



ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕХВАТА РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ МЕТОДОМ «ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ НАКАЧКИ»

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по оценке возможностей перехвата речевой информации методом «высокочастотной накачки» телефонного аппарата при измерении уровней информативных сигналов на выходе полосового фильтра и на выходе аналогового амплитудного демодулятора анализатора спектра. Исследования проводились для RBW: 30 Гц и 10 Гц и VBW: 30 кГц, 10 кГц и 3 кГц. При проведении экспериментальных исследований установлено, что словесная разборчивость речи на выходе аналогового демодулятора анализатора спектра при расположении антенны на удалении 1 м от телефонного аппарата не превышает 26,7% даже для очень громкой речи ($L = 84$ дБ). Отношение сигнал/шум для информативных составляющих на выходе полосового фильтра анализатора достаточное для обеспечения высокой разборчивости речи при использовании цифровых методов демодуляции сигналов. При этом, изменение полосы пропускания RBW не оказывает существенного влияния на разборчивость речи. В реальных условиях перехват речевой информации из помещения методом «высокочастотной накачки» телефонного аппарата возможен только в случае его установки вблизи звуковых колонок систем звукоусиления помещений. При этом словесная разборчивость более 30% может обеспечиваться на расстояниях до 16 – 17 м.

Ключевые слова: технический канал утечки акустической речевой информации, «высокочастотная накачка», разборчивость речи.

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF INTERCEPTING SPEECH INFORMATION USING THE «HIGH-FREQUENCY PUMPING» METHOD

The article presents the results of experimental studies to evaluate the possibilities of intercepting speech information using the “high-frequency pumping” method of a telephone device when measuring the levels of informative signals at the output of a bandpass filter and at the output of an analog amplitude demodulator of a spectrum analyzer. The studies were conducted for RBW: 30 Hz and 10 Hz and VBW: 30 kHz, 10 kHz and 3 kHz. When conducting experimental studies, it was found that the verbal intelligibility of speech at the output of the analog demodulator of the spectrum analyzer when the antenna is located at a distance of 1 m from the telephone does not exceed 26.7% even for very loud speech ($L = 84$ dB). The signal-to-noise ratio for the informative components at the output of the bandpass filter of the analyzer is sufficient to ensure high speech intelligibility when using digital signal demodulation methods. At the same time, changing the RBW bandwidth does not significantly affect speech intelligibility. In real conditions, the interception of speech information from a room using the “high-frequency pumping” method of a telephone is possible only if it is installed near the sound speakers of indoor sound reinforcement systems. At the same time, verbal intelligibility of more than 30% can be achieved at distances up to 16-17 m.

Keywords: technical channel of acoustic speech information leakage, “high-frequency pumping”, speech intelligibility.

Для перехвата акустической речевой информации из выделенных помещений (ВП) широко используются активные методы перехвата информации, такие как «высокочастотное навязывание», «высокочастотное облучение» и «высокочастотная накачка» («высокочастотная прокачка»).

Технические каналы утечки информации, реализуемые с использованием методов «высокочастотного навязывания» и «высокочастотного облучения», довольно подробно рассмотрены в работах [1–8], а методы и методики контроля подверженности технических средств акустоэлектрическим и акустоэлектромагнитным преобразованиям – в работах [9 – 15].

Технический канал утечки информации, создаваемый методом «высокочастотной накачки» технических средств (ТС), установленных в выделенном помещении (ВП), в доступной литературе впервые был описан в [16].

В работах [17, 18] приведены методика

контроля подверженности технических средств «высокочастотной накачки» и результаты экспериментальных исследований подверженности телефонного аппарата «VEF TA-D» (TA611D) «высокочастотной накачке».

В результате исследований [17, 18] установлено, что телефон подвержен ВЧ-накачке в диапазоне частот от 30 МГц до 270 МГц, а максимальный уровень напряженности поля информативного сигнала наблюдается на частоте 230 МГц.

Для измерения характеристик переизлученного телефонным аппаратом информативного высокочастотного сигнала использовался анализатор FSH8. Измерения уровней информативных сигналов проводились на выходе полосового фильтра при отключенном предусилителе и полосе пропускания $RBW = 30$ Гц.

