

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
Vestnik policii
Has been issued since 1907.
ISSN: 2409-3610
Vol. 3, Is. 1, pp. 28-33, 2015

DOI: 10.13187/VesP.2015.3.28
www.ejournal21.com



Technical Means

UDC 004.056.53

Assessment of Possibilities Directional Microphones for Interception of Audio Signal

¹Yuri F. Katorin

²Vitalium V. Tarnavskiy

¹National research university of information technologies, mechanics and optics, Russian Federation

197101, Saint Petersburg, Kronverkskiy prospekt, 49

Dr. (Military), Professor

E-mail: katorin@mail.ru

²Academy of name A.F. Mozhaisk, Russian Federation

197098, Saint Petersburg, Zhdanov street, 11

The scientific worker

E-mail: Tarnavs@mail.ru

Abstract

The article describes the limiting possibilities of directional microphones of various types for the interception of audio signals, characterizes their construction, provides the methodology for the calculation and design equations to obtain the value of their essential characteristics, and presents some guidelines for their practical application.

Keywords: information security; audio signal; directional microphones; the range; sensitivity; construction.

Введение

При проведении оперативно-розыскных мероприятий иногда необходимо использовать технические средства перехвата информации. При выборе конкретного устройства далеко не всегда есть возможность посоветоваться со специалистом, поэтому полезно иметь хотя бы некоторый минимум знаний о возможностях такой техники. Однако материалы такого рода, как правило, или недоступны или приведены так, что понятны только профессионалу. Данная статья в простой и доступной форме приводит сведения об одном из таких средств – направленном микрофоне.

Обсуждение

В начале 1990-х годов направленные микрофоны вызывали повышенный интерес у организаций и частных лиц, которые занимались вопросами сбора информации с помощью технических средств. Это было связано с тем, что очень немногие люди ранее имели дело с данной техникой, а красочные буклеты отечественных и зарубежных фирм активно рекламировали «универсальное средство получения информации». В технических

описаниях приводились фантастические данные о дальности съема информации (до 2000 м) и коэффициентах направленного действия (до 50 дБ) при достаточно скромных габаритах (не более полуметра) и относительно невысокой стоимости (50...800 \$). Под впечатлением от таких характеристик у потенциальных клиентов в голове возникали грандиозные планы безопасного и простого перехвата речевой информации с помощью замечательного направленного микрофона.

В то же время многие стали опасаться, что их переговоры будут «считываться со стекол окон офисов, квартир и автомобилей», да и на улице теперь любые встречи не представлялись конфиденциальными. Разжиганию страстей способствовали «шпионские» фильмы, научно-популярные статьи в различных изданиях, выступления «специалистов с большим практическим стажем работы со спецтехникой». В результате, в 1991—1994 годах в России наблюдался массовый спрос на направленные микрофоны. Их приобретали как вновь образованные спецслужбы, получившие право на оперативно-розыскную деятельность, так и частные службы безопасности, детективные агентства, бандиты и авантюристы всех мастей.

Однако результаты попыток применения микрофонов на практике обескураживали. О километрах никто уже не вспоминал, да и прослушивание разговора на расстоянии в 100 м даже при благоприятных условиях получалось крайне редко. И это не случайно, ибо на дистанции 100 м давление звука ослабляется на величину не менее 40 дБ (по сравнению с дистанцией 1 м), и тогда степень громкости обычного разговора в 60 дБ окажется в точке приема не более 20 дБ. Такое давление существенно меньше не только уровня реальных внешних акустических помех, но и пороговой акустической чувствительности обычных микрофонов. [1]

Раздосадованные покупатели обвиняли фирмы в том, что им «подсунули некачественный товар», а продавцы, в свою очередь, ссылались на неумение применять технику на практике. Следствием этого стало резкое падение интереса к направленным микрофонам со стороны всех потенциально заинтересованных в добывании информации лиц. Соответственно, необходимостью защиты информации в случае возможного применения данной техники начали откровенно пренебрегать, хотя в 1992—1996 годах (вплоть до принятия строгих ограничений на продажу такой техники) на рынке России были представлены около двух десятков типов направленных микрофонов как отечественного, так и иностранного производства. Сотни единиц оказались в руках далеко не самых законопослушных граждан [1].

