

При всем этом необходимо учитывать, что увеличение значений $P_{\text{вир}}$ до уровня, превышающего 0,93, выглядит на практике труднодостижимым, поскольку при отсутствии специального процессора для профилактического диагностирования ПТС увеличение времени сеанса с ЭВМ, равно как и сокращение периода между профилактиками, приводят к прерыванию сеанса для самой профилактики, что также не позволяет повысить $P_{\text{вир}}$.

Разработанные методы оценки эффективности антивирусной профилактики позволяют рассчитывать вероятность того, что за время сеанса пользователя с ЭВМ не произойдет скрытого вирусного искажения представляемой информации, и сеанс не прервется антивирусной профилактикой при стационарном режиме функционирования АС. Доказано, что если время сеанса пользователя с ЭВМ пренебрежимо мало по сравнению с периодом времени проникновения

в систему компьютерной инфекции и с периодом диагностической профилактики, то соблюдение регламента диагностической профилактики ПТС повышает защищенность информации от воздействия компьютерной инфекции. Исследования закономерности позволяют установить соотношения между средним временем сеанса пользователя с ЭВМ, средним временем проникновения и активизации компьютерной инфекции и интервалом между соседними моментами профилактического диагностирования ПТС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охотники за чужими секретами / Правительственный вестник. 1991. № 2 (80).
2. Костогоров А. И., Шецирули В. Ш. Методы оценки защищенности информации от вирусных искажений // Тезисы докладов 3-й Всероссийской конференции "Качество информации" / М.: РОИВТ. 1992. С. 6—7.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ РЕЧИ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ЗОНДИРОВАНИИ АКУСТИЧЕСКИ ВОЗБУЖДЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

А. А. КОРНИЕНКО, д-р техн. наук;
В. К. ЖЕЛЕЗНЯК, канд. техн. наук; А. В. ЛЫСОВ

В последние годы сотрудники разведывательных служб различных стран и недобросовестно конкурирующих фирм для несанкционированного получения речевой информации все чаще используют дистанционные портативные средства акустической разведки [1—3]. Среди них достаточно эффективными являются лазерные системы акустической разведки (ЛСАР), применение которых отмечалось еще в 60-е годы [4]. ЛСАР позволяют воспроизводить речь, любые другие звуки и акустические шумы, при лазерно-локационном зондировании оконных стекол и других виброотражающих поверхностей.

В связи с этим представляется интерес анализ современного уровня развития ЛСАР, физических особенностей приема информации с акустически возбужденных поверхностей, а также классификация методов защиты речи в оптико-акустическом канале перехвата.

На сегодняшний день создано целое семейство лазерных средств акустической разведки [2—6]. В качестве примера можно привести систему *SIFE*

LASER 3-DA SUPER. Данная модель состоит из источника излучения (гелий-неонового лазера), приемника этого излучения с блоком фильтрации шумов, двух пар головных телефонов, аккумулятора питания и штатива. Наводка лазерного излучения на оконное стекло нужного помещения осуществляется с помощью телескопического визира. Используется оптическая насадка, позволяющая изменить угол расходимости выходящего пучка, и система автоматического регулирования, обеспечивающая высокую стабильность параметров. Система обеспечивает съем речевой информации с хорошим качеством с оконных рам с двойными стеклами на расстоянии до 250 м [5].

Достижения в развитии лазерной техники позволили значительно улучшить технические характеристики и надежность работы данных систем разведки. Достаточно сказать, что наработка на отказ серийного гелий-неонового лазера составляет не менее 10 тыс. ч. Появилась возможность дистанционной регистрации колебаний стекла с амплитудой вплоть до

10¹⁴—10¹⁶ м [7]. Лазерное устройство фирмы "Хьюлетт-Паккард" HP0150 имеет дальность вследающей разведки до 1000 м [2]. Появились сообщения о потенциальной возможности работы по объектам на расстояниях до 10 км [6].

