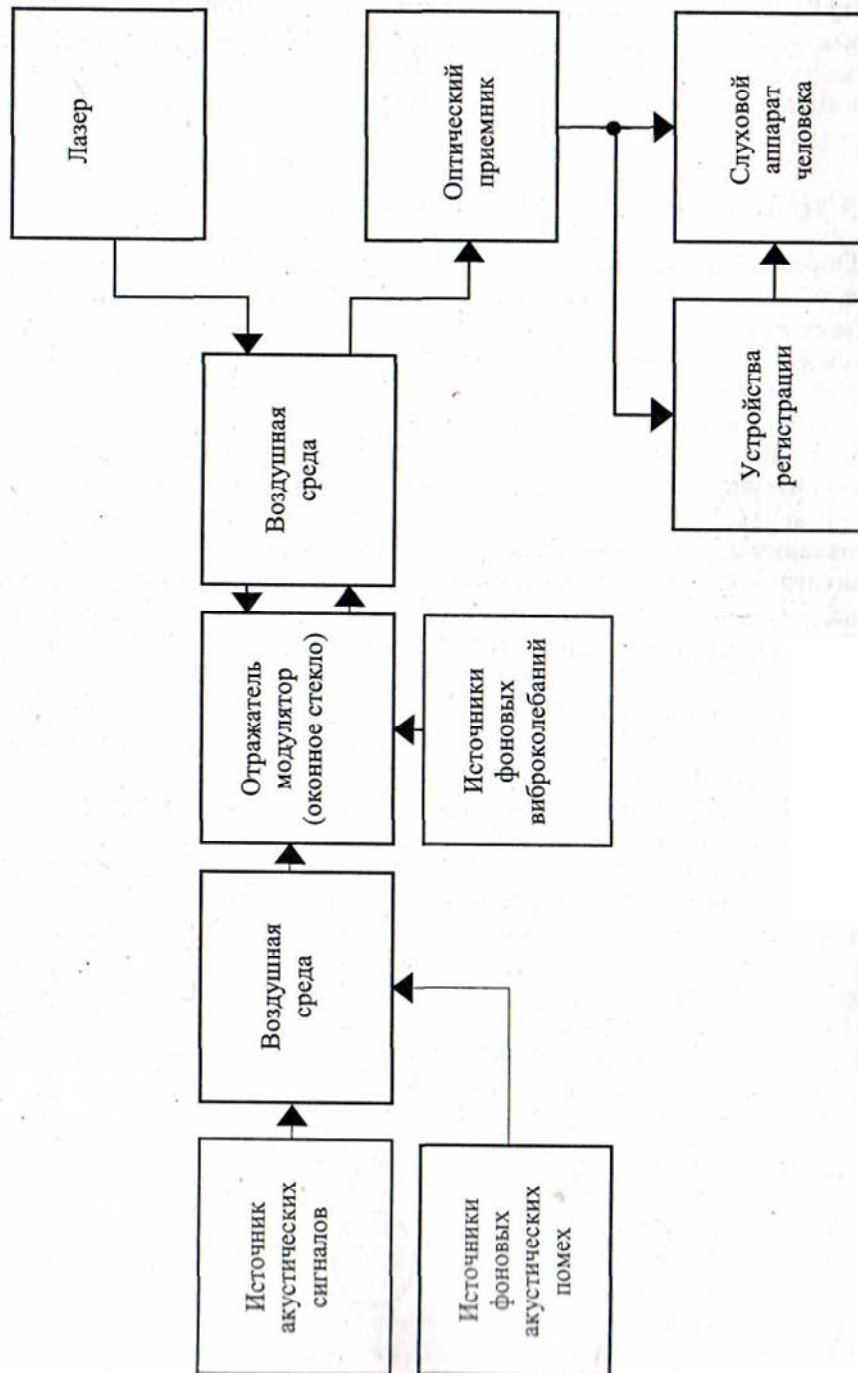


Рис 5.4. Обобщенная структурная схема оптико-акустического канала утечки информации.

Генерируемое лазерным передатчиком колебание наводится на оконное стекло помещения, в котором ведется обсуждение закрытых вопросов. 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 про-

исходит виброакустическое преобразование речевого сообщения в мембране, 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 разведываемого сообщения.

На рис. 5.4 приведена обобщенная структурная схема оптико-акустического канала перехвата речевой информации. К настоящему времени созданы различные системы лазерных средств акустической разведки, имеющие дальность действия от десятков метров до единиц километров [16]. Например, система SIPE LASER 3-DA SUPER состоит из источника излучения (гелий-неонового лазера), приемника этого излучения с блоком фильтрации шумов, двух пар головных телефонов, аккумулятора питания и штатива. Наведение лазерного излучения на оконное стекло нужного помещения осуществляется с помощью телескопического визира. Использование специальной оптической насадки позволяет регулировать угол расходимости выходящего светового пучка. Система обеспечивает перехват речевой информации с хорошим качеством на расстоянии до 250 м [27]. В лазерном устройстве НРО150 в качестве передатчика также используется гелий-неоновый лазер. В состав приемника включены блок компенсации помех и кассетное устройство магнитной записи. Дальность ведения разведки до 1000 м [14]. 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.

5.3.5 Электроакустический канал

Образование электроакустического канала утечки информации связано с наличием в ТСОИ случайных электроакустических преобразователей, называемых случайными микрофонами. Эти элементы обладают способностью преобразовывать акустические колебания в электрические сигналы, хотя, и не предназначены для этой цели. Элементы технических средств обработки информации, обладающие свойствами случайных электроакустических преобразователей, могут подвергаться воздействию акустических полей с достаточными интенсивностью и звуковым давлением. Воздействие акустического поля на элементы ТСОИ может привести к изменению их взаимной ориентации, положения или к их деформации. В результате на выходах случайных электроакустических преобразователей могут либо возникнуть электрические заряды, токи или ЭДС, либо произойти изменения параметров токов и напряжений, фор-

мирующихся в цепях технических средств при их функционировании, обусловленные опасными сигналами (например, нежелательная модуляция).

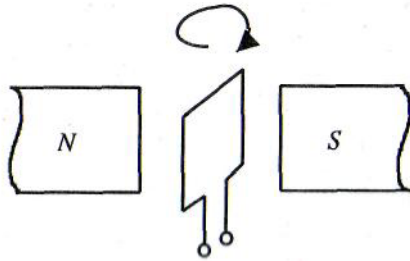


Рис. 5.5. Элементарный индукционный преобразователь.

Микрофонные свойства случайных электроакустических преобразователей проявляются в результате различных физических явлений, приводящих к появлению тока или ЭДС при перемещении элемента или его деформации под действием акустического поля. Большую группу случайных электроакустических преобразователей составляют индукционные (индуктивные) преобразователи. Например, если поместить рамку (катушку индуктивности) в магнитное поле, создаваемое постоянным магнитом (рис. 5.5), и изменять ее ориентацию относительно направления вектора магнитной индукции поля, то на выходе рамки появится ЭДС индукции. Перемещение рамки, изменяющее ее ориентацию, может быть вызвано воздушным потоком переменной плотности, возникающим при ведении разговора в помещении, где расположено техническое средство. К числу индуктивных случайных электроакустических преобразователей относят электрические звонки, громкоговорители, электромеханические реле, трансформаторы и т.д.

Эффективность случайных электроакустических преобразователей определяется их свойствами и конструктивными особенностями, а также условиями их размещения относительно источника опасного акустического сигнала.

Составные каналы

Поиски путей повышения дальности добывания речевой информации привели к появлению составных каналов утечки информации. Применяются два вида составного канала утечки информации: акусто-радиоэлектронной и акусто-оптический.

Акусто-радиоэлектронный канал утечки информации состоит из двух последовательно сопряженных каналов: акустического и радиоэлектронного каналов утечки информации. Приемником акустического канала является функциональный или случайно образованный акусто-электрический преобразователь. Электрический сигнал с его выхода поступает на вход радиоэлектронного канала утечки информации – источника электрических или радиосигналов..

Структура акусто-радиоэлектронного канала утечки информации приведена на рис. 5.6.

Пара «акустоэлектрический преобразователь-источник сигнала» образуют источник

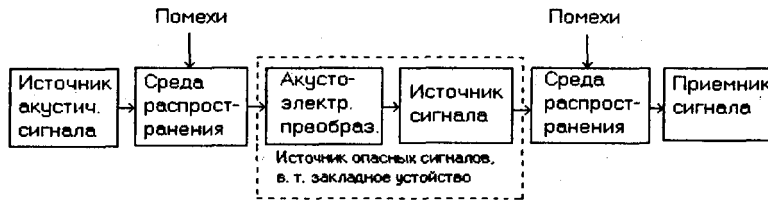


Рис. 5.6. Структура акусто-радиоэлектронного канала утечки информации

опасных сигналов или реализуются в закладном устройстве, размещаемом злоумышленником в помещении. Закладные устройства создаются специально для подслушивания речевой информации и обеспечивают повышения дальности составного акустического канала до единиц км и возможность съема информации злоумышленником за пределами контролируемой зоны.

Закладное устройство как ретранслятор является более надежным элементом канала утечки, чем источник опасного сигнала, так как процесс образования канала утечки информации на основе закладки управляем злоумышленником.

Другой способ повышения дальности акустического канала утечки информации реализуется путем создания составного акусто-оптического канала утечки информации. Схема его указана на рис. 5.7.

Составной акустооптический канал утечки информации образуется путем съема инфор-

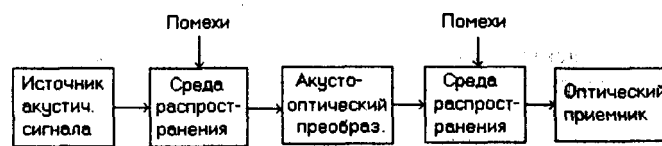


Рис. 5.7. Структура акусто-оптического канала утечки информации.

мации с плоской поверхности, колеблющейся под действием акустической волны с информацией, лазерным лучом в ИК-диапазоне. В качестве такой поверхности используется внешнее стекло закрытого окна в помещении, в которой циркулирует секретная (конфиденциальная) информация. Теоретически рассматривается возможность съема информации с внешней стороны стены помещения, но данных о реализации подобной идеи нет.

С целью образования оптического канала стекло облучается лазерным лучом с внешней стороны, например, из окна противоположного дома. Луч лазера в ИК-диапазоне для посторонних лиц и находящихся в помещении невидим. В месте соприкосновения лазерного луча со

стеклом происходит акустооптическое преобразование, т. е. модуляция лазерного луча акустическими сигналами от разговаривающих в помещении людей.

Модулированный лазерный луч принимается оптическим приемником аппаратуры лазерного подслушивания, преобразуется в электрический сигнал, который усиливается, фильтруется, демодулируется и подается в головные телефоны для прослушивания оператором или в аудиомаягнитофон для консервации.

5.4. Технические средства акустической разведки

5.4.1 Функции технических средств

Подслушивание с помощью технических средств осуществляется путем:

- приема и прослушивания акустических сигналов, распространяющихся в воздухе, воде и твердых телах;
- прослушивания речи, выделяемой из перехваченных радио- и электрических сигналов функциональных каналов связи и из сигналов побочных излучений и наводок;
- применения лазерных систем подслушивания;
- использования закладных устройств;
- высокочастотного навязывания.