Цели данных экспериментальных исследований:

а) оценить разборчивость речи при ее

перехвате методом «высокочастотной накачки» телефонного аппарата при измерении уровней информативных сигналов на выходе полосового фильтра и на выходе аналогового амплитудного демодулятора анализатора спектра при различных полосах пропускания RBW и VBW;

б) разработать методический подход к оценке возможностей перехвата речевой информации методом «высокочастотной накачки» с учетом шумов антенны и приемного устройства, а также шумов телефонного аппарата.

Для проведения экспериментальных исследований был создан лабораторный стенд в составе: телефонный аппарат «VEF TA-D»; генератор сигналов «Rohde&Schwarz SMB100A»; электрическая дипольная активная измерительная антенна П6-51; анализатор спектра «Rohde&Schwarz FSL3» с опциями R&S®FSL-B7, R&S®FSL-B22 и R&S®FSL-K7; акустическая система «BEHRINGER B208D» с генератором НЧ-сигналов «Agilent 33521A»; шумомер «Эко физика-110А»; селективный микровольтметр «B6-17».

Учитывая, что 1 и 7 октавные полосы практически не влияют на разборчивость речи [1, 19] экспериментальные исследования проводились в 2 – 6 октавных полосах. Исследования проводились в соответствии с методикой, изложенной в [17]. В качестве тестового сигнала использовались гармонические колебания на среднегеометрических частотах пяти октавных полос: 250, 500, 1000, 2000 и 4000 Гц.

Измерения уровней информативных сигналов проводились на частоте высокочастотного сигнала 230 МГц при максимальной мощности высокочастотного сигнала (25 дБм) и максимальной громкости тестового акустического сигнала.

Исследования проводились в три этапа.

На **первом этапе** проводились исследования влияния полосы пропускания RBW анализатора спектра на разборчивость речи.

Измерения уровней информативных сигналов проводились при значениях полосы пропускания RBW: 30 Гц и 10 Гц.

В качестве тестовой системы использовалась акустическая система «BEHRINGER B208D» с генератором низкочастотных сигналов «Agilent 33521A».

Пример спектрограмм переизлученного телефонным аппаратом сигналов приведен на рис. 1.

Далее на основе результатов измерений

уровней сигналов и шумов проводился расчет уровня информативного сигнала и отношения сигнал/шум в октавных полосах по формулам:

$$U_{c,i} = 10 \lg(10^{0.1U_{(c+w),i}} - 10^{0.1U_{ш,i}}); \quad (1)$$

$$q_{c,i} = 20 \lg \left[\frac{10^{0.05 \cdot U_{c,i} \cdot \sqrt{RBW}}}{10^{0.05 \cdot U_{ш,i} \cdot \sqrt{\Delta F_i}}} \right]; \quad (2)$$

где $U_{c,i}$ – уровень информативного сигнала на среднегеометрической частоте i -й октавной полосы, дБ(мкВ);

$U_{(c+w),i}$ – уровень модуляционной составляющей при включенном тестовом сигнале на среднегеометрической частоте i -й октавной полосы, дБ(мкВ);

$U_{ш,i}$ – уровень шумов при включенном тестовом сигнале на среднегеометрической частоте i -й октавной полосы и включенном высокочастотном генераторе, дБ(мкВ);

$q_{c,i}$ – отношение сигнал/шум в i -й октавной полосы, дБ;

ΔF_i – ширина i -й октавной полосы, Гц;

RBW – ширина полосы пропускания на выходе полосового фильтра анализатора спектра, Гц.

Рассчитанные по формуле (2) отношения сигнал/шум в октавных полосах для максимальных уровней тестового сигнала приведены в табл.1.

Отношения сигнал/шум, приведенные в табл. 1, рассчитаны для уровней тестового акустического сигнала, существенно превышающих уровни типовых речевых сигналов [1]. Проведенные исследования [17, 18] показали, что при перехвате информации методом «высокочастотной накачки», отношение сигнал/шум на входе приемного устройства растет прямо пропорционально уровню тестового акустического сигнала. Следовательно, для расчета отношения сигнал/шум, соответствующего типовым значениям уровней сигналов в октавных полосах, можно рассчитать по формуле:

$$q_{c,m,i} = q_{c,i} - \Delta L = q_{c,i} - (L_{и,i} - L_{с,i}), \quad (3)$$

где $q_{c,i}$ – отношение сигнал/шум для i -й октавной полосы, соответствующее уровню тестового акустического сигнала, дБ;

$q_{c,m,i}$ – отношение сигнал/шум для i -й октавной полосы, соответствующее типовому спектру речевого сигнала, дБ;

$L_{и,i}$ – измеренный уровень громкости тестового сигнала в i -й октавной полосе, дБ;

$L_{с,i}$ – типовой уровень громкости речевого сигнала в i -й октавной полосе [1], дБ.

