



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ПОМЕЩЕНИЙ ОТ УТЕЧКИ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО АКУСТООПТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ ПУТЕМ УСТАНОВКИ НА ВНЕШНИХ ОКОННЫХ СТЕКЛАХ СВЕТООТРАЖАЮЩИХ ПЛЕНОК

В статье приведены результаты экспериментальных исследований эффективности защиты помещений от утечки речевой информации по акустооптического каналу путем установки на внешних оконных стеклах светоотражающих пленок. В качестве объекта исследований были выбраны солнцезащитные пленки компании Solarblock серии Silver с коэффициентами светопропускания от 0,5% до 47%. При проведении экспериментальных исследований использовались лазерные доплеровские виброметры PDV-100 и RSV-150. Результаты проведенных исследований показали, что при лазерном зондировании жалюзи, установленных внутри помещения, установка на внешних оконных стеклах солнцезащитных пленок с целью защиты помещения от перехвата речевой информации по акустооптического каналу малоэффективна.

Ключевые слова: акустооптический канал утечки информации, лазерный микрофон, лазерный доплеровский виброметр, защита помещения, солнцезащитные пленки.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE EFFECTIVENESS OF PROTECTING PREMISES FROM THE LEAKAGE OF SPEECH INFORMATION THROUGH THE LASER CHANNEL BY INSTALLING REFLECTIVE FILMS ON THE EXTERNAL WINDOW PANES

The article presents the results of experimental research on the effectiveness of protecting premises from the leakage of speech information through the laser channel by installing reflective films on the external window panes. As the object of research, the sun protection window films of Solarblock Silver series with light transmission coefficients from 0.5% to 47% were selected. PDV-100 and RSV-150 laser Doppler vibrometers were used for the aims of experimental research. The results of the conducted research have shown that when laser irradiates the blinds installed indoors, the installation of sun protection window films on the external window panes to protect the room from the interception of speech information through the laser channel is ineffective.

Keywords: *laser channel of speech information leakage, laser microphone, laser Doppler vibrometer, room protection, sun protection window films.*

Одним из наиболее опасных технических каналов утечки акустической речевой информации из защищаемых помещений является акустооптический канал [1]. Перехват акустической речевой информации по данному каналу осуществляется путем лазерного «зондирования» оконных стекол или других отражающих поверхностей, например, оконных штор, жалюзи или различных предметов, установленных в помещении [1-4]. Средства разведки, используемые для перехвата акустической речевой информации по акустооптическому каналу, очень часто называют «лазерными микрофонами» [1].

Для защиты помещений от перехвата акустической речевой информации по акустооп-

тическому каналу используются как активные, так и пассивные средства защиты [2 - 5]. Одними из наиболее доступных и недорогих средств защиты являются солнцезащитные пленки, которые наклеиваются на оконные стекла защищаемого помещения [6].

В работах [2,4] приводятся результаты исследований по использованию солнцезащитных пленок в целях защиты речевой информации от утечки по акустооптическому каналу. Однако, в них не проводилась оценка влияния солнцезащитных пленок на разборчивость речи в случае лазерного «зондирования» жалюзи, установленных на окнах внутри защищаемого помещения.

Целью данной работы являются экспери-

ментальные исследования эффективности светоотражающих пленок, устанавливаемых на внешних оконных стеклах, при защите речевой информации от ее перехвата по акустооптическому каналу при лазерном «зондировании» жалюзи, установленных на окна защищаемого помещения.

В качестве объекта исследований были выбраны солнцезащитные пленки компании Solarblock серии Silver, коэффициенты светопропускания которых приведены в таблице 1 [6].

закреплен двухкамерный стеклопакет (рисунок 1б). На внешнюю оконную поверхность стеклопакета были наклеены 7 фрагментов солнцезащитных пленок размером 70 × 70 мм (3), коэффициенты светопропускания которых приведены в таблице 1. С тыльной стороны оконного блока была установлена непрозрачная, светорассеивающая тканевая жалюзи (1), на которую в нескольких местах были закреплены фрагменты световозвращающей пленки 3M Scotchlite серии 983, размерами 7 × 7 мм (2).