Конкретный метод подслушивания реализуется с использованием соответствующего технического средства. Для подслушивания применяют следующие технические средства:

- акустические приемники, в том числе с направленными микрофонами;
- приемники опасных сигналов;
- акустические закладные устройства;
- лазерные системы подслушивания;
- устройства подслушивания путем высокочастотного навязывания. Акустические приемники обеспечивают селекцию акустических сигналов,
- распространяющихся в атмосфере, воде, твердых телах, преобразуют их в электрические сигналы, усиливают и обрабатывают электрические сигналы и преобразуют их в акустическую волну для восприятия информации слуховой системой человека. Кроме того, электрические сигналы с выхода приемника подаются на аудиомаягнитофон для регистрации акустической информации.

Типовая структура акустического приемника приведена на рис. 5.8.

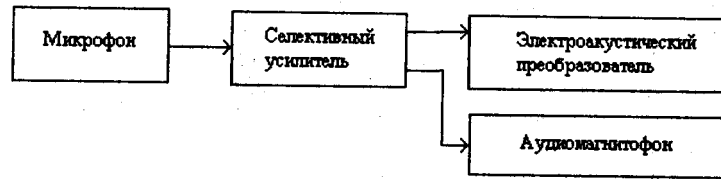


Рис. 5.8. Структурная схема акустического приемника

5.4.2 Принцип действия микрофонов

Действие электродинамического преобразователя основано на использовании явления электромагнитной индукции (рис. 5.9). В кольцевом зазоре 1 магнитной системы, имеющей постоянный магнит 2, находится подвижная катушка 3, соединенная с диафрагмой 4. При воздействии на диафрагму 4 звукового давления, она вместе с подвижной катушкой 3 совершает колебания в магнитном поле, создаваемом магнитной системой 2. В витках катушки 3, пересекающих магнитные силовые линии, возникает напряжение, являющееся выходным сигналом микрофона. Его величина определяется выражением [28]:

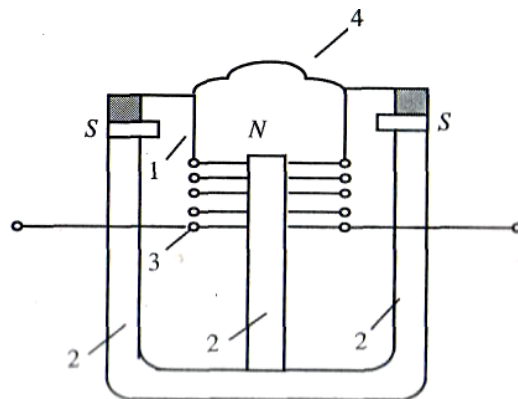


Рис. 5.9. Электромагнитный микрофон.

$$U = Bl \frac{F}{Z_M} \frac{R_n}{R_i + R_n}, \quad (5.4)$$

где B – индукция в зазоре магнитной системы; l – длина проводника обмотки подвижной катушки; F – сила звукового давления, действующая на диафрагму микрофона; Z_M – механическое сопротивление акустомеханической системы микрофона; R_i – внутреннее сопротивление микрофона; R_n – сопротивление нагрузки микрофона.

Электромагнитный микрофон работает следующим образом (рис. 5.10). Перед полюсными наконечниками 2 магнита 3 располагается ферромагнитная диафрагма или скрепленный с нею якорь. При колебаниях диафрагмы под воздействием на нее звукового давления изменяется магнитное сопротивление магнитной системы, а следовательно, и магнитный поток через витки обмотки, намотанной на магнитопровод этой системы. В результате на зажимах этой обмотки возникает переменное напряжение низкой частоты, являющееся выходным сигналом микрофона. Его величина равна [28]:

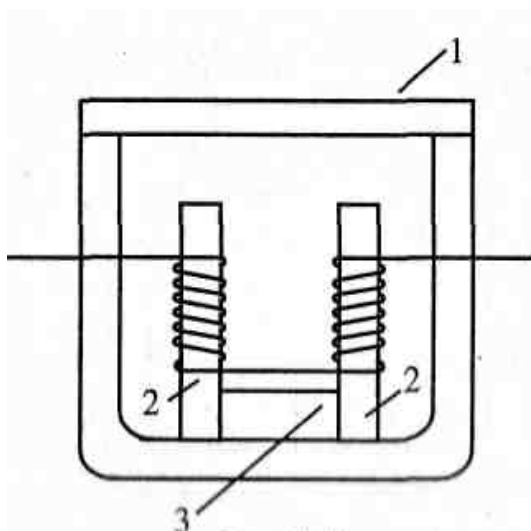


Рис. 5.10. К принципу действия электромагнитного микрофона

$$U = \omega \frac{\Phi_0}{d} \frac{F}{Z_M} \frac{R_n}{R_i + R_n}, \quad (5.5)$$

где Φ_0 – величина магнитного потока, исходящего из полюса магнитной системы; d – величина зазора между полюсом и якорем (диафрагмой); ω – число витков обмотки.

Электростатический (конденсаторный) микрофон представляет собой конденсатор, состоящий из двух пластин, разделенных слоем диэлектрика (рис. 5.11а). Одна из пластин является мембраной 1, которая может колебаться под действием звукового давления относительно второй неподвижной пластины 2. При колебаниях мембраны емкость конденсатора изменяется с частотой действующего на мембрану звукового давления. Вследствие этого в электрической цепи появляется переменный ток той же частоты и возникает падение напряжения на нагрузочном сопротивлении, являющееся выходным напряжением микрофона [26]:

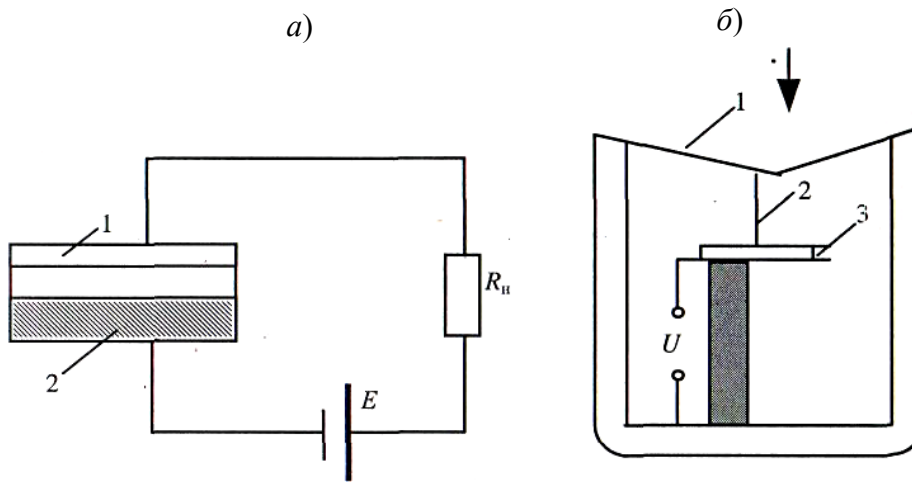


Рис. 5.11. Электростатический (а) и пьезоэлектрический (б) микрофоны.

$$U = \frac{E}{d} \frac{F}{\omega Z_M} \frac{R_n}{Z_i + R_n}, \quad (5.6)$$

где d – величина зазора между диафрагмой и неподвижным электродом; Z_i – внутреннее электрическое (емкостное) сопротивление микрофона.

Действие пьезоэлектрических электроакустических преобразователей основано на проявлении пьезоэлектрического эффекта, т.е. на возникновении поляризации диэлектрика при механическом воздействии на него. Этот эффект наблюдается в кристаллах кварца, в сегнетоэлектриках и в некоторых других материалах. В пьезоэлектрическом микрофоне (рис. 5.11б) звуковое давление воздействует непосредственно или через диафрагму 1 и соединенный с ней стержень 2 на пьезоэлектрический элемент (кристалл, пьезокерамику) 3. При деформации последнего на его обкладках вследствие пьезоэлектрического эффекта возникает напряжение, являющееся выходным сигналом микрофона [26]:

$$U = k \frac{F}{\omega Z_M} \frac{R_n}{R_i + R_n}, \quad (5.7)$$

где k – пьезоэлектрический коэффициент.

В магнитострикционных преобразователях под действием механических напряжений изменяется доменная структура ферромагнетика, определяющая его намагниченность. Вследствие этого при определенных условиях осуществляется преобразование механических колебаний в электрические.

Принцип действия контактных микрофонов основан на изменении сопротивления контакта в зависимости от звукового давления. Например, при воздействии звукового давления на диафрагму 1 угольного микрофона (рис. 5.12) она совершает колебания. В такт с этими колебаниями изменяется сила сжатия зерен угольного порошка (засыпки) 2. Вследствие этого изменяется сопротивление засыпки между электродами 3–3. При постоянном напряжении, приложенном к этим электродам, изменяется и величина тока, протекающего через микрофон. Если включить микрофон в первичную обмотку трансформатора, то на зажимах его вторичной обмотки будет возникать переменное напряжение, соответствующее воздействию на микрофон акустическому сигналу. Величина выходного напряжения микрофона определяется выражением [29]:

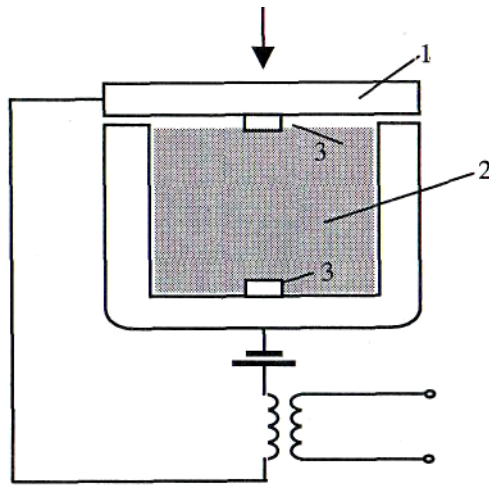


Рис. 5.12. Угольный микрофон.

$$U = \frac{kF}{\omega Z_M} \frac{U_0 R_n n}{R_i n^2 + R_n} \quad (5.8)$$

где U_0 – величина приложенного к микрофону постоянного напряжения; n – коэффициент трансформации трансформатора; k – отношение коэффициента модуляции к величине смещения диафрагмы микрофона.

5.4.3 Принцип действия случайных электроакустических преобразователей

В состав телефонного аппарата входит вызывной звонок, который при положенной микрофонной трубке подключен к линии через конденсатор. Этот звонок представляет собой электромагнитную систему (рис. 5.13), в которой под воздействием акустического поля происходит перемещение якоря, вызывающее появление ЭДС опасного сигнала E_M на обмотке звонка и в линии, подключенной к телефонному аппарату. Величина этой ЭДС определяется выражением [17]:

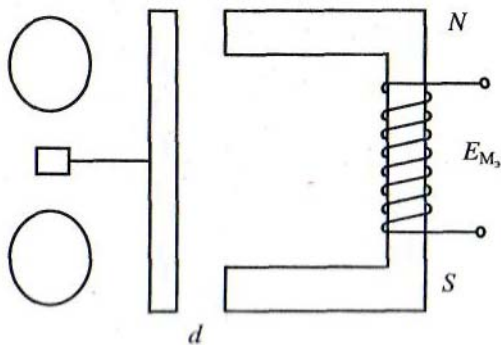


Рис. 5.13. Звонок телефонного аппарата как индукционный преобразователь.

$$E_M = \eta \cdot \rho, \quad (5.10)$$

где η – акустическая чувствительность звонка; ρ – акустическое давление. Акустическая чувствительность вызывного звонка может быть рассчитана по формуле [17]:

$$\eta = \frac{VS\mu\omega S_M}{d^2 Z_M}, \quad (5.11)$$

где V – магнитодвижущая сила постоянного магнита; S – площадь якоря; μ – магнитная проницаемость сердечника; ω – число витков катушки звонка; S_M – площадь полюсного наконечника магнита; d – величина зазора в магнитной цепи якоря; Z_M – механическое сопротивление акустико-механической системы звонка.