Результаты расчетов отношений сигнал/

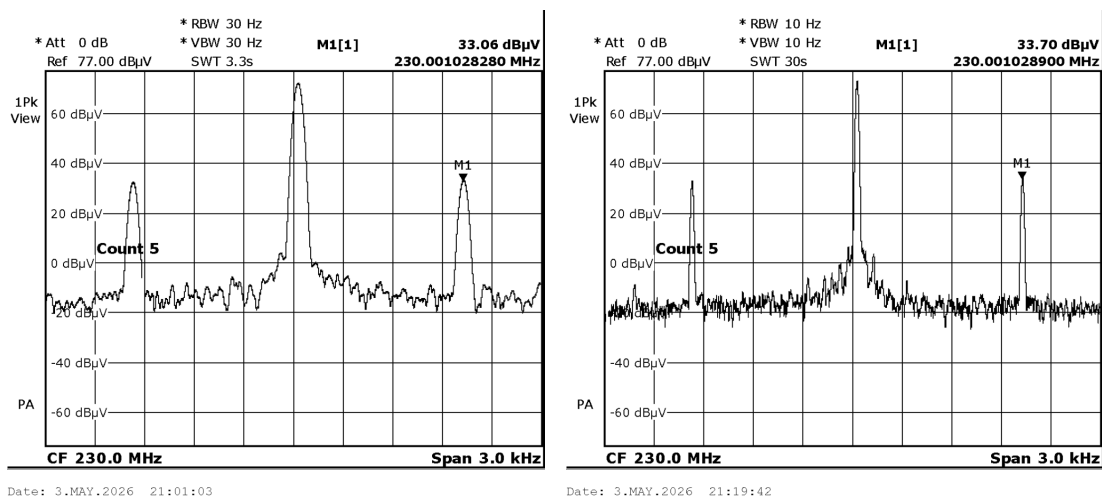


Рис.1. Спектрограммы переизлученных телефонным аппаратом модулированных высокочастотных сигналов (частота сигнала ВЧ-навязывания – 230 МГц, мощность генератора ВЧ-сигнала – 25 дБм, уровень тестового акустического сигнала – максимальный, частота тестового акустического сигнала – 1 кГц): RBW= 30 Гц (а), RBW=10 Гц (б)

Таблица 1

Рассчитанные отношения сигнал/шум в октавных полосах

Номер октавной полосы (диапазон частот, Гц)	Уровень тестового акустического сигнала ($L_{и.т}$), дБ	Отношение сигнал/шум ($q_{с.т}$), дБ	
		RBW = 30 Гц	RBW = 10 Гц
2 (180 – 355)	109,8	19,3	17,2
3 (355 – 710)	110,5	24,5	29,1
4 (710 – 1420)	105,4	33,1	32,9
5 (1420 – 2840)	102,7	21,2	25,9
6 (2840 – 5680)	105,7	31,6	27,7

Таблица 2

Рассчитанные отношения сигнал/шум в октавных полосах, приведенные к типовым уровням громкости, и результаты расчетов словесной разборчивости речи (W)

№ октавной полосы (диапазон частот, Гц)	Отношение сигнал/шум ($q_{с.т.и}$), дБ, при типовом уровне речевого сигнала (L), дБ					
	RBW = 30 Гц			RBW = 10 Гц		
	L = 70	L = 76	L = 84	L = 70	L = 76	L = 84
2 (180 – 355)	-24,5	-18,5	-10,5	-26,6	-20,6	-12,6
3 (355 – 710)	-20,0	-14,0	-6,0	-15,4	-9,38	-1,38
4 (710 – 1420)	-11,3	-5,3	2,7	-11,5	-5,5	2,5
5 (1420 – 2840)	-25,5	-19,5	-11,5	-20,9	-14,9	-6,9
6 (2840 – 5680)	-21,1	-15,1	-7,1	-25,0	-19,0	-11,0
W, %	8,3	27,1	71,4	8,5	28,5	74,4

шум и словесной разборчивости речи, проведенной в соответствии с методикой, изложенной в [1], для речи средней громкости ($L_c = 70$ дБ), громкой речи ($L_c = 76$ дБ) и очень громкой речи ($L_c = 84$ дБ) приведены в табл. 2.