Таблица 1

Коэффициент пропускания видимого света солнцезащитных пленок

Тип пленки	Коэффициент светопропускания в видимом диапазоне, %	Коэффициент светопропускания в инфракрасном диапазоне, %
Silver 40	47	31
Silver 25	29	28
Silver 15	20	20
Silver 5	7	7
Silver 25 + Silver 5	2	2
Silver 15 + Silver 5	1,5	1,4
Silver 5 + Silver 5	0,5	0,5

Примечание: Значения коэффициентов светопропускания в ИК диапазоне приведены на основе оценочных данных производителя.

Для проведения экспериментальных исследований был создан лабораторный испытательный стенд (рисунок 1а), в состав которого входили: 1 – подкатная стойка CP-022-02 ESD; 2 – лазерный доплеровский виброметр; 3 – шумомер-вибромер «Экофизика-110А»; 4 – генератор сигналов AGILENT 33210А; 5 – акустическая колонка «Behringer EUROLIVE B208D»; 6 – ноутбук.

На подкатной стойке CP-022-02 ESD был

Для формирования тестового акустического сигнала использовалась акустическая колонка «Behringer EUROLIVE B208D» и генератор сигналов AGILENT 33210А. В качестве тестового сигнала использовался «белый шум».

В качестве модели «лазерного микрофона» использовались лазерные доплеровские виброметры PDV-100 и RSV-150, основные характеристики которых приведены в таблице 2.

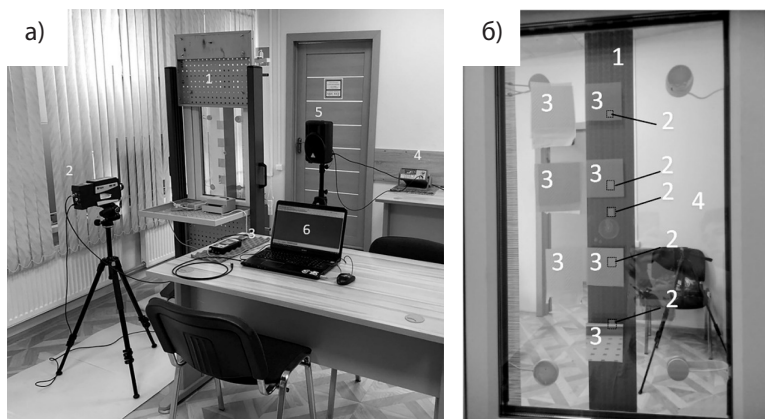


Рисунок 1 – Лабораторный стенд для исследования эффективности солнцезащитных пленок: общий вид (а); схема установки фрагментов солнцезащитных пленок на оконном блоке (в)

Технические характеристики лазерных доплеровских виброметров PDV-100 и RSV-150

Наименование характеристики	Значение характеристики	
	PDV-100	RSV-150
Класс лазера	2	2
Тип лазера	HeNe	HeNe
Длина волны, мкм	~ 0,63	1,55
Мощность лазера, мВт	0,6	10
Минимальное/максимальное рабочее расстояние, м	0,1 – 30	5 – 300
Диапазон частот, Гц	0,5 – 22 000	0 – 25 000
Разрешающая способность по скорости, мкм/с/√Гц	<0,02	< 0,5

Для измерения уровня вибрационного сигнала, возбуждаемого тестовым акустическим сигналом на ламели жалюзи, использовался шумомер-вибромер «Экофизика-110А». Шумомер-вибромер подключался к аналоговому выходу лазерного виброметра.

Ноутбук использовался для обработки результатов измерений.

При проведении экспериментальных исследований лазерным излучением облучались матерчатые ламели жалюзи, установленные за стеклопакетом. При этом лазерный луч проходил через фрагмент солнцезащитной пленки, наклеенный на внешнее оконное стекло стеклопакета.

Исследования проводились в два этапа. На первом этапе лазерным лучом облучались фрагменты световозвращающих пленок, закрепленные на матерчатой ламели жалюзи (зеркальное отражение), а на втором этапе – облучалась непосредственно поверхность ламели (диффузное отражение).

В качестве показателя оценки эффективности световозвращающих пленок использовалась словесная разборчивость речи (W), которая рассчитывалась на основе результатов измерений отношений сигнал/шум в октавных полосах на выходе лазерного виброметра.

Измерения отношений сигнал/шум при использовании лазерного доплеровского