Акустическая чувствительность вызывного звонка телефонных аппаратов в среднем составляет 50 мкВ/Па – 6 мВ/Па. В состав телефонного аппарата кроме вызывного звонка входят и другие элементы, чувствительные к акустическому полю, например телефон и микрофон микрофонной трубки, трансформатор.

Достаточно высокую чувствительность к акустическому воздействию имеют электродинамические громкоговорители, используемые в системах звуковоспроизведения или в радио-

трансляционной сети (2–3 мВ/Па), а также исполнительные устройства вторичных электрических часов, работающих от системы единого времени (100–500 мкВ/Па). Различные трансформаторы (входные, выходные, в сети питания и т.д.) также могут выполнять роль электроакустических преобразователей. Трансформатор состоит из замкнутого сердечника, сделанного из мягкой стали или феррита, на котором имеются, как минимум, две изолированные друг от друга обмотки с разным числом витков W_1 и W_2 (рис. 5.14).

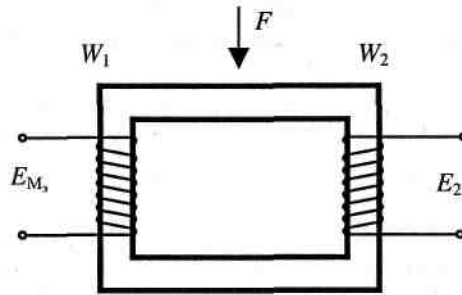


Рис. 5.14. Трансформатор как электроакустический преобразователь.

Акустическое воздействие на сердечник и обмотку трансформатора может привести к появлению микрофонного эффекта. Если ЭДС индукции E_M появляется в первичной обмотке, то во вторичной ЭДС изменится на величину коэффициента трансформации.

В электромеханических реле различного назначения появление микрофонного эффекта связано с теми же явлениями, которые имеют место при воздействии акустического поля на электромеханический вызывной звонок телефонного аппарата. В случайных магнитострикционных электроакустических преобразователях, например в подстроечных сердечниках катушек индуктивности, при воздействии акустического поля изменяется их намагниченность, что приводит к появлению низкочастотного напряжения на выводах этих катушек.

При воздействии акустического поля на технические средства обработки информации в отдельных их элементах могут проявляться свойства случайных электроакустических преобразователей. Например, в результате действия звукового давления акустических колебаний может происходить перемещение витков контурных катушек и изменение расстояний между ними, что приводит к изменению индуктивности и собственной емкости катушек. При определенных условиях воздействие акустического поля на ТСОИ вызывает случайные электроакустические преобразования, приводящие к нежелательной модуляции опасным сигналом электромагнитных колебаний, генерируемых или усиливаемых элементами технических средств. Например, при воздействии акустического давления на элементы гетеродина радиоприемного устройства (элементы колебательного контура: конденсатор с переменной емкостью C_1 и катушки индуктивности L_1, L_2 с подстроечными сердечниками, рис. 5.15) может изменяться расстояние между пластинами переменного воздушного конденсатора и нитками катушек индуктивности. Это

приведет к изменению их параметров C и L , следовательно, к изменению значения частоты гетеродина по закону изменения акустического давления. Таким образом осуществляется нежелательная модуляция частоты гетеродина опасным сигналом, соответствующим речевому сообщению.

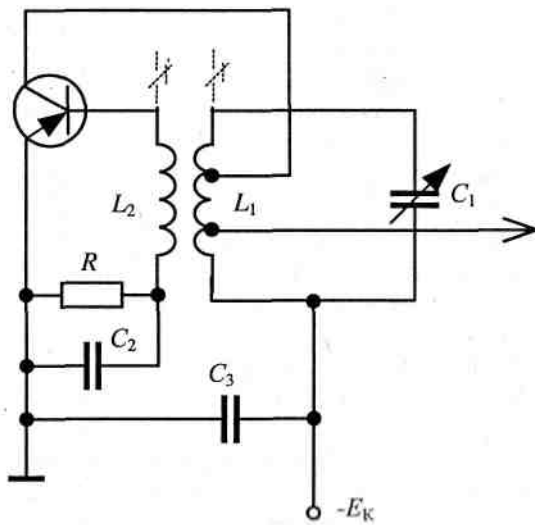


Рис. 5.15. Гетеродин радиоприемника как электроакустический преобразователь.

5.5. Характеристика известных технических средств

Микрофон выполняет функцию акустоэлектрического преобразования и, в основном, определяет чувствительность и диапазон частот принимаемых акустических сигналов. Диаграмма направленности микрофона зависит от его конструкции.

В настоящее время созданы микрофоны, в которых используются для акустоэлектрических преобразований различные физические процессы. Классификация микрофонов приведена на рис. 5.16.

Для добывания информации особый интерес представляют остронаправленные микрофоны, которые обеспечивают увеличение дальности подслушивания. Узкая диаграмма направленности микрофонов достигается за счет соответствующей конструкции микрофона, которую можно представить в виде акустической антенны с соответствующей диаграммой направленности. Такая диаграмма направленности формируется различными акустическими антеннами, содержащими плоскую, трубчатую и параболическую поверхности, а счет уменьшения ширины

диаграммы направленности достигается повышение сигнал/шум на мембране микрофона на 10–20 дБ

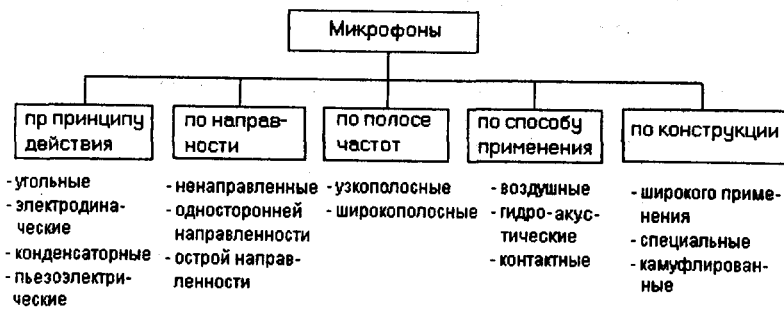


Рис. 5.16. Классификация микрофонов

Параболическая акустическая антенна представляет собой параболическое зеркало диаметром 20–50 см, в фокусе которого размещается мембрана микрофона.

Трубчатый остронаправленный микрофон состоит из одной трубки длиной 0,3–1 м или набора трубок, длины которых согласованы с длинами волн акустического сигнала. В торце трубок укрепляется мембрана микрофона.

На основе параболической и трубчатой акустических антенн создан, например, градиентный направленный микрофон УМ–124.2, который состоит из трубки диаметром 20 мм в поролоновом ветрозащитном чехле, параболического отражателя диаметром 175 мм из акриловой пластмассы и капсулы микрофона. Длина микрофона составляет в зависимости от модификации 150 или 200 мм. Ширина диаграммы направленности такого микрофона уменьшена до 30, 20 и 10 градусов (для разных модификаций) [5].

Поверхность плоского направленного микрофона встраивается в стенках атташе-кейса или в жилет, носимый под рубашкой и пиджаком, и передает колебания мембранам микрофонов, укрепленных на плоской поверхности. За счет увеличенной площади поверхности, воспринимающей колебания акустической волны, ширина диаграммы направленности составляет 40–60 градусов. Такой микрофон обеспечивает съем речевой информации на удалении до 50 метров от источника.

Рекламируемые возможности по дальности подслушивания направленных микрофонов (до 500 и более метров) завышаются. В [30] реальная дальность подслушивания речевой информации на улице города при коэффициенте направленного действия микрофона 15 дБ оценивается всего 6–12 м. С учетом имеющихся противоречивых данных предполагается, что макси-

мальная дальность подслушивания разговора с помощью остронаправленных микрофонов может достигать 50–100 м.

По диапазону частот микрофоны разделяются на узкополосные и широкополосные. Узкополосные микрофоны предназначены для передачи речи. Широкополосные микрофоны имеют более широкую полосу частот и преобразуют колебания в звуковом и частично ультразвуковом диапазонах частот.

По способу применения микрофоны разделяются на воздушные, гидроакустические (гидрофоны) и контактные. Контактные микрофоны предназначены для приема структурного звука. Например, контактный стетоскопный микрофон УМ–012, прикрепленный к стене помещения, позволяет прослушивать разговоры в соседнем помещении при толщине стен до 50 см. Модификацией контактных микрофонов являются ларингофоны и остеофоны, воспринимающие и преобразующие в электрические сигналы механические колебания (вибрации) связок и хрящей гортани или кости черепа говорящего.

Возможности микрофонов определяются следующими характеристиками:

- осевой чувствительностью на частоте 1000 Гц;
- диаграммой направленности;
- диапазоном воспроизводимых частот колебаний акустической волны;
- неравномерностью частотной характеристики;
- масса-габаритными характеристиками.

Чувствительность – один из основных показателей микрофона и оценивается коэффициентом преобразования давления акустической волны в уровень электрического сигнала. Так как чувствительность микрофона для разных частот акустических колебаний различная, то она определяется на частоте наибольшей чувствительности слуховой системы человека, – 1000 Гц. Измерения проводятся для акустической волны, направление распространения которой перпендикулярно поверхности мембраны, в вольтах или милливольтках на Паскаль (В/Па, мВ/Па). Чувствительность микрофона зависит в основном от параметров физических процессов в акусто-электрических преобразователях и площади мембраны микрофона.

Чувствительность микрофона повышается с увеличением площади мембраны приблизительно в квадратичной зависимости. Например, чувствительность конденсаторного микрофона с диаметром мембраны 6 мм, составляет 1.5–4 мВ/Па, для диаметра 12 мм–12.5 мВ/Па, а при диаметре 25 мм она увеличивается до 50 мВ/Па.

По конструктивному исполнению микрофоны бывают широкого применения, специальные миниатюрные и специальные субминиатюрные, применяемые в различных закладных устройствах.

Электрические сигналы на выходе микрофонов, используемых для добывания информации, в селективном усилителе обрабатываются и усиливаются до величины, необходимой для

их записи с помощью аудиоманитофона или преобразования в акустический сигнал для обеспечения восприятия информации человеком.

С целью обеспечения реальной возможностью скрытного подслушивания и существенного повышения его дальности широко применяются закладные устройства (закладки, радиомикрофоны, «жучки», «клопы»). Эти устройств перед подслушиванием скрытно размещаются в помещении злоумышленниками или привлеченными к этому сотрудниками организации, проникающими под различными предлогами в помещение. Такими предлогами могут быть посещения руководства или специалистов посторонними лицами с различными предложениями, участие в совещаниях, уборка, ремонт помещения и технических средств и т. д.

Закладные устройства в силу их большого разнообразия конструкций и оперативного применения создают серьезные угрозы безопасности речевой информации во время разговоров между людьми практически в любых помещениях, в том числе в салоне автомобиля.

Разнообразие закладных устройств порождает многообразие их вариантов, их классификаций. Вариант классификации указан на рис. 5.17.