Результаты

Для того чтобы оценить возможности направленных микрофонов и степень опасности, которую они могут представлять в руках недобросовестных конкурентов, необходимо понять используемые в приборах физические принципы. Ибо без этих знаний невозможно организовать успешную защиту своих секретов от подобных преступных посягательств. В наиболее общем виде любой направленный микрофон можно представить как некоторый комплекс, состоящий из чувствительного элемента (собственно микрофона), осуществляющего акустико-электрическое преобразование, и механической системы (акустической антенны), обеспечивающей направленные свойства комплекса [2].

Микрофон (от греч. mikros — малый и phone — звук) — это электроакустический прибор для преобразования звуковых колебаний в электрические. Чаще всего в направленных микрофонах применяются чувствительные элементы (микрофоны) электретного типа, так как они имеют наилучшие электроакустические характеристики: широкий частотный диапазон; малую неравномерность амплитудно-частотной характеристики; низкий уровень искажений, вызванных нелинейными и переходными процессами, а также высокую чувствительность и малый уровень собственных шумов.

Однако самое главное в направленных микрофонах — это свойства его акустической антенны. Акустические антенны являются именно теми основополагающими элементами, которые определяют облик и основные характеристики комплексов дистанционного перехвата речевой информации. Назначение их заключается в усилении звуков, приходящих по основному направлению, и существенном ослаблении всех остальных акустических сигналов. В настоящее время разработано несколько модификаций антенн, в

соответствии с которыми существует следующая классификация направленных микрофонов. [1, 3]

- >- комбинированные;
- >- групповые, в том числе: линейные группы микрофонов; трубчатые приемники органного типа; трубчатые щелевые приемники;
- >- фазированные решетки;
- >- микрофоны с параболическим рефлектором.

Для сравнительной оценки качества вышеперечисленных направленных микрофонов используют технические характеристики, основными из которых являются характеристика направленности и индекс направленности. Характеристика, или диаграмма, направленности — это чувствительность микрофона в зависимости от угла q между рабочей осью микрофона и направлением на источник звука. Ее определяют или на ряде частот, или в пределах полосы частот. Обычно используют нормированную характеристику направленности $R(Q)$, то есть зависимость отношения чувствительности E_q измеренной под углом q , к осевой (максимальной) чувствительности E_{oc} .

$$R(q) = E_q / E_{oc} \quad (1)$$

Большинство микрофонов имеет осевую симметрию, поэтому характеристика направленности для них одинакова во всех плоскостях, проходящих через ось микрофона.

Однако, качество направленного микрофона оценивается коэффициентом выигрыша в отношении «сигнал-помеха» за счет пространственной селекции K_m , дБ. От значения этого коэффициента прямо зависит дальность перехвата. [4]



Рис. 1. Параболический микрофон

Параболический микрофон имеет параболический отражатель, в фокусе которого размещается микрофонный капсюль с ненаправленной или однонаправленной характеристикой направленности (ХН). Такие микрофоны иногда называют рефлекторными. Для параболического микрофона данный коэффициент $K_{\text{пм}}$, дБ, рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{пм}} \approx 10 \lg(1,2 \times 10^{-4} \times S_{\text{отр}} \times f^2), \quad (2)$$

где: $S_{\text{отр}}$ — площадь отражателя микрофона, м²;
 f — частота сигнала, Гц.

Как видно из формулы (2), чем больше площадь отражателя, тем больше значение коэффициента $K_{\text{тм}}$. Следовательно, дальность перехвата разговоров во многом зависит от диаметра отражателя. Например, для одних и тех же условий при диаметре отражателя 60 см (микрофон РКІ 2915) дальность перехвата разговора составляет 100 м, а при диаметре 85 см (микрофон РКІ 2920) – 150 м. Параболические микрофоны чаще всего маскируются под антенны спутникового телевидения и устанавливаются на балконах домов. [2]