Анализ данных, представленных в табл. 2,

показал, что изменение полосы пропускания RBW не оказывает существенного влияния на разборчивость речи, но при полосе пропускания RBW = 10 Гц разборчивость речи незначительно выше, чем при RBW = 30 Гц.

На **втором этапе** проводились исследо-

вания влияния полосы пропускания VBW анализатора спектра на разборчивость речи.

Исследования также проводились в соответствии с методикой, изложенной в [17]. Однако, измерения отношений сигнал/шум проводились не на выходе полосового фильтра, а на выходе аналогового демодулятора с использованием селективного микровольтметра В6-17 при его полосе пропускания $\Delta F = 10$ Гц.

Измерения уровней информативных сигналов проводились при трех значениях полосы пропускания VBW: 30 кГц, 10 кГц и 3 кГц.

Рассчитанные по формуле (2) отношения сигнал/шум в октавных полосах на аналоговом выходе демодулятора для максимальных уровней тестового сигнала приведены в табл. 3.

Рассчитанные отношения сигнал/шум в октавных полосах, приведенные к типовым

Таблица 3

Рассчитанные отношения сигнал/шум в октавных полосах

Номер октавной полосы (диапазон частот, Гц)	Уровень тестового акустического сигнала ($L_{\text{и}}$), дБ	Отношение сигнал/шум ($q_{\text{с.и}}$), дБ		
		VBW = 30 кГц	VBW = 10 кГц	VBW = 3 кГц
2 (180 – 355)	109,8	7,91	9,42	8,61
3 (355 – 710)	110,5	15,79	16,60	20,50
4 (710 – 1420)	105,4	11,11	16,11	10,01
5 (1420 – 2840)	102,7	23,64	20,14	18,14
6 (2840 – 5680)	105,7	20,63	20,13	-27,37

Таблица 4

Рассчитанные отношения сигнал/шум в октавных полосах, приведенные к типовым уровням громкости, и результаты расчетов словесной разборчивости речи (W)

Номер октавной полосы (диапазон частот, Гц)	Отношение сигнал/шум ($q_{\text{с.и}}$), дБ, при типовом уровне речевого сигнала (L), дБ								
	VBW = 30 кГц			VBW = 10 кГц			VBW = 3 кГц		
	L=70	L=76	L=84	L=70	L=76	L=84	L=70	L=76	L=84
2 (180 – 355)	-35,9	-29,9	-21,9	-34,4	-28,4	-20,4	-35,2	-29,2	-21,2
3 (355 – 710)	-28,7	-22,7	-14,7	-27,9	-21,9	-13,9	-24,0	-18,0	-10,0
4 (710 – 1420)	-33,3	-27,3	-19,3	-28,3	-22,3	-14,3	-34,4	-28,4	-20,4
5 (1420 – 2840)	-23,1	-17,1	-9,1	-26,6	-20,6	-12,6	-28,6	-22,6	-14,6
6 (2840 – 5680)	-32,1	-26,1	-18,1	-32,6	-26,6	-18,6	-80,1	-74,1	-66,1
W, %	1,0	5,2	26,7	0,4	2,8	19,9	0,2	1,3	10,2

уровням громкости, и результаты расчетов словесной разборчивости речи, проведенной в соответствии с методикой, изложенной в [1], представлены в табл. 4.

Анализ данных, представленных в табл. 4, показал, что:

– разборчивость речи на выходе аналогового демодулятора существенно ниже, чем на выходе полосового фильтра. Очевидно, это обусловлено очень малой глубиной модуляции сигнала (от 0,2% – для 2-й октавной полосы и до 2,1% – для 6-й октавной полосы) и высоким уровнем шумов низкочастотного тракта;

– максимальная разборчивость речи наблюдается при VBW = 30 кГц.

Таким образом, в ходе экспериментальных исследований установлено, что наиболь-

шая разборчивость речи наблюдается при измерении уровней модуляционных составляющих высокочастотных сигналов, переизлученных техническим средством, на выходе полосового фильтра при RBW = 10 Гц. Следовательно, именно данный метод измерений целесообразно использовать при оценке возможностей технических средств разведки (ТСР) по перехвату речевой информации методом «высокочастотной накачки» технических средств, установленных в выделенном помещении.