По виду носителя информации от закладных устройств к злоумышленнику их можно разделить на проводные и излучающие закладные устройства. Носителем информации от про-

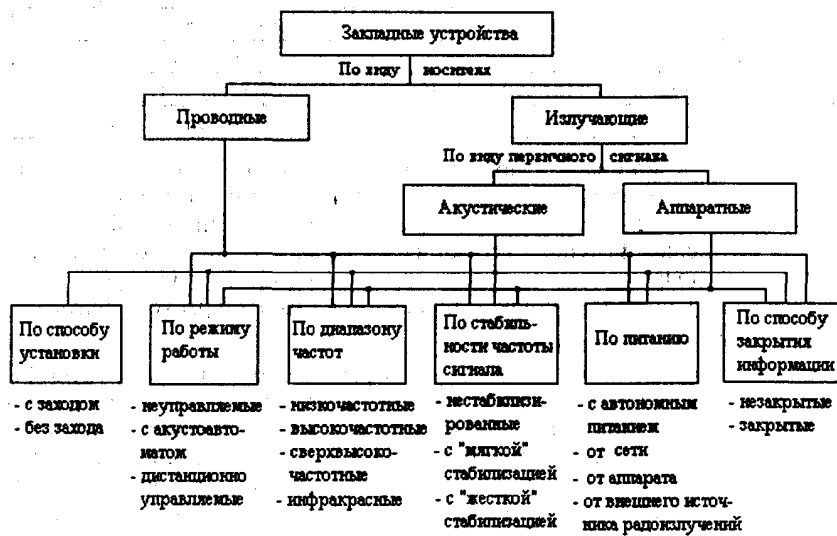


Рис. 5.17. Классификация закладных устройств

водных закладок является электрический ток, который распространяется по электрическим проводам. Проводные закладки, содержащие микрофон для преобразования акустических речевых сигналов в электрические, относятся к акустическим закладным устройствам, а ретранслирующие электрические сигналы с речевой информации, передаваемые по телефонной линии, образуют группу проводных телефонных закладок.

Проводные акустические закладки представляют собой:

- субминиатюрные микрофоны, скрытно установленные в бытовых радио- и электроприборах, в предметах мебели и интерьера и соединенные тонким проводом с микрофонным усилителем или диктофоном, размещаемыми в других помещениях;
- миниатюрные устройства, содержащие микрофон, усилитель и формирователь сигнала, передаваемого, как правило, по телефонным линиям и цепям электропитания.

Проводные акустические закладки в виде микрофона имеют высокую чувствительность и помехоустойчивость, но наличие провода демаскирует закладки и усложняет их установку, в особенности в условиях дефицита времени. Поэтому такие закладки могут устанавливаться во время ремонта или в помещениях с возможностью достаточно простого и длительного доступа в них людей, например, в номера гостиниц. Закладки, использующие цепи электропитания, размещаются, в основном, в местах подключения проводов электропитания к выключателям и сетевым розеткам.

Излучающие закладные устройства лишены недостатков проводных, но у них проявляется другой демаскирующий признак – излучения в радио- и оптическом диапазонах. В зависимости от вида первичного сигнала радиозакладки можно разделить на аппаратные и акустические. Аппаратные закладки устанавливаются в телефонных аппаратах, ПЭВМ и других радиоэлектронных средствах. Входными сигналами для них являются электрические сигналы, несущие речевую информацию (в телефонных, аппаратах), или информационные последовательности, циркулирующие в ПЭВМ при обработке конфиденциальной информации. В таких закладках отсутствует микрофон, что упрощает их конструкцию, и имеется возможность использования для электропитания энергию средства, в котором установлена закладка.

Наиболее широко применяются акустические радиозакладки, позволяющие сравнительно просто и скрытно устанавливать их в различных местах помещения. Простейшая акустическая закладка содержит (см. рис. 5.18) следующие основные устройства: микрофон, микрофонный усилитель, генератор несущей частоты, модулятор, усилитель мощности, антенну.

Микрофон преобразует акустический сигнал с информацией в электрический, который усиливается до уровня входа модулятора. В модуляторе производится модуляция колебания несущей частоты, т. е. производится перезапись информации на высокочастотный сигнал. Для обеспечения необходимой мощности излучения модулированный сигнал усиливается в усилителе мощности. Излучение радиосигнала в виде электромагнитной волны осуществляется антенной, как правило, в виде отрезка провода.



Рис. 5.18. Схема акустической закладки

В целях сокращения веса, габаритов и энергопотребления в радиозакладке указанные функции технически реализуются минимально возможным количеством активных и пассивных элементов. Простейшие закладки содержат всего один транзистор.

По диапазону частот закладные устройства отличаются большим разнообразием. На ранних этапах использования закладных устройств частоты излучений их привязывали к частотам бытовых радиоприемников в УКВ-диапазоне. При массовом появлении у населения бытовых радиоприемников увеличилась опасность случайного перехвата сигналов радиозакладок посторонними лицами. Поэтому большинство типов современных закладок имеют более высокие частоты в УВЧ-диапазоне.

Для более 96% радиозакладок рабочие частоты сосредоточены в интервале 88–501 МГц, причем с частотами 92.5–169.1 МГц выпускаются 42% радиомикрофонов, а с частотами 373.4–475.5 МГц – 52% радиомикрофонов [5, 16]. Наиболее интенсивно используется диапазон частот 449.7–475.5 МГц, в котором сосредоточены рабочие частоты 36% образцов.

Продолжается тенденция дальнейшего повышения частот, в том числе с переходом в ГГц диапазон. С увеличением частоты передатчика уменьшается уровень помех, что позволяет снизить мощность передатчика и, соответственно, его габариты, а также длину антенны.

В интересах повышения скрытности для излучающих закладных устройств осваивается ИК-диапазон. Однако в силу большего по сравнению с радиоволнами затухания ИК-лучей в среде распространения и необходимостью прямой видимости между излучателем ИК-закладки и фотоприемником злоумышленника применение подобных закладных устройств ограничено.

Кроме диапазона частот на условия передачи закладкой информации влияет стабильность частоты ее передатчика. Для простых схемных решений передатчика закладки значения его частоты изменяются в значительных пределах в зависимости от температуры и питающего напряжения. Величина дрейфа рабочей частоты радиозакладок может достигать единиц МГц. В результате этого радиоприемник, настроенный на частоту радиозакладки, через некоторое время «теряет» радиосигнал. Это обстоятельство имеет важное значение для обеспечения автоматического приема сигналов радиозакладок, например, в случае, когда подслушивание производится аппаратурой в автомобиле при отсутствии в нем оператора. Частоты около половины предлагаемых на рынке радиозакладок стабилизируются.

Повышение стабильности частоты излучения обеспечивается путем: применения в колебательном контуре генератора элементов со слабой температурной зависимостью, температурной компенсации, стабилизации питающих напряжений, включения в колебательный контур элементов, стабилизирующих его частоту.

В закладных устройствах «мягкая» стабилизация со стабильностью частоты 10^{-3} – 10^{-4} достигается схемотехническими решениями (стабилизацией напряжения, температурной компенсацией и др.). Для большей стабильности частоты передатчика («жесткой», со стабильностью 10^{-5} – 10^{-6}) в качестве стабилизирующих элементов используются пластины кристалла кварца. Частота стабилизации зависит от вида среза кристалла кварца, толщины и размеров его пластины, включенной в цепь генератора. Стабилизация частоты излучения радиозакладки усложняет ее схему и увеличивает габариты передатчика, но существенно улучшает удобство работы.

К настоящему времени разработано достаточно большое количество типов направленных микрофонов и закладных подслушивающих устройств. Характеристики некоторых из них представлены в таблицах 5.5 и 5.6.

В табл. 5.7 приведены некоторые характеристики стетоскопных устройств, предназначенных для прослушивания информации.

Для регистрации акустических сигналов широко применяются магнитофоны с вынесенными и встроенными микрофонами. Аудиомагнитофоны для записи речи называют диктофонами. Диктофоны для скрытного подслушивания имеют пониженные акустические шумы лентопротяжного механизма, металлический корпус для экранирования высокочастотного электромагнитного поля коллекторного двигателя, в них могут отсутствовать генераторы стирания и подмагничивания.

Характеристики некоторых типов миниатюрных магнитофонов, используемых для подслушивания, указаны в табл. 5.8.

Запись речи в диктофонах производится на микрокассете со скоростью 2.4 или 1.2 см/с, длительность записи в зависимости от скорости и типа кассеты составляет от 15 мин. до 3-х часов. Различные модели диктофонов могут иметь сервисные функции: активация (включение) записи голосом, возможность подключения внешнего микрофона, автостоп и автореверс, жидкокристаллический дисплей с индикацией режимов работы и расхода ленты.

Таблица 5.5. Характеристики направленных микрофонов и закладных подслушивающих устройств

№ п/п	Тип устройства	Ширина ДН микрофона	Дальность, м	Диапазон частот, МГц	Дополнительные сведения
1	Плоский направленный микрофон УМ-124	20–25°	до 50		Может быть встроен в переднюю стенку кейс-атташе или использован в виде жилета под пиджак
2	Градиентный направленный микрофон УМ-124.2	10°, 20°, 30°	30–50		Изготавливается в виде трубки диаметром 20 мм и длиной 10; 18; 28 см в поролоновом ветрозащищенном чехле
3	Направленный микрофон ЛСТ-НМ-101	<30°	30–60		Может быть использован в камуфляжном исполнении под зонт
4	Акустическая радиозакладка УМ 001	ДН микрофона – круговая	50–300	108–112.5	Модуляция ЧМ
5	Акустическая радиозакладка УМ 002	ДН микрофона – круговая	250–300	108–112.5	Модуляция ЧМ
6	Акустическая радиозакладка ПМ 007	ДН микрофона – круговая	200–700	136–146	Модуляция ЧМ
7	Кейс-атташе, передатчик УМ 009	–	300–700	136–144	–
8	Радиозакладка с питанием от сети 220В УМ 051	–	300–500	136–144	Обычно монтируется в стенных розетках
9	Радиозакладка с питанием от сети 220В УМ 051.1	–	300–500	415–430	Модификация ЦМ 051
10	Акустическая закладка с передачей информации по сети переменного тока 220В УМ 104	–	не менее 300		Установка осуществляется в стандартную розетку или любой другой электроприбор, постоянно подключенный к си-ноной сети
11	Закладка TRM-1830	–	150–400		Для передачи перехваченной информации используется ИК-канал
12	Зажигалка «Cricket»	–	100	447–459	Модуляция ЧМ широкополосная
13	Авторучка	–	100	300	Модуляция ЧМ широкополосная (кварцевая стабилизация частоты)
14	Деревянный брусок – ЛЗБ ДУ	–	300	415–425	Модуляция ЧМ (кодирование сигнала, кварцевая стабилизация частоты)
15	Папка для документов – ДУ	–	50–500	300	Модуляция ЧМ узкополосная (кварцевая стабилизация частоты, дистанционное управление)

Таблица 5.6. Закамуфлированные средства подслушивания

Наименование	Тип. фирма	Характеристики
Радиопередатчики в:	ELECTRONIC:	
стакане	PK535	65x100 мм, 210 г, солнечные
пепельнице	PK565-S	90x45 мм, 480 г, солнечные батареи
подсвечнике	PK580	100x175 мм, 650 г, солнечные батареи
калькуляторе	PK620-S	135x100 мм, радиус действия 150-200 м
розетке	PK550	140x60x40 мм, 380 г, даль- ность до 600 м
настольной зажигалке	PK575	80x32x52 мм, 150 г. время ра- боты до 80 ч
гвозде	PK520	35x6 мм. 96 г. 36 часов, до 200 м
шариковой ручке	PK585	135x11 мм, 25 г, 6 часов, до 300 м
часах	PKI025-S	88s 108 или 130s 150 МГц, 6 часов.
ремне	PK850-S	139 МГц, до 800 м.
Радиопередатчик в запонках, булавке для галстука	STG4140.STG	15-150 МГц, мощность 5 мВт.
Радиопередатчик в видеокас- сете	UM 007.3, SMIRAB ELECTRONIC	136-146 МГц, до 300 м, время непрерывной работы 3 суток
Магнитофон в книге	PK660. ELECTRONIC	200x250x65 мм: 1200 г, время записи 2x90 мин.
Магнитофон в пачке сигарет	PK1985. ELECTRONIC	55x87x21 мм, 160 г. время ра- боты 11ч.