Микрофоны «бегущей волны» (интерференционные), часто называемые трубчатыми микрофонами, состоят из трубки с отверстиями или прорезями, на заднем торце которой расположен ненаправленный или однонаправленный микрофонный капсюль. Такие микрофоны по сравнению с параболическими более компактные, легко камуфлируются под бытовые предметы (зонты, трости) и используются в основном в случаях, когда необходимо обеспечить скрытность прослушивания разговоров. С использованием таких микрофонов разведку можно вести как из автомобиля, так и из окна расположенного напротив здания, и даже «пешим» порядком. Для трубчатого микрофона коэффициент выигрыша в отношении «сигнал-помеха» за счет пространственной селекции $K_{\text{тм}}$, дБ, рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{тм}} \gg 10 \lg(6,1 \times 10^{-3} \times l \times f), \quad (3)$$

где: l – длина трубки, м.

Таким образом, чем больше длина трубки, тем больше значение коэффициента $K_{\text{тм}}$. Следовательно, дальность перехвата разговоров во многом зависит от размеров акустической антенны. При $l = 0,7$ м предельная максимальная дальность действия трубчатых микрофонов несколько меньше (не более 75 м), чем параболических. Но в условиях города их возможности практически одинаковы. [5, 6]

Так называемые фазированные решетки или «плоские» направленные микрофоны появились сравнительно недавно и представляют собой акустическую микрофонную решетку, включающую несколько десятков микрофонных капсюлей, выходные сигналы которых суммируются электрически, либо, и чаще всего, открытые торцы звуководов, например трубки достаточно малого диаметра, которые обеспечивают синфазное сложение звука от источника в некотором акустическом сумматоре. К выходу сумматора подсоединен микрофон. Плоские микрофонные решетки также выпускаются в камуфлированном виде. Наиболее часто они камуфлируются под атташе-кейс, жилет или пояс.

Коэффициент выигрыша в отношении «сигнал-помеха» за счет пространственной селекции для микрофонных решеток $K_{\text{плтм}}$, дБ, рассчитывается по формуле, аналогичной (2).

$$K_{\text{плтм}} \gg 10 \lg(1,2 \times 10^{-4} \times S_a \times f^2), \quad (4)$$

где S_a – площадь приемной апертуры микрофона, м².

Максимальная дальность действия направленных микрофонов при $S_a = 0,25$ м² в условиях города не превышает 30–60 м, за городом при низком уровне фоновых шумов дальность разведки может составлять до 100 м и более. [7]

Дальность действия направленного микрофона R можно определить по следующей формуле.

$$R = R_0 \times 10^{0,05(K_M - K) - 0,005}, \quad (5)$$

где: R_0 – дальность слышимости звука органом слуха, м;

R – дальность действия направленного микрофона с тем же качеством контроля, м;

K – коэффициент выигрыша в отношении «сигнал-помеха» органа слуха человека (режим бинаурального прослушивания).

Заключение

При акустическом контроле разговоров в городе, на улице, когда $R_0 = 2-4$ м, то направленные микрофоны позволят регистрировать разговор на расстояниях 15–30 м. В загородных условиях, с меньшим уровнем помех, когда величина R_0 может достигать 10 м и больше, дальность контроля с использованием технических средств может составить более 50–100 м. Таковы оценки ситуаций использования направленных микрофонов в условиях

открытого пространства. Таким образом, необходимостью защиты информации в случае возможного применения направленных микрофонов нельзя пренебрегать, но необходимо реально учитывать их технические возможности, как при съеме информации, так и при разработке мер защиты. [8, 9]

Нужно также учесть – особенности оперативного применения направленных микрофонов таковы, что неподготовленный человек просто не сможет их скрытно использовать, так как необходимо не только правильно расположиться относительно объекта разведки и источников шумов, но при этом и самому не быть обнаруженным. Особенно в случае использования направленных микрофонов с параболическими отражателями из-за их существенных размеров. Специалисты рекомендуют применять такие микрофоны только в условиях ограниченной видимости и при относительно низких уровнях окружающих шумов, например, ночью. При этом честно информируют, что акустический телескоп может не улавливать звуки на большом (заявленном производителем) расстоянии, если он используется в местах с повышенным уровнем фонового шума. [10]

Примечания:

1. Абалмазов Э.И. Направленные микрофоны: Мифы и реальность. /Ж «Системы Безопасности» №4 1996 г. С. 26-30.
2. Вахитов Ш. Современные микрофоны и их применение // «Радио», 1998, № 11 и 12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://chipinfo.ru/literature/radio/199811/p16_18.html
3. Каталог направленных микрофонов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bnti.ru/index.asp?tbl=01.01.01.03>.
4. Каторин Ю.Ф., Куренков Е.В., Лысов А.В., Остапенко А.Н. Большая энциклопедия промышленного шпионажа. СПб.: ООО «Издательство Полигон», 2000. 856 с.
5. Микрофон направленного действия с биноклем «Супер Ухо – 100». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.se.455.ru/index.php>.
6. Anti terror equipment: catalog. – Germany: PKI Electronic Intelligence, 2008. – 116 p. + [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pki-electronic.com/index.php?Catalogue>
7. Audio spy microphones [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gia-servizi.com/prodotti/indexen.htm>
8. Audio Surveillance [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gcomtech.com/default.aspx>
9. Каторин Ю.Ф., Нырков А.П., Соколов С.С., Ежгуров В.Н. О возможностях направленных микрофонов при передаче информации на транспортных объектах. // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2013. № 2. С. 54–58.
10. Audio spy microphones [Электронный ресурс]. – Режим, доступа: <http://www.gia-servizi.com/prodotti/indexen.htm>.

References:

1. Abalmazov E.I. Napravlennyye mikrofony: Mify i real'nost'. /Zh «Sistemy Bezopasnosti» №4 1996 g. S. 26-30.
2. Vakhitov Sh. Sovremennyye mikrofony i ikh primenenie // «Radio», 1998, № 11 i 12. [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: http://chipinfo.ru/literature/radio/199811/p16_18.html
3. Katalog napravlennykh mikrofonov [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.bnti.ru/index.asp?tbl=01.01.01.03>.
4. Katorin Yu.F., Kurenkov E.V., Lysov A.V., Ostapenko A.N. Bol'shaya entsiklopediya promyshlennogo shpionazha. SPb.: ООО «Izdatel'stvo Poligon», 2000. 856 s.
5. Mikrofon napravlennogo deistviya s binoklem «Super Ukho – 100». [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.se.455.ru/index.php>.
6. Anti terror equipment: catalog. – Germany: PKI Electronic Intelligence, 2008. – 116 r. + [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.pki-electronic.com/index.php?Catalogue>
7. Audio spy microphones [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.gia-servizi.com/prodotti/indexen.htm>

8. Audio Surveillance [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.gcomtech.com/default.aspx>

9. Katorin Yu.F., Nyrkov A.P., Sokolov S.S., Ezhgurov V.N. O vozmozhnostyakh napravlennykh mikrofonov pri peredache informatsii na transportnykh ob"ektakh. // Problemy informatsionnoi bezopasnosti. Komp'yuternye sistemy. 2013. № 2. S. 54–58.

10. Audio spy microphones [Elektronnyi resurs]. – Rezhim, dostupa: <http://www.gia-servizi.com/prodotti/indexen.htm>.

УДК 004.056.53

Оценка возможностей направленных микрофонов при перехвате звуковых сигналов

¹ Юрий Федорович Каторин

² Виталий Валерьевич Тарнавский

¹ Университет ИТМО, Российская Федерация
197101, Санкт-Петербург, Кронверский проспект, 49
Доктор военных наук, профессор
E-mail: katorin@mail.ru

² Академия имени А.Ф. Можайского, Российская Федерация
197098, Санкт-Петербург, Ждановская улица, 11
Научный сотрудник
E-mail: Tarnavs@mail.ru

Аннотация. В статье рассказывается о предельных возможностях различных типов направленных микрофонов при перехвате акустического сигнала, кратко описывается их конструкция, приводятся методики проведения расчета и расчетные формулы для получения значений их основных характеристик, даются некоторые рекомендации по их практическому применению.

Ключевые слова: информационная безопасность; акустический сигнал; направленный микрофон; дальность действия; чувствительность; конструкция.