Рассмотрим более подробно физические процессы, происходящие при перехвате речи с помощью ЛСАР. Зондируемый объект — обычное оконное стекло, представляет собой своеобразную мембрану, которая колеблется со звуковой частотой, создавая фонограмму происходящего разговора [5]. Генерируемое лазерным передатчиком излучение распространяется через атмосферу, отражается от поверхности оконного стекла и при этом модулируется акустическим сигналом, повторно преодолевает атмосферу и принимается фотоприемником, где производится восстановление восстанавливаемого сигнала.

Процесс модуляции можно описать следующим образом. Звуковая волна, генерируемая источником акустического сигнала, падая на границу раздела воздух — стекло, вызывает отклонения поверхности стекла от исходного положения. Эти отклонения приводят к дифракции света, отражающегося от границы. Действительно, при падении, например плоской монохроматической звуковой волны на плоскую границу раздела, отклонения границы представляют собой бегущую вдоль нее "поверхностную" волну с амплитудой, пропорциональной амплитуде смещений среды в поле звуковой волны, а длина λ_3 этой "поверхностной" волны равна

$$\lambda_3 = \lambda / \sin \theta_3,$$

где θ_3 — угол падения;

λ — длина падающей акустической волны.

Отраженный от возмущенной поверхности свет содержит сдвинутые по частоте дифракционные компоненты. Если размеры падающего пучка света значительно превышают длину "поверхностной" волны λ_3 , то отраженный свет представляет собой совокупность дифрагирующих пучков, распространяющихся по дискретным направлениям θ_m , определяемым из равенства

$$\lambda_3 k_c (\sin \theta_0 - \sin \theta_m) = 2\pi m,$$

где θ_0 — угол падения исходного светового пучка;

$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ — порядок дифракции

$k_c = 2\pi/\lambda_c$ — волновое число;

λ_c — длина световой волны.

Частота света в каждом из этих пучков смещена относительно исходной вследствие эффекта Доплера на величину

$$m \omega_3 = 2\pi m / \lambda_3 v_n,$$

где $v_n = c_3 / \sin \theta_3$ — скорость распространения "поверхностной" волны;

c_3 — скорость звука в среде;

ω_3 — частота звука.

Обычно амплитуда смещений поверхности значительно меньше длины световой волны, поэтому заметную интенсивность имеют лишь дифракционные спектры двух первых порядков. Отношение их амплитуды к амплитуде регулярно (зеркально) отраженной волны равно $2k_c \xi \cos \theta_0$, где ξ — амплитуда "поверхностной" волны [8].

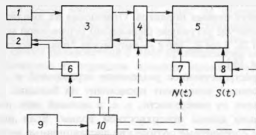
Пространственное разделение отраженной и дифракционной компонент происходит на больших расстояниях от поверхности, т. е. в дальней зоне относительно длины поверхностной волны. Если иметь в виду когерентные оптические дистанционные методы исследования акустических полей и пространственным разделением дифракционных компонент пренебречь, то в этом случае будет иметь место суперпозиция зеркально отраженной волны и дифракционных компонент и, соответственно, будет наблюдаться амплитудно-фазовая модуляция отраженного света [9].

Если размеры падающего оптического пучка малы по сравнению с длиной "поверхностной" волны, то в суперпозиции различных компонентов отраженного света будет доминировать дифракционный пучок нулевого порядка. В этом случае, во-первых, фаза световой волны оказывается промодулированной по времени с частотой звука и однородной по сечению пучка, а во-вторых, пучок "качается" с частотой звука вокруг направления зеркального отражения. Амплитуда качаний пропорциональна углу наклона поверхности в "поверхностной" волне [10]. На практике наиболее часто встречается именно этот случай.

В реальных условиях граница раздела сред практически всегда оказывается неровной и шероховатой, что обусловлено технологическими причинами. Когда эти неровности малы по сравнению с длиной волны света, они мало влияют на дифракцию света на "поверхностной" акустической волне [11]. Такие малые неровности приводят лишь к появлению дополнительных рассеянных световых волн и уширению отраженного оптического пучка. Именно такое явление наблюдается при отражении лазерного сигнала от оконного стекла.