Таблица 5.7. Характеристики стетоскопных прослушивающих устройств

№ п/п	Тип устройства	Максимальная толщина стетоскопа, см	Полоса частот вибродатчика, Гц	Диапазон частот передатчика, МГц	Дополнительные сведения
1	Стетоскопный микрофон UM 012	до 50	150–3500	–	Тип датчика: высокочувствительный вибромикрофон
2	Изделие фирмы DTI	до 1 м	300–3000	–	То же с встроенным усилителем
3	Стетоскопный микрофон UM 121	до 50			То же
4	Радиозакладка-стетоскоп UM 006	до 50	150–5000	108 – 112,5	Тип датчика: высокочувствительный вибромикрофон
5	Радиозакладка-стетоскоп UM 006.1	до 50	150–5000	136 – 146	То же
6	Радиозакладка SIPE RS	до 50	–	–	Дальность действия передатчика до 250 м
7	SIPE PHORTO 2000	–	–	ИК-передатчик	То же до 500 м

Таблица 5.8. Характеристики миниатюрных магнитофонов.

Тип, фирма	Размеры, мм	Вес, г	Примечание
L400, Olympus	73x20x52	90	Запись до 3 ч
L200, Olympus	107x15x51	125	Можно носить в нагрудном кармане
PK 1985, PK Electronic	55x87x21	160	Питание 1.5 В. время работы 11 ч
Sony-909, Sony	68x65x19	–	В металлическом корпусе. 4 дорожки
AD. Knowledge Express	65x102x17	108	Запись па удалении до 15 м
TP-X900, Aiwa	167x94x43	315	Шифрование при записи

6. СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ДОБЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ О РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВАХ

Добытием информации о радиоактивных веществах занимается радиационная разведка. Демаскирующими признаками радиоактивных веществ являются α , β , и γ -излучения. Альфа-излучение состоит из ядер атомов гелия, движущихся со скоростью 14000–20000 км/с. Бета-излучение представляет собой поток электронов, скорости которых близки к скорости света. Гамма-излучение является электромагнитным излучением с длиной волны менее 0.01 нм. Заряд и кинетическую энергию α и β -частиц определяют по их отклонению в электрическом и магнитном полях известной напряженности. Энергию и длину волны γ -излучения рассчитывают по энергии электронов, освобождаемых из различных веществ под действием этого излучения.

Для обнаружения радиоактивных излучений используются специальные дозиметрические приборы. Структура типового прибора радиационной разведки приведена на рис. 6.1.

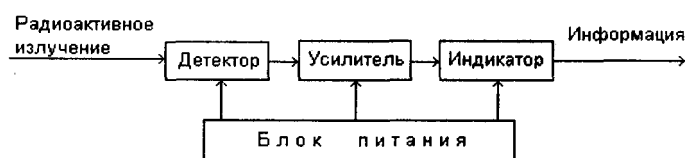


Рис. 6.1. Структурная схема прибора радиационной разведки

Детектор преобразует энергию радиоактивного излучения в электрические сигналы, которые после усиления поступают на стрелочный или цифровой индикатор. В качестве детектора используются ионизационные камеры, газоразрядные и сцинтилляционные счетчики, кристаллы полупроводника, фотопленка.

Ионизационные камеры (Вильсона, пузырьковые, искровые) представляют собой сосуды цилиндрической или прямоугольной формы, заполненные газом с пересыщенным паром (в камере Вильсона), жидким водородом (в пузырьковой камере) и инертным газом (в искровой камере). В искровой камере имеются, кроме того, плоскопараллельные близко расположенные друг к другу пластины, на которые подается высокое напряжение, чуть ниже пробойного. Когда через камеру Вильсона и пузырьковую камеру пролетает электрически заряженная частица, на возникающих на ее пути ионах конденсируются маленькие капельки жидкости, видимые при боковом освещении. При пролете быстрой частицы через искровую камеру вдоль ее траектории между пластинами проскакивают искры, создавая огненный трек.

В малогабаритных приборах радиационной разведки применяются в основном газоразрядные счетчики (счетчики Гейгера-Мюллера). Газоразрядные счетчики представляют собой герметичную стеклянную трубку, заполненную газовой смесью (аргона и воздуха, аргона и паров и др.) под давлением 0.1 атмосферы. Внутренняя поверхность трубки металлизирована. Внутри трубки протянута металлическая нить, на которую подается высокое положительное напряжение 1000–1500 В постоянного тока, а к металлизированной поверхности счетчика – отрицательное напряжение. Когда в газоразрядную трубку попадает ионизирующая частица, происходит лавинообразный процесс образования ионов, между электродами возникает короткий импульс тока, который подается на вход усилителя. В результате вторичной ионизации обеспечивается высокая чувствительность детектора. В простейшем варианте импульсы тока усиливаются и регистрируются в виде звуковых щелчков, в более совершенных дозиметрических приборах частота импульсов преобразуется в значение уровня излучения, отображаемое с помощью стрелочных или цифровых индикаторов.

Счетчики Гейгера-Мюллера для регистрации α -излучения имеют очень тонкое (0.002–0.003 мм) слюдяное (пленочное) окно, через которое частицы без существенного поглощения попадают в трубку. Для регистрации β -излучения окно трубки делают из алюминиевой фольги толщиной 0.1–0.2 мм, которая поглощает α -частицы. Трубки для регистрации γ -излучения закрыты слоем алюминия толщиной 1 мм, поглощающей β -излучение.

Сцинтилляционные детекторы представляют собой экран (пластину) из стекла, покрытый флюоресцирующим веществом (сульфидом цинка, антраценом или другими веществами, преобразующими кинетическую энергию радиоактивных частиц в энергию световой вспышки). Путем размещения за экраном фотоумножителя вспышки света могут преобразовываться в электрические сигналы с последующим измерением их интенсивности электронным счетчиком. Преимущество сцинтилляционного детектора состоит в том, что он может разделять частицы, поступающие через очень короткие промежутки времени (10^{-8} – 10^{-9} с вместо 10^{-5} – 10^{-6} с у счетчиков Гейгера-Мюллера). Дальнейшим развитием сцинтилляционного счетчика является люминисцентная камера, которая не только считает частицы в течение очень короткого времени (10^{-13} – 10^{-14} с), но и с помощью соответствующего электронно-оптического устройства регистрирует их траектории.

Широкое распространение получили кристаллические полупроводниковые детекторы, основу которых составляют полупроводниковый кристалл кремния или германия с различными добавками. Электропроводность кристалла изменяется под действием ионизирующего излучения.

В качестве фотодетекторов применяют также рентгеновскую фотопленку, по степени почернения которой за определенное время судят об уровне излучения.

Приборы для обнаружения и измерения радиоактивных излучений в зависимости от назначения делятся на индикаторы радиоактивности, радиометры и дозиметры. По способу индикации интенсивности излучения – на стрелочные и цифровые.

Индикаторы излучений информируют оператора световой или звуковой индикацией о наличии в зоне поиска радиоактивных веществ, радиометры обнаруживают и измеряют уровень радиоактивного заражения среды, а дозиметры измеряют дозы излучений.

Доза излучения оценивается величиной экспозиционной дозы, определяемой по эффекту ионизации единицы объема сухого атмосферного воздуха при нормальных условиях. В качестве единицы измерения в системе СИ принята мера в кулон/кг (Кл/кг). Применяется еще несистемная единица измерения – рентген (Р) и ее доли (миллирентген и микрорентген). Соотношение между этими единицами: $1\text{Р} = 2.58 \cdot 10^{-4}\text{ Кл/кг}$.

Величина экспозиционной дозы в единицу времени называется мощностью экспозиционной дозы называется (МЭД). Мощность излучения космоса и радионуклидов земли составляет в среднем 5–30 мкР/ч.

Энергия излучений оценивается также в электрон-вольтах (эВ) и см пробега. Один эВ равен кинетической энергии, получаемой электроном под действием разности потенциалов 1 В. Энергия альфа-частиц, излучаемых различными естественными радиоактивными элементами, составляет 4–9 МэВ ($1\text{ МэВ} = 10^6\text{эВ}$), что обеспечивает их пробег в атмосфере воздуха при нормальных условиях 2.5–8.6 см.

Энергия, поглощаемая в единице массы тела, называется поглощенной дозой излучения и измеряется в греях (Гр) и радах, причем $1\text{ Гр} = 100\text{ рад}$.

Влияние излучения на биологические объекты оценивается биологической зоной излучения, которая равна поглощенной зоне, умноженной на коэффициент, характеризующий вид излучения (для α -излучения коэффициент равен приблизительно 20, для β - и γ -излучений – около 1). Величина поглощения энергии излучения в единице биологической массы (ткани) называется основной дозиметрической величиной (дозой). Единица измерения дозы в системе СИ – зиверт (Зв) и несистемная единица измерения – бэр, причем $1\text{ бэр} = 100\text{ Зв}$.

На рынке имеются разнообразные радиометры, в том числе бытовые «Белка», «Эксперт», «Сосна» и др. Разнообразные профессиональные приборы выпускает Обнинский приборный завод «Сигнал». Например, измеритель мощности дозы гамма-излучения ИМД–2 применяется в стационарных условиях, на летательных аппаратах, подвижных объектах и для пешей разведки, Индикация уровня производится с помощью светящегося сектора на шкале прибора. Он имеет следующие характеристики:

диапазон измерения МЭД.....0 мкР/ч–1000 Р/ч;
погрешности измерения.....30 %;
диапазон температур окружающей среды, °С –50...+50;

вес прибора, кг.....	1.6 кг;
габариты, мм	198x180x82.

Малогабаритные дозиметры (ДРС-01, ДКС-04, ДЭГ-8, ДРГ-01Т1, ДРГ-05М и др.) постоянно применяются людьми, имеющие дело с радиоактивными веществами, для измерения принятой ими дозы в течение определенного времени работы, например, месяца. Пороговое значение дозы за год не должно превышать 5 бэр.

7. ДОСТУП К ИНФОРМАЦИИ БЕЗ НАРУШЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЫ И ПРОНИКНОВЕНИЯ НА ОБЪЕКТ ЗАЩИТЫ

7.3. Добывание информации без физического проникновения в контролируемую зону

Добывание конфиденциальной информации без проникновения в контролируемую зону осуществляется путем съема ее с носителей, распространяющихся за пределы контролируемой зоны. Под контролируемой зоной понимается физически огражденная или условно (в документах) обозначенная территория, в пределах которой обеспечивается защита информации или, в крайней мере, проводятся мероприятия по защите информации. Внешне границей контролируемой зоны является граница территории предприятия организации государственных или коммерческих структур.

Наибольшая безопасность злоумышленника обеспечивается, когда информация им добывается вне территории интересующей его организации. За пределы территории возможен выход следующих носителей:

- людей;
- бумажных и машинных носителей с документами и публикациями, продукции, материалов, сырья, оборудования, газообразных, жидких и твердых отходов, частиц радиоактивных излучений;
- акустических, электрических, магнитных и электромагнитных полей электрического тока, распространяющегося по проводам электропитания, телефонной сети, охранной и пожарной сигнализации и др.

Эти носители могут содержать семантическую и признаковую информацию, а также демаскирующие вещества.