На **третьем этапе** проводилась оценка возможностей перехвата речевой информации из выделенного помещения методом «высокочастотной накачки» телефонного аппарата.

Результаты расчета словесной разборчивости, приведенной в табл. 2 и 4, основываются на использовании в качестве приемного устройства анализатора спектра «Rohde & Schwarz FSL3» с измерительной антенной Пб-51, при ее установке на расстоянии 1 м от телефонного аппарата.

На расстоянии $r = 1$ м от ТС (телефонного аппарата) шумы на входе приемного устройства, обусловленные шумами ТС, существенно выше как собственных шумов приемного устройства, так и шумов антенны. Следовательно, для $r = 1$ м можно полагать, что $U_{ш.и} \approx U_{ш.тс.и}$ ($U_{ш.тс.и}$ измеряется при включенном высокочастотном генераторе).

С увеличением расстояния, вследствие затухания электромагнитных излучений (ЭМИ), как напряжение информативного сигнала на входе приемного устройства, так и напряжение шумов, обусловленных шумами ТС, будут падать, но при этом напряжение шумов антенны, пересчитанное на вход приемного устройства, и напряжение собственных шумов приемного устройства будут оставаться неизменными.

Учитывая, что шумы антенны Пб-51, пересчитанные на вход приемного устройства, значительно выше собственных шумов анализатора спектра FSL - 3, напряжение шумов на входе приемного устройства для i -й октавной полосы на расстоянии r от ТС можно рассчитывать по формуле:

$$U_{ш.и.r} \approx 20 \lg \sqrt{10^{0,1 \cdot (U_{ш.тс.и} - V_r)} + 10^{0,1 \cdot (U_{ш.а.и})}}, \quad (4)$$

где $U_{ш.и.r}$ – напряжение шумов на входе приемного устройства для i -й октавной полосы на расстоянии r от ТС, дБ;

$U_{ш.а.и}$ – напряжение шумов антенны, пересчитанное на вход приемного устройства, для i -й октавной полосы, дБ;

$U_{ш.тс.и}$ – напряжение шумов на входе приемного устройства, обусловленных шумами технического средств (ТС), для i -й октавной полосы, измеренное на расстоянии r от ТС, дБ.

V_r – затухание ЭМИ на частоте сигнала f на расстоянии r от ТС, дБ.

Учитывая, что измерение ЭМИ проводилось на расстоянии $r = 1$ м, для расчета затухания ЭМИ на расстоянии r от ТС воспользуемся формулой [20]:

$$V_r \approx 20 \lg \left(\frac{r^2}{\sqrt{\frac{k^4 r^4 - k^2 r^2 + 1}{k^4 - k^2 + 1}}} \right), \quad (5)$$

где V_r – затухание ЭМИ на расстоянии r , дБ;

$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi f}{300}$ – волновое число;

λ – длина волны излучения, м;

f – частота излучения, МГц;

r – расстояние от источника излучения, м.

С учетом формул (4) и (5) отношение сигнал/шум на входе приемного устройства можно рассчитать по формуле:

$$q_{с.м.и.r} = U_{с.м.и} - V_r - U_{ш.и.r} \quad (6)$$

где $q_{с.м.и}$ – отношение сигнал/шум для i -й октавной полосы, соответствующее уровню тестового акустического сигнала, рассчитанное для расстояния $r = 1$ м, дБ;

$q_{с.м.и.r}$ – отношение сигнал/шум для i -й октавной полосы, соответствующее уровню тестового акустического сигнала, рассчитанное для расстояния r , дБ.

На основе данных, представленных в табл. 2 для RBW = 10 Гц, был выполнен расчет разборчивости речи на различных расстояниях. Результаты расчетов приведены в табл. 5

Анализ данных, представленных в табл. 5, показал, что в реальных условиях перехват речевой информации из помещения методом «высокочастотной накачки» телефонного аппарата возможен только в случае его установки вблизи звуковых колонок систем звукоусиления помещений. При этом словесная разборчивость более 30% может обеспечиваться на расстояниях до 16 – 17 м.