Рассмотрим возможные активные и пассивные методы и средства защиты от лазерных микрофонов в различных сечениях оптической и акустической частей канала перехвата информации. Их применение, в конечном итоге, направлено на уменьшение разборчивости речи на выходе аппаратуры разведки.

На рисунке изображена обобщенная структурная схема оптико-акустического канала перехвата речевой информации с возможными средствами пассивной и активной защиты, устройством предупреждения о лазерном облучении и устройством управления процессом защиты.



Обобщенная структурная схема оптико-акустического канала перехвата речевой информации: 1 — лазерный передатчик с оптической системой управления лучом; 2 — приемное устройство; 3 — атмосфера; 4 — эквивалентный оптический attenuator; 5 — отражатель-модулятор (оконое стекло); 6 — станция активных помех (САП) в оптическом диапазоне; 7 — эквивалентный преобразователь акустического шума в вибронасил в точке съема информации; 8 — эквивалентный преобразователь речевого сигнала в вибронасил в точке съема информации; 9 — устройство предупреждения о лазерном облучении (УПЛО); 10 — устройству управления средством защиты (УУСЗ)

Рассмотрим элементы канала с учетом возможности противодействия перехвату в его оптической части.

Воздействие на атмосферу с целью ослабления лазерного излучения в связи со спецификой условий расположения типовых объектов затруднено и в дальнейшем рассматриваться не будет.

Представляется возможным ослабить зондирующий лазерный сигнал путем введения специальных пластин на пути его распространения от точки расположения аппаратуры разведки до точки введения разведки. Очевидно, что предлагаемая пластина должна располагаться вблизи защищаемого стекла.

С точки зрения воздействия на отражатель (модулятор) необходимо уменьшать коэффициент его отражения до минимально допустимой величины, либо изменить направление отраженной волны. В частно-

сти, была исследована возможность использования просветления оконного стекла с целью снижения коэффициента отражения. Расчеты показали, что такое решение эффективно в узкой спектральной полосе, которая не перекрывает весь диапазон лазерных средств разведки.

Таковы в общих чертах возможности противодействия пассивными методами в оптическом диапазоне.

При активном противодействии в оптическом диапазоне задача сводится к воздействию на приемные (а, возможно, и передающие) тракты аппаратуры разведки с целью выведения их из строя, либо временного ухудшения работоспособности.

Применительно к активным средствам в оптическом диапазоне была определена требуемая спектральная плотность мощности САП. Полученные пороговые значения плотности мощности помехового сигнала в заданной полосе недостижимы без использования когерентного излучения, что ограничивает применение данных средств с экологической точки зрения. Таким образом, применение активного шумления в оптическом диапазоне в большинстве случаев нежелательно.

Представляет определенный научный и практический интерес и изучение возможности противодействия в акустическом диапазоне, целью которого является уменьшение отношения сигнал/шум в точке ведения разведки.

Можно рассмотреть два пассивных способа противодействия в акустическом диапазоне:

уменьшения коэффициента передачи эквивалентного преобразователя акустического речевого сигнала в вибронасил в точке съема;

увеличение коэффициента передачи эквивалентного преобразователя акустических шумов в вибронасил в точке съема.

Пассивная защита в акустическом диапазоне связана с увеличением звукоизоляции ограждающих конструкций. Анализ показал, что только трехслойная конструкция обеспечивает требуемый уровень звукоизоляции. Сделан вывод о сложности предотвращения съема с внутреннего стекла пассивными средствами в акустическом диапазоне и о возможности защиты внешнего стекла при двухслойной остеклении.