Так как возможность привлечения злоумышленника к ответственности за противоправные действия снижается с удалением его от источника, то злоумышленника интересуют, преж-

де всего, носители с нужной ему информацией на максимально-возможном удалении от источника.

По дальности распространения носители, выходящие за пределы контролируемой зоны, можно разделить на 3 группы:

- без ограничения расстояния (люди, переносимые или перевозимые документы, продукция, отходы и другие материальные носители);
- распространяющиеся за пределы прямой видимости (акустические волны большой мощности, радиоволны в ДВ, СВ, КВ диапазонах, электрический ток с информацией по кабелям, свет по световодам, жидкие и газообразные отходы);
- распространяющиеся в пределах прямой видимости (свет, речь, радиоволны в УКВ диапазоне, слаботочные электрические сигналы, радиоактивные излучения).

Очевидно, что чем на большее расстояние распространяется носитель, тем выше потери его энергии и тем меньшее значение принимает отношение сигнал/шум на входе приемника сигналов злоумышленника. Поэтому для обеспечения дистанционного добывания информации органы добывания применяют наиболее чувствительную аппаратуру для приема носителя и съема с него информации. Спецслужбы ведущих стран создают собственные научно-исследовательские организации и производственные предприятия для разработки разведывательной техники с параметрами, превышающими параметры лучших образцов аппаратуры бытового и даже военного назначения, прежде всего, по чувствительности и разрешающей способности.

С другой стороны, чем меньше вес, габариты и энергопотребление средств разведки, тем проще их скрытно приблизить к источнику информации и выполнить энергетическое условие. Требования к аппаратуре по электрическим и масса-габаритным характеристикам противоречивы. Улучшение параметров на каждом этапе развития радиоэлектроники, оптики и других прикладных областей науки и техники достигается усложнением аппаратуры до тех пор, пока не реализуются новые идеи, приводящие к скачку в методах и технологии. Но на определенном этапе технического прогресса усложнение технических решений приводит к увеличению веса и габаритов средств добывания.

Противоречие разрешается путем дифференцированного применения средств добывания. Классификация наземных средств добывания информации по способам применения приведена на рис. 6.1.

Стационарная аппаратура размещается в отапливаемых помещениях, к ней предъявляются требования по устойчивости к механическим и климатическим воздействиям (вибрациям, ударам, температуре, влажности), пониженные по сравнению с требованиями к мобильной аппаратуре. За счет облегченных требований к условиям эксплуатации в этой аппаратуре при при-

емлемых (обеспечивающих перевозку в упакованном виде) весе, габаритах и энергопотреблении реализуются в полном объеме достижения в соответствующих областях науки и техники.

Такая, в основном радиоэлектронная, аппаратура устанавливается в посольствах и консульствах зарубежных государств для добывания информации с территории посольства или консульства, рассматриваемых по международному праву как территория соответствующего государства. В принципе подобная аппаратура может быть установлена в помещении жилого дома вблизи фирмы конкурента. Однако задачи по добыванию информации проще решаются с помощью мобильной аппаратуры.



Рис. 6.1. Классификация наземных средств добывания информации.

Мобильная аппаратура широко применяется органами добывания как зарубежного государства, так и коммерческих структур. К ней предъявляются более жесткие требования по размещению и функционированию в стоящем или даже движущемся автомобиле.

Существующая возимая аппаратура обеспечивает из автомобиля визуально-оптическое и телевизионное наблюдение, фотографирование, перехват радиосигналов, подслушивание с использованием закладных устройств. Например, размещаемый в автомобильной антенне эндоскоп HR 1780-S позволяет скрытно вести наблюдение из автомобиля. Те же задачи решает видеокамера РК 5045 с оптикой, вмонтированной в антенну. Вращая антенну из салона автомобиля, можно на экране телевизионного приемника в салоне наблюдать и записывать на видеоманитон изображение субъектов и объектов вокруг машины.

Особенно широкие возможности обеспечивает возимая автоматическая аппаратура, которая записывает подслушанные звуковые сигналы и перехваченные радиосигналы в отсутст-

вии в машине человека-оператора. В этом случае припаркованный возле фирмы автомобиль может находиться длительное время, не вызывая подозрение у службы безопасности.

Носимая некамуфлированная портативная аппаратура размещается в одежде человека, сумках, портфелях. Например, при посещении офиса банка или другой коммерческой структуры можно положить небольшую сумку с вмонтированной в нее теле- или кинокамерой на стол и в поле ее зрения попадут изображения на экранах компьютеров сотрудников, работающих за другими столами.

Средства добывания, камуфлированные под различные бытовые приборы и предметы личного пользования, могут быть максимально приближены к источникам информации, но технические параметры камуфлированных средств добывания хуже аналогичных некамуфлированных.

7.4. Доступ к источникам информации без нарушения государственной границы

7.4.1 Основные принципы

Для зарубежной разведки наиболее безопасным вариантом добывания информации является съем ее с носителей, распространяющихся за пределы контролируемой зоны государства – государственной границы. Очевидно, что в этом случае добывается только та информация, носители которого могут легально или нелегально пересекать госграницу.

Основными носителями информации через государственную границу являются:

люди, хранящие информацию в своей памяти;

материальные тела с информацией, переносимые или перевозимые людьми;

электромагнитные поля в световом и радиодиапазонах.

Энергия полей-носителей с информацией на государственной границе зависит от расстояния источников сигналов с информацией до границы. Учитывая это, организации и предприятия, владеющие секретной информацией, размещаются по возможности в наиболее удаленных от границ местах. Кроме того, в приграничных районах обращается более серьезное внимание на обеспечение безопасности информации. Поэтому возможности зарубежной разведки по добыванию ценной информации в приграничной зоне без нарушения государственной границы весьма ограничены.

Из отдаленных от наземных границ районов страны границ достигают в основном радиоволны в ДВ, СВ и КВ диапазонах, а также УКВ радиорелейных и тропосферных линий связи вблизи границы. Поэтому вдоль границ бывшего СССР и стран Варшавского договора со странами НАТО и их союзниками располагались многочисленные станции радио и радиотехни-

ческой разведки, перехватывающие радиосигналы с семантической и признаковой информацией.

Без нарушения границы наиболее близко орган разведки может приблизиться к объекту защиты сверху, так как высота воздушного пространства государства составляет всего десятки км. Самолеты из-за разреженности воздуха не могут летать на высотах более 30-40 км. Безвоздушное пространство является нейтральным и не принадлежит ни одному из государств.

Характеристики разведывательных космических аппаратов

В мирное время наиболее эффективными носителями средств добывания информации сверху являются космические аппараты (КА) или искусственные спутники Земли (ИСЗ).

Космическую разведку в полном объеме ведут два государства: Россия и США. Другие развитые в промышленном отношении страны (Япония, Китай, Франция и некоторые другие) ограничиваются довольно редкими запусками спутников и не ведут регулярно космическую разведку.

Параметры траектория движения КА (высота орбиты, угол ее наклона относительно экватора Земли) определяются направлением и скоростью вывода ракеты - носителя. Для вывода КА на околоземную поверхность ему нужно при запуске сообщить первую космическую скорость у поверхности Земли не менее 7.91 км/с. При этой скорости орбита круговая. Чем выше скорость, тем больше высота орбиты. Минимальная высота ограничена тормозящим действием остатков атмосферы и составляет 130-150 км. При второй космической скорости более 11.186 км/с КА может выйти из сферы действия тяготения Земли.

В зависимости от скорости и направления выведения КА располагаются на низких круговых (радиус от 500 до 2 000 км), высоких эллиптических (апогей около 40 000 км, перигей около 2 000 км), геостационарных орбитах (радиус около 40 000 км) (см. рис. 6.2).

Низкие круговые орбиты – наиболее распространенные орбиты разведывательных спутников, так как они могут приблизиться к объекту на минимально-допустимое расстояние. Уменьшение высоты орбиты из-за торможения КА снижает время его существования на орбите. Противоречие между временем пребывания на орбите низколетящего КА и стремлением приблизить средства добывания информации к ее источникам решается путем создания маневрирующих спутников. Например, разведывательный КА фотографической разведки США Keyhole-11А может маневрировать на орбите по заданной программе или команде с Земли, снижаться до высоты 120–160 км, делать детальные фотоснимки в видимом и ближнем ИК-диапазонах с разрешением до 10 см, после чего поднимается на большую высоту (до 1000 км), ведя на ней обзорное наблюдение [12]. Передача информации на наземный пункт приема производится по радиоканалу непосредственно или через спутник-ретранслятор.

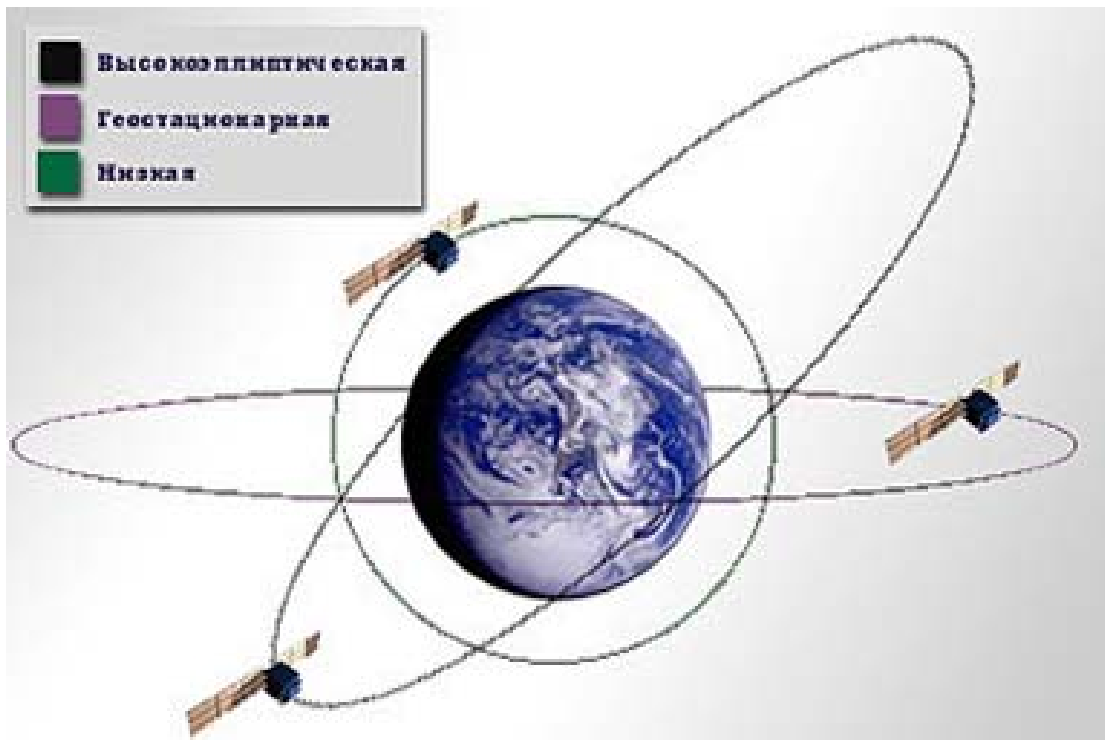


Рис. 6.2. Виды орбит космических аппаратов.

Однако низкоорбитальные КА, пролетая с большой скоростью над поверхностью Земли, наблюдают объект или осуществляют перехват его радиосигналов в течение очень короткого времени.

Период вращения КА вокруг Земли $T_{ка}$ в минутах в зависимости от высоты орбиты h можно оценить по формуле:

$$T_{ка} = T_0 \left(1 + \frac{h}{R_з} \right)^{\frac{3}{2}}, \quad (6.1)$$

где $R_з = 6372$ км – радиус земли

Период обращения КА вокруг земли зависит от высоты орбиты, поскольку линейная скорость спутника должна быть близкой к первой космической (около 8 км/с), чтобы КА не падал на землю. В таблице 6.1. приведены некоторые характеристики различных орбит.