Заключение

Таким образом, анализ результатов проведенных исследований показал, что при использовании в качестве приемного устройства средства перехвата информации анализатора спектра FSL-3 с антенной Пб-51:

– словесная разборчивость речи на выходе аналогового демодулятора анализатора спектра при расположении антенны на удалении 1 м от телефонного аппарата не превышает 26,7% даже для очень громкой речи ($L = 84$ дБ). Очевидно, это обусловлено очень малой глубиной модуляции сигнала (менее 2%) и высоким уровнем шумов низкочастотного тракта. Максимальная разборчивость речи наблюдается при VBW = 30 кГц;

– отношение сигнал/шум для информативных (боковых) составляющих на выходе полосового фильтра анализатора достаточное для обеспечения высокой разборчивости речи при использовании цифровых методов демодуляции сигналов;

– изменение полосы пропускания RBW не оказывает существенного влияния на разборчивость речи, но при полосе пропускания RBW = 10 Гц разборчивость речи незначительно выше, чем при RBW = 30 Гц;

Результаты расчетов разборчивости речи на различных расстояниях

Расстояние от технического средства	Разборчивость речи W (%) при типовом уровне речевого сигнала L		
	$L = 70$ дБ	$L = 76$ дБ	$L = 84$ дБ
$r = 1$ м	8,30	28,00	74,12
$r = 5$ м	6,09	22,04	65,32
$r = 10$ м	3,37	13,79	49,77
$r = 15$ м	1,85	8,54	36,89
$r = 20$ м	1,07	5,47	27,51
$r = 25$ м	0,65	3,64	20,84
$r = 30$ м	0,42	2,52	16,07
$r = 35$ м	0,28	1,79	12,60
$r = 40$ м	0,19	1,31	10,04
$r = 45$ м	0,14	0,99	8,11
$r = 50$ м	0,10	0,76	6,64

– на расстоянии $r = 1$ м от ТС шумы на входе приемного устройства, обусловленные шумами ТС, существенно выше как собственных шумов приемного устройства, так и шумов антенны. С увеличением расстояния от ТС, вследствие затухания ЭМИ, на входе приемного устройства напряжение информативного сигнала и напряжение шумов, обусловленных шумами ТС, будут падать, но при этом напряжение шумов антенны, пересчитанное на вход приемного устройства, и напряжение

собственных шумов приемного устройства будут оставаться неизменными;

– в реальных условиях перехват речевой информации из помещения методом «высокочастотной накачки» телефонного аппарата возможен только в случае его установки вблизи звуковых колонок систем звукоусиления помещений. При этом словесная разборчивость более 30% может обеспечиваться на расстояниях до 16 – 17 м.

Литература

1. Хорев А.А. Техническая защита информации: учеб. пособие: В 3-х т. Т. 1: Технические каналы утечки информации. -М.: НПЦ «Аналитика», 2008. – 436 с.
2. Лысов А.В. Высокочастотное зондирование акустических возбуждаемых объектов в проводной среде. Кабельные локационные системы акустической разведки. – СПб.: Медиапайр, 2021. – 628 с.
3. Лысов А.В. Электромагнитное зондирование акустических возбуждаемых объектов (радиолокационные системы акустической разведки). – СПб.: Медиапайр, 2020. – 678 с.
4. Авдеев В.Б. Способ дистанционного перехвата речевой информации из защищаемого помещения здания с охраняемой зоной. Патент на изобретение № 2 575 406. Дата регистрации 20.02.2016 г. Заявка № 2014145030/08 от 06.11.2014 г.
5. Авдеев В.Б., Анищенко А.В. Способ дистанционного перехвата конфиденциальной речевой информации, циркулирующей в защищенном помещении. Патент на изобретение № 2 642 034. Дата регистрации 23.01.2018 г. Заявка № 2016129825 от 20.07.2016 г.
6. Авдеев В.Б., Катруша А.Н. Способ дистанционного перехвата речевой информации из защищаемого помещения. Патент на изобретение № 2 558 673. Дата регистрации 10.08.2015 г. Заявка № 2014137732/07 от 17.09.2014 г.
7. Авдеев В.Б., Катруша А.Н. Способ радиоперехвата речевой информации из защищаемого помещения. Патент на изобретение № 2 561 507. Дата регистрации 27.08.2015 г. Заявка № 2014142671/07 от 22.10.2014 г.
8. Колесник Д. Ю., Майоров А. И. Высокочастотное навязывание. Принцип реализации и методы защиты// Технические средства защиты информации: тезисы докладов XV Белорусско-российской науч.-техн. конф. (Минск, 6 июня 2017 г.). – Минск: БГУИР, 2017. – С. 31 – 32.