Была рассмотрена возможность применения активных средств защиты от лазерных микрофонов в акустическом диапазоне. При анализе результатов расчетов моделирования выяснилось, что нет необходимости производить шумление во всем диапазоне частот маскируемого речевого сигнала, как это сделано в большинстве современных систем [12]. Это связано с различными значениями затухания в ограждающих

конструкциях, "завалом" модуляционной характеристики на более высоких акустических частотах, различными уровнями шума в полосах равной разборчивости. Кроме того, на требуемую спектральную плотность маскирующего шума влияют технические характеристики аппаратуры разведки, радиус контролируемой зоны и точка ведения разведки.

Предполагается, что при наличии УПЛО и УУСЗ возможно синтезировать адаптивные средства противодействия, в основу которых будут положены описанные выше методы.

Проведена оценка возможности совместного использования пассивных средств в оптическом и акустическом диапазоне, позволяющая скомпенсировать недостатки, присущие каждому из них в отдельности.

Таким образом, возможно проведение оптимизации предлагаемых и существующих мер защиты при их комплексном использовании. Однако наличие большого количества противоречивых требований и ограничений требует проведения многоаспектной оценки эффективности системы защиты объекта от лазерных систем перехвата речи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каташевский А. В. Реорганизация разведывательных служб США// Зарубежное военное обозрение. 1993. № 3. С. 9—12.
2. Вартанес В. А. Радиоэлектронная разведка. — М.: Воениздат, 1991. 254 с.
3. Технические средства разведки/ Под ред. В. И. Мухина. — М.: РВЦН. 1992. 394 с.
4. Эйтди Ф. За кулисами ЦРУ/ Пер. с англ. — М.: Воениздат, 1979. 464 с.
5. Предпринимательство и безопасность. — М.: Универсум. 1991. С. 215—216.
6. Квантовая электроника. 1989. № 7. С. 1494—1498.
7. Optonics. 1991. V. 10, № 10. P. 89—100.
8. Majar W. C., Lammer G. B. Interaction of light and ultrasonic surface waves// JASA. 1967. V. 42. P. 1255.
9. Кособурд В. П. Влияние крупномасштабных фазовых шумов на визуализацию периодических фазовых рельефов// Опт. и спектроскоп. 1983. Т. 54. С. 1099.
10. Kessler L. W. Imaging with dynamic-ripple diffraction// Acoustic Imaging. Plenum Press, N.-Y. - London. 1976. P. 1255.
11. Басс Ф. Г., Фукс И. М. Рассеяние волн на статически неровной поверхности. — М., 1972. С. 424.
12. Патент № 4319088 (США). МКПС Н04К 3/00; Н 03 Р 3/00.

ТОНАЛЬНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ РЕЧЕВЫХ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

В. К. ЖЕЛЕЗНЯК, канд. техн. наук

Речь, речевые сигналы являются одним из основных видов акустической (речевой) информации. Источниками возбуждения первичных речевых сигналов является человек, вторичных — электроакустические преобразователи.

Функциональная схема акустической информационной системы представлена на рис. 1. Речевые сигналы обуславливают упругие колебания среды в виде акустического поля. Источники акустических помех и шумов создают акустическое поле помех. Акустические поля сигнала и помех воздействуют на акустический преобразователь приемника. Возможность обнаружения в точке приема речевого акустического сигнала зависит от отношения сигнал — шум, которая определяется спектральной плотностью речевого сигнала, спектральной плотностью фонового акустического шума в точке приема, кривой чувствительности уха, уровнем речевого сигнала. Последний

определяется его ослаблением при распространении от точки излучения к точке приема, затуханием ограждающей конструкции, если источник излучения находится внутри помещения.

Защита речевых акустических сигналов, извлечение информации для оценки ее защищенности с необходимыми характеристиками (помехоустойчивость, точность, надежность, быстродействие, оперативность) в условиях изменения помеховой обстановки весьма актуальна.

Ограниченные физические возможности по протяженности распространения в воздушном пространстве акустического (речевого) сигнала не исключает его извлечение и обработку. В этой связи к числу важнейших научных задач принадлежит его защита от извлечения и контроль невозможности извлечения по акустическому каналу в любых заданных точках,