Из этой таблицы видно, что на малых высотах период вращения КА равен приблизительно 1.5 часа. Однако из этого не следует, что КА будет находиться над одним и тем же районом через каждые 1.5 часа. Из-за вращения Земли вокруг оси на каждом очередном витке КА будет пролетать над новым районом Земли и только через несколько суток ситуация повторится.

Возможности просмотра различных районов Земли зависят от угла наклона плоскости орбиты КА относительно плоскости орбиты. Если КА расположен на круговой полярной орбите, то его средства могут периодически просматривать всю поверхность Земли. Например, од-

новременная работа 2-х спутников (с высотой орбит 1000–1400 км и наклонениями, близкими к 90°) позволяет просматривать район земного шара с интервалом в 6 ч.

Таблица 6.1. Характеристики различных орбит.

Период обращения(час)	Число витков в сутки	Высота круговой орбиты	Высота эллиптической орбиты (км)	
			апогей	перигей
4	6	6750	500	13000
6	4	10750	500	21000
8	3	14250	500	28000
12	2	20325	500	40250
24	1	35875	500	71250

Для КА на солнечно-синхронной орбите (с наклонением приблизительно 97°) характерно постоянство высоты Солнца в районе фотосъемки..

С повышением высоты орбиты, как следует из таблицы, период вращения КА увеличивается и при h около 36000 км он равен периоду вращения Земли. Когда плоскости орбиты КА и экватора Земли совпадают ($i = 0^\circ$), то КА расположен на геосинхронной орбите и постоянно «висит» над одним и тем же районом Земли. Будучи расположенным в плоскости экватора Земли средства добывания КА не «видят» из-за кривизны Земли ее северные (более 70 градусов широты) районы. Это обстоятельство и большая удаленность КА от поверхности Земли существенно ограничивают возможности геостационарных спутников наблюдением ярких источников света (например, факелов ракет при пуске) и перехватом достаточно мощных радиосигналов.

Промежуточное положение занимают КА на высоких эллиптических орбитах (см. рис. 2.5). Системы космической связи на эллиптических орбитах позволяют осуществлять радио и телевизионное вещание на всей территории России. Типовая орбита соответствует эллипсу с перигеем (наименьшим расстоянием до поверхности Земли – 400–460 км) и апогеем (наибольшим расстоянием – до 60000 км).

Противоречие между временем пребывания на орбите низколетящего КА и стремлением приблизить средства добывания информации к ее источникам решается путем создания маневрирующих спутников. Например, разведывательный КА фотографической разведки США Keyhole–11А (массой около 14 т, работает в ИК-области спектра) может маневрировать на орбите по заданной программе или команде с Земли, снижаться до высоты 120–160 км, делать де-

тальные фотоснимки в видимом и ближнем ИК-диапазонах с разрешением до 10 см, после чего поднимается на большую высоту (до 1000 км), ведя на ней обзорное наблюдение. Передача информации на наземный пункт приема производится по радиоканалу непосредственно или через спутник-ретранслятор.

Для добывания информации на КА устанавливаются различные средства добывания (фото, телевизионного и радиолокационного наблюдения, радио и радиотехнической разведки). Аппаратура современных разведывательных низкоорбитальных КА обладает высокими возможностями. Наибольшее разрешение обеспечивают КА фоторазведки. Установка на КА аппаратуры обзорной разведки позволяет производить съемку поверхности Земли в полосе шириной до 180 км при линейном разрешении на местности 2.5–3.5 м. Опознаются объекты размером 12.5–35 м. Детальная фоторазведка обеспечивает полосу съемки шириной 12–20 км, разрешение на местности 0.3–0.6 м (для маневрирующих – до 0.1 м) и опознавание объектов размером 1.5–6 м.

Космическая разведка США имеет на вооружении разнообразные разведывательные системы: специализированные (фото, оптико-электронные, радио и радиотехнические, радиолокационные) и комплексной разведки, например, фотографирование и перехват радиотехнических сигналов. По мере прогресса в миниатюризации средств добывания доля комплексных систем возрастает.

Таблица 6.2. Американские спутники видовой разведки

Официальное наименование КА	Неофициальное наименование КА	Дата запуска
USA-116	KeyHole-12-2	05.12.1995
USA-129	KeyHole-12-3	20.12.1996
USA-161	KeyHole-12-4	05.10.2001
USA-186	KeyHole-12-5	19.10.2005
USA-69	Lacrosse-2	08.03.1991
USA-133	Lacrosse-3	24.10.1997
USA-152	Lacrosse-4	17.08.2000
USA-182	Lacrosse-5	30.04.2005
USA-144	Misty-2	22.05.1999

В конце 2005 года американская неправительственная организация UCS (Union of Concerned Scientists) опубликовала базу данных по действующим космическим аппаратам, составленную по открытым публикациям (см. таблицу 6.2). С учетом уточнений, сделанных оптическими наблюдателями, численность группировки видовой разведки США IMINT достигла рекордной величины – 9 спутников, в том числе 4 – KeyHole, 4 – Lacrosse и один – секретный спутник-невидимка Misty–2. Все перечисленные секретные спутники наблюдались астронома-

ми, кроме Misty-2, который был потерян наблюдателями сразу после запуска. По оценкам на орбите высотой около 3 тыс. км осталась легкая ложная цель или фрагмент запуска Misty.

Таким образом, космическая разведка обеспечивает наиболее близкий и безопасный для органа добывания доступ к защищаемым объектам и в силу этого обладает достаточно высокими показателями по разрешению и достоверности получаемой информации.

В то же время космическая разведка имеет ряд особенностей, которые облегчают задачу защиты информации на объекте. Кратковременность нахождения низкоорбитального КА над защищаемыми объектами, возможность точного математического расчета характеристик орбит и моментов времени пролета спутников над защищаемыми объектами позволяют применять простые, но эффективные меры по защите информации. Эти меры противодействуют, прежде всего, выполнению временного условия разведывательного контакта – возможности наблюдения за объектом в момент пролета КА над ним.

Другие разведывательные аппараты

Средства добывания информации размещаются также на летательных аппаратах (самолетах-разведчиках, беспилотных летательных аппаратах) и кораблях, летающих и плавающих вдоль воздушной и морской границ.

С целью увеличения дальности видимости с самолетов-разведчиков соответствующей конструкцией добываются подъема их на максимально возможную высоту. Характеристики самолетов-разведчиков США приведены в таблице 6.3 [12]. Фотография самолета разведчика показана на рис. 6.3

Таблица 6.3. Характеристики самолетов-разведчиков США

Тип	Скорость,	Дальность по-	Поло-	Аппаратура
RF-	2240	4300	18500	АФА. ИК. ТА.
U-2C	850	до 7000	26000	АФА. РРТР.
SR-71	3300	7000	24000	То же
TR-1	690	5000	27500	То же

Примечание: АФА – авиационная фотоаппаратура. РРТР – средства радио и радиотехнической разведки. РЛС – радиолокационные станции бокового обзора. ИК – средства наблюдения в ИК-диапазоне. ТА – аппаратура телевизионного наблюдения.

Дальность наблюдения с самолета наземных объектов зависит от способа добывания и колеблется от 2–3 h для фото и ИК-аппаратуры, где h – высота полета самолета, до 100–120 h для радио- и радиотехнической разведки. При этом достигается разрешение на местности от десяти см (для фотосъемки) до метров – для радиолокационных станций бокового обзора.

Разрешение и точность определения координат наземных объектов с самолетов выше аналогичных характеристик аппаратуры КА в пропорции, соответствующей соотношению высот полетов.

Примером может быть использование самолетов-разведчиков в Ираке. Спутникам-разведчикам помогают беспилотные самолеты-разведчики Global Hawk и Predator. Первый создан компанией Northrop Grumman, а второй – General Atomics. Самолет Predator кружит над Ираком на высоте 10 км, а Global Hawk – на высоте 22 км; С помощью радаров, инфракрасных сенсоров и камер видеонаблюдения они уточняют и дополняют информацию, полученную спутниками, контролируют передвижения войск даже в условиях абсолютной задымленности от пожаров на нефтяных скважинах. Кроме того, в систему наблюдений входят всепогодные самолеты-разведчики E-3 Sentry, созданные на базе Boeing 707/320, оснащенные высокочувствительными радарными установками.

Для разведки на небольшой территории используются воздушные наблюдательные аппараты UAV. Они представляют собой небольшие (длина 40 – 60 см, вес 2.5 кг) устройства, снабженные сенсорами и видеокамерами. Такие наблюдательные автоматы марки Dragon Eye способны передавать видеосообщения беспроводным способом прямо на полевые ноутбуки, которыми оснащены морские пехотинцы. Небольшие мониторы таких компьютеров прикреплены к рукам. Морские пехотинцы переносят UAV в ранцах и по мере необходимости пускают в действие.

Принцип работы кораблей разведчиков демонстрирует рис. 6.4. Корабли плавают вдоль воздушной и морской границ государства. Возможности добывания информации с кораблей, находящихся в нейтральной зоне возле морских границ, ограничиваются в основном перехватом радиосигналов, наблюдением берегов и их подводного рельефа.



Рис. 6.4. Корабль разведчик.

8. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАЗВЕДКИ

Комплексное использование технических средств разведки оценивается различными показателями. Наиболее общим показателем эффективности разведки, включающей органы управления, добывания и обработки, является степень выполнения поставленных перед нею задач. Для более объективного определения эффективности используется группа общесистемных показателей количества и качества информации:

- полнота добываемой информации;
- своевременность добывания информации;
- достоверность информации;
- точность измерения демаскирующих признаков;
- суммарные затраты на получение информации.

Полноту полученной информации можно определить через отношение числа положительных ответов на тематические вопросы к их общему количеству. Тематический вопрос определяет границы информации, необходимой для ответа на этот вопрос. Очевидно, что тематические вопросы можно детализировать до ответов на них в виде «да–нет». Чем выше степень детализации тематических вопросов, тем точнее оценка полноты полученной информации. Тематические вопросы имеют иерархическую структуру и определяются в результате структурирования конфиденциальной информации при планировании мероприятий по ее добыванию. Поскольку тематические вопросы имеют различную значимость («вес»), то количественно полноту информации Π_u с учетом «веса» тематического вопроса можно приближенно оценить по формуле:

$$\Pi_u = \sum_i^n \alpha_i \beta_i, \quad \sum_i^n \alpha_i = 1 \quad (6.2)$$

где α_i – «вес» i -го тематического вопроса; $\beta_i = 1$, когда количество и качество информации соответствует i -му тематическому вопросу и равно 0, когда не соответствует.

Своевременность информации является важным показателем ее качества, так как она влияет на цену информации. Если добытая информация устарела, то затраты на ее добывание оказались напрасными – она не может быть эффективно использована злоумышленником. Поэтому своевременность следует оценивать относительно продолжительности ее жизненного цикла.

Если время устаревания информации существенно больше времени ее использования после добывания, то она своевременная. В противном случае она устаревшая.

Достоверность информации – важнейший показатель качества информации. Она искажается в результате дезинформирования и под действием помех. Так как использование ложной (искаженной) информации может нанести в общем случае больший ущерб, чем ее отсутствие, то выявлению достоверности добытой информации ее пользователь уделяет большое внимание.