9. Кондратьев А. В. Техническая защита информации. Практика работ по оценке основных каналов утечки: учеб. пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 304 с.
10. Лыков Ю. В., Морозова А. Д., Кукуш В. Д., Парфёнов А. С. Исследование метода ВЧ-навязывания для несанкционированного съема информации с телефонных линий//ScienceRise. – Харьков: 2015. – том 7, №2 (12). – С. 51 – 56.
11. Хорев А.А., Лукманова О.Р. Математическое моделирование акустоэлектрического канала утечки речевой информации, создаваемого методом «высокочастотного навязывания»//Защита информации. Инсайд. – С. Петербург: 2023. – № 1 (109) – С. 3– 11.
12. Шестаков И.И. Помехоустойчивость выделения информационного сигнала из интермодуляционного излучения при высокочастотном навязывании//Вестник СибГУТИ. – Новосибирск: 2011. – № 3. – С. 45– 58.
13. Дураковский А.П., Куницын И.В., Лаврухин Ю.Н. Контроль защищенности речевой информации в помещениях. Аттестационные испытания вспомогательных технических средств и систем по требованиям безопасности информации: учеб. пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015. – 152 с.
14. Хорев А.А. Контроль защищенности вспомогательных технических средств и систем от утечки по акустоэлектрическим каналам// Специальная техника. – М.: 2014. – № 6 – С. 48 – 63
15. Хорев А.А., Лукманова О.Р. Контроль подверженности телефонного аппарата «высокочастотному навязыванию» с использованием виртуального лабораторного стенда//Международная конференция «Радиоэлектронные устройства и системы для инфотелекоммуникационных технологий – РЭУС-2018». Доклады. – М.: РНТОРЭС имени А.С. Попова. 2018. – С. 343 – 348.
16. Катруша А.Н. Обобщенный метод анализа параметрических каналов перехвата акустической речевой информации// «Воздушно-космические силы. Теория и практика». – Воронеж, 2024. – № 31. – С. 122 – 133. ISSN: 2500 – 4352.
17. Хорев А.А., Чачилло Т. В. Исследование подверженности телефонного аппарата «высококастотной накатке» // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. – 2025. – № 2(56). – С. 80–95.
18. Хорев А.А., Чачилло Т.В. Исследование возможности перехвата акустической речевой информации методом «высококастотной накатки»// Всероссийская конференция «Радиоэлектронные устройства и системы для инфотелекоммуникационных технологий – РЭУС-2025». Доклады. – М.: РНТОРЭС имени А.С. Попова. 2025. – С. 434 – 440. ISBN 978-5-905278-62-4.
19. Хорев А.А., Порсев И.С. Вероятностный метод оценки разборчивости речи // Всероссийская конференция «Радиоэлектронные устройства и системы для инфотелекоммуникационных технологий – РЭУС-2023». Доклады. – М.: РНТОРЭС имени А.С.Попова. 2023. – С. 422 – 427. ISBN 978-5-905278-54-9.
20. Авдеев В.Б., Катруша А.Н. Оценка уровня побочного электромагнитного излучения на границе контролируемой зоны с учетом продольной компоненты поля//Специальная техника. – М.: 2014. – № 1. С. 28–34. ISSN: 1996-0506.

References

1. Khorev A.A. Technical information protection: textbook. manual: In 3 volumes Vol. 1: Technical channels of information leakage. – М.: NPC “Analytics”, 2008. – 436 p.
2. Lysov A.V. High-frequency sounding of acoustic excited objects in a wired environment. Acoustic reconnaissance cable location systems. – St. Petersburg: Mediapapir, 2021. – 628 p.
3. Lysov A.V. Electromagnetic sounding of acoustic excited objects (acoustic reconnaissance radar systems). – St. Petersburg: Mediapapir, 2020. – 678 p.
4. Avdeev V.B. A method of remote interception of speech information from a protected building with a protected area. Patent for invention No. 2,575,406. Registration date: 02/20/2016 Application no. 2014145030/08 dated 11/06/2014
5. Avdeev V.B., Anishchenko A.V. A method for remote interception of confidential speech information circulating in a secure room. Patent for invention No. 2,642,034. Registration date: 01/23/2018. Application No. 2016129825 dated 07/20/2016.
6. Avdeev V.B., Katrusha A.N. A method of remote interception of speech information from a protected room. Patent for invention No. 2,558,673. Registration date 08/10/2015 Application No. 2014137732/07 on 17.09.2014.
7. Avdeev V.B., Katrusha A.N. Method of radio interception of speech information from a protected room. Patent for invention No. 2,561,507. Registration date 08/27/2015 Application No. 2014142671/07 dated 22.10.2014
8. Kolesnik D. Yu., Mayorov A. I. High-frequency imposition. The principle of implementation and methods of protection// Technical means of information protection: abstracts of the XV Belarusian-Russian Scientific and Technical conference (Minsk, June 6, 2017). Minsk: BGUIR, 2017. pp. 31–32.