Для оценки достоверности используют следующие частные показатели:

- достоверность сообщения в смысле отсутствия ложных сведений и данных;
- разборчивость речи;
- вероятность ошибочного или неискаженного приема дискретной единицы (бита, символа, цифры, буквы, слова).
- Для количественной оценки достоверности сообщения могут применяться различные качественно-количественные способы и шкалы, в том числе, так как называемая схема Кента. В соответствии с ней диапазон возможных изменений достоверности разбивается на 7 интервалов и достоверность конкретной информации оценивается в шансах;
- достоверная информация (вероятность отсутствия ложной информации близка к 1);
- почти определено, что информация достоверна (9 шансов против одного);
- имеется много шансов, что информация достоверна (3 шанса против одного);
- шансы примерно равны (1 за, 1 против);
- имеется много шансов, что информация недостоверна (3 шанса против одного);
- почти определено, что информация недостоверна (за 9 шансов против одного);
- недостоверная информация (вероятность ложной информации близка к 1).

Достоверность информации в смысле отсутствия в ней элементов дезинформации зависит от надежности источника, которая может оцениваться по шкале:

- совершенно надежный;
- обычно надежный;
- довольно надежный;
- не всегда надежный;
- ненадежный;
- надежность не может быть определена.

Количество уровней не принципиально. Семь уровней выбрано как компромисс между точностью измерения (чем больше уровней, тем точность выше) и способностью эксперта интегрально оценивать достоверность информации. Известно, что человек в среднем способен одновременно оперировать с семью цифрами.

Качество речи во время подслушивания оценивается разборчивостью. В соответствии с лингвистическим делением речи на фразы, слова, слоги и туки существует понятие смысловой,

слоговой и звуковом (формантной) разборчивости. С точки зрения защиты речевой информации наиболее наглядным является показатель смысловой разборчивости (разборчивости фраз). Однако получение объективных оценок смысловой разборчивости затруднены из-за избыточности речи. Более надежные результаты получаются при определении слоговой или звуковой разборчивости. Поэтому они получили наибольшее распространение.

Разборчивость речи соответствует выраженной в процентах доли принятых без искажения единиц (фраз, слов, букв, звуков) по отношению к общему количеству переданных. Избыточность письменной или устной речи снижает требования к значениям разборчивости и обусловлена различными значениями частоты использования в речи букв, а также существенно меньшим количеством разрешенных грамматикой слогов, слов и фраз по отношению к возможным комбинациям слогов, слов и фраз, которые теоретически можно составить из букв алфавита. В национальных языках следующие друг за другом слова связаны между собой смыслом и синтаксисом грамматики, а последовательно расположенные буквы в пределах одного слова – правилами орфографии. Чем больше букв в алфавите, меньше словарный состав языка и строже правила грамматики, тем выше избыточность языка.

Неопределенность (энтропия) появления буквы русского алфавита из 32 букв при равновероятном выборе равна $H_0 = \log 32 = 5$ бит, с учетом реальной статистики одной буквы $H_1 = 4.35$ бит, двух букв подряд $H_2 \sim 3.52$ бит, трех – 3.01 бит. Для латинских языков энтропия букв принимает меньшие значения: $H_0 = 4.76$ бит, $H_1 = 4.03$ бит (английский язык), $H_1 \sim 4.1$ бит (немецкий язык). $H_1 = 3.96$ бит (французский язык). При увеличении количества учитываемых букв энтропия стремится к предельной величине H_{np} . Разность $R = 1 - (H_{np}/H_0)$ названа К. Шенноном избыточностью языка. Она характеризует долю (в процентах) неиспользуемых элементов языка из потенциально возможных.

В зависимости от количества учитываемых букв и анализируемых текстов различными авторами получены отличающиеся оценки разборчивости. Избыточность разговорной речи в силу ее большей «вольности», меньшей стесненности правилами стилистики и даже грамматики меньше избыточности деловых текстов (см табл. 8.1) [28].

Соотношения между качеством речи и количественными значениями слоговой и словесной разборчивости приведены в табл. 8.2 [28].

Искажение слогов оказывает существенно меньшее влияние на понимание смысла семантической информации, заключенной в предложении или фразе, чем искажение целого слова. За счет словесной избыточности слово может быть восстановлено при отсутствии части букв или слога, что наглядно иллюстрируется в игре «Поле чудес». Поэтому, требования к словесной разборчивости, что видно из табл. 8.2, более жесткие, чем к слоговой. Предельное значение разборчивости слогов и слов, при меньших значениях невозможно понять, равно 25 и 75% соответственно.

Цифровые данные также обладают избыточностью, но в контексте конкретного сообщения. Например, если в газете в июле месяце появляется прогноз погоды в Москве о температуре

Таблица 8.1. Избыточность языков

Форма представления	Избыточность. %	
	русского языка	Французского языка
Язык в целом	72.6	70.6
Разговорная речь	72.0	68.4
Литературные тексты	76.2	71.0
Деловые тексты	83.4	74.4

Таблица 8.2. Соотношения между качеством речи и количественными значениями слоговой и словесной разборчивости

Качество речи	Разборчивость %	
	Слоговая	Словесная
Предельно допустимая	25 – 40	7.5 – 87
Удовлетворительная	40 – 56	87 – 93
Хорошая	56 – 80	93 – 98
Отличная	80 – 100	98 – 100

0 или 50 градусов, то читатель этому сообщению не поверит и предположит об ошибке при верстке газеты. Однако исправить, т. е. указать точные значения цифр, он не сможет. Поэтому к достоверности передачи цифровых данных предъявляются высокие требования по достоверности передачи: одна ошибка и менее на миллион цифр. В ответственных случаях для повышения достоверности цифры пишутся прописью, как, например, принято при оформлении финансовых документов. В этом случае существенно понижается вероятность искажения цифр как под воздействием помех при передаче по каналам связи, так в результате преступных действий злоумышленников.

Математический аппарат для определения достоверности приема дискретных элементов достаточно хорошо разработан в теории связи. В ней получены аналитические выражения, позволяющие вычислять вероятность приема символа или слова в зависимости от метода модуляции сигнала, вида помехоустойчивого кода, от отношения сигнал/шум на входе приемника. Например, формула для оценки вероятности ошибочного приема двоичной единицы (бита) в условиях флуктуационной помехи – шума имеет вид:

$$P_{ош} = 0.5[1 - \Phi(kq)], \quad (6.3)$$

где q – отношение сигнал/шум по амплитуде;

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x \exp(-y^2) dy$$

$k = 1/\sqrt{2}$ – амплитудная модуляция; $k = 1$ – частотная модуляция; $k = \sqrt{2}$ – фазовая модуляция.

Точность n измерения значений признака x оценивается среднеквадратичным отклонением, равным величине:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_c)^2}{n}}, \text{ где } x_c = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Кроме показателей количества и качества информации на этапе поиска и обнаружения объектов для оценки возможностей средств добывания используют такие показатели как вероятность обнаружения объектов и их распознавания (определение по измеренным признакам принадлежности объекта, его назначения, функций и свойств).

Вероятность обнаружения объекта определяется как мера идентификации текущей признаковой структуры, полученной при наблюдении объекта, с эталонной. Чем больше признаков текущей структуры совпадает с эталонными признаками объекта и чем больше их информативность, тем выше вероятность обнаружения объекта. При распознавании объектов используется тот же механизм. Для достаточно достоверной оценки величины угроз безопасности информации необходимо определение возможностей и путей попадания информации к злоумышленнику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Философский словарь*. Под редакцией И.Т. Фролова, М: Издательство политической литературы, 1991, 560 с.
2. Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.93 № 5486–1 21 июля 1993 года № 5485–1 О ГОСУДАРСТВЕННОЙ ТАЙНЕ (в ред. Федерального закона от 06.10.97 № 131–ФЗ).
3. Ярочкин В.И., Шевцова Т.А. *Словарь терминов и определений по безопасности информации*. М: Издательство “Ось-89”, 1996, 48 с.
4. Федеральном закон Российской Федерации от 29.07.2004 г. № 98–ФЗ О коммерческой тайне (вступивший в силу с 16 августа 2004 г.)
5. Торокин А.А. *Основы инженерно-технической защиты информации*. М: Издательство “Ось-89”, 1998, 336 с.
6. Макиенко А. *Разведать без разведки помогут информационно-аналитические методы в деятельности СБ*. Частный сыск, охрана, безопасность, № 6, с. 10-12, 1995.
7. *Информатика*. Под редакцией Н.В. Макаровой, М: “Финансы и статистика”, 1997, 768 с.
8. Куприянов А.И., Сахаров А.В., Шевцов В.А. *Основы защиты информации*. М.: Издательский центр “Академия”, 2006, 256 с.
9. Постановление Правительства РФ № 770 от 1 июля 1996 г. (в редакции постановления Правительства РФ от 15 июля 2002 г. № 526).
10. Хорошко В.А., Чекатков А.А. *Методы и средства защиты информации*. Киев: Издательство “Юниор”, 2003, 501 с.
11. www.FSB.ru
12. Варламов А.В., Кисиленко Г.А., Хорев А.А., Федоринов А.Н. *Технические средства видовой разведки*. Под ред. А.А. Хорева. М.: РВСН, 1997, 327 с.
13. Орлов В.А., Петров В.И. *Приборы наблюдения ночью и при ограниченной видимости*. М: Военное издательство, 1989, 254 с.
14. Вартанесян В.А. *Радиоэлектронная разведка*. М: Военное издательство, 1991, 254 с.
15. Спирин А.А. *Волоконно-оптические сети: введение в технологию*. Мир ПК, № 8, 1994.
16. Максимов Ю.Н., Сонников В.Г., Петров В.Г., Паршуткин А.В., Еремеев М.А. *Технические методы и средства защиты информации*. СПб: ООО “Издательство Полигон”, 2000, 320 с.
17. Ярочкин В.И. *Технические каналы утечки информации*. М: ИПКИР, 1994, 102 с.
18. Нарасимхамурти Т. *Фотоупругие и электрооптические свойства кристаллов*. М.: Мир, 1984, 621 с.

19. Соловьева Н.М. *Фотокиноаппаратура и ее эксплуатация*. М: Легпромбытиздат, 1992, 216 с.
20. Хореев А.А. *Технические средства и способы промышленного шпионажа*. М: ЗАО “Дальснаб”, 1997, 230 с.
21. Иванов Ю. *Фототехника для служб безопасности*. Бизнес и безопасность в России, № 1, 1997, с. 12.
22. Хохлов Б. *Плоские цветные телевизоры*. Радио, № 9, 1996, с. 10.
23. Шарле Д.Л. *По всему земному шару. Прошлое, настоящее и будущее кабелей связи*. М: Радио и связь, 1985, 320 с.
24. Николаенко Ю.С. *Противодействие радитехнической разведке. Системы безопасности связи и телекоммуникаций*, № 6, 1995, с. 12.
25. Гольдштейн Л.Д., Зернов Н.В., *Электромагнитные поля и волны*. М: Радио и связь, 1989, 432 с.
26. Выходец А.В., Коваленко В.И., Кохно М.Т. *Звуковое и телевизионное вещание*. М: Радио и связь, 1987, 448 с.
27. *Информатика и вычислительная техника*: Научно-технический сборник № 2–3. М: 1994, с. 82.
28. Ефимов А.П., Никонов А.В., Сапожников М.А., Шоров В.И. *Акустика: Справочник*. М: Радио и связь, 1989, 336 с.
29. Сапожков М.А. *Электроакустика. Учебник для вузов*. Связь, 1978, 272 с.
30. Абалмазов Э.И. *Направленные микрофоны. Мифы и реальность*. Системы безопасности связи и телекоммуникаций, № 4, 1996, с. 98.