9. Kondratiev A.V. Technical protection of information. The practice of assessing the main leakage channels: textbook. the manual. – M.: Hotline - Telecom, 2016. – 304 p. 10. Lykov Yu. V., Morozova A.D., Kukush V. D., Parfenov A. S. Investigation of the HF-imposition method for unauthorized removal of information from telephone lines//ScienceRise. – Kharkiv: 2015. Volume 7, No. 2 (12). pp. 51–56.

11. Khorev A.A., Lukmanova O.R. Mathematical modeling of the acousto–electric channel of leakage of speech information created by the method of “high-frequency imposition”//Information protection. Inside. – St. Petersburg: 2023. – № 1 (109) – P– 3–11.

12. Shestakov I.I. Noise immunity of information signal isolation from intermodulation radiation during high-frequency imposition//Bulletin of SibGUTI. Novosibirsk: 2011. No. 3. pp. 45–58.

13. Durakovskiy A.P., Kunitsyn I.V., Lavrukhin Yu.N. Control of the security of speech information in rooms. Certification tests of auxiliary technical means and systems for information security requirements: textbook. The manual. Moscow: NRU MEPhI, 2015. 152 p.

14. Khorev A.A. Monitoring the protection of auxiliary equipment and systems from leakage through acousto-electric channels// Special equipment. – M.: 2014. – № 6 – pp. 48–63

15. Khorev A.A., Lukmanova O.R. Control of the telephone’s susceptibility to “high-frequency imposition” using a virtual laboratory stand//International Conference “Radio Electronic devices and systems for Infotelec communication Technologies – REUS-2018”. Reports. Moscow: RNTORES named after A.S. Popov. 2018. – pp. 343–348.

16. Katrusha A.N. Generalized method of analysis of parametric channels of interception of acoustic speech information// “Aerospace forces. Theory and practice”. Voronezh, 2024. No. 31. pp. 122–133. ISSN: 2500-4352.

17. Khorev A.A., Chachillo T. V. Investigation of the susceptibility of a telephone device to “high-frequency pumping” // Bulletin of the Ural Federal District. Information security. – 2025. – № 2(56). – Pp. 80–95.

18. Khorev A.A., Chachillo T.V. Investigation of the possibility of intercepting acoustic speech information using the “high-frequency pumping” method// All-Russian Conference “Radio electronic devices and systems for infotelec communication technologies – REUS-2025”. Reports. Moscow: RNTORES named after A.S. Popov. 2025. – pp. 434-440. ISBN 978-5-905278-62-4

19. Khorev A.A., Porsev I.S. Probabilistic method of speech intelligibility assessment // All-Russian conference “Radioelectronic devices and systems for infotelec communication technologies – REUS-2023”. Reports. Moscow: RNTORES named after A.S. Popov. 2023. pp. 422-427. ISBN 978-5-905278-54-9

20. Avdeev V.B., Katrusha A.N. Assessment of the level of side electromagnetic radiation at the boundary of the controlled zone, taking into account the longitudinal component of the field//Special equipment. – M.: 2014.– No. 1. pp. 28-34. ISSN: 1996-0506

ХОРЕВ Анатолий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационная безопасность» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (МИЭТ), 124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1, МИЭТ, E-mail: horev@miee.ru

ЧАЧИЛЛО Тимофей Витальевич, студент кафедры «Информационная безопасность» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (МИЭТ). 124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1, МИЭТ. E-mail: chachillo1502@gmail.com

KHOREV Anatoly Anatolyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department “Information Security” of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “National Research University “Moscow Institute of Electronic Technology” (MIET). 124498, Moscow, Zelenograd, Shokin Square, house 1, MIET. E-mail: horev@miee.ru

CHACHILLO Timofey V., student of the Department of Information Security at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education National Research University Moscow Institute of Electronic Technology (MIET). Shokin Square, 1, MIET, Moscow, 124498, Zelenograd. E-mail: chachillo1502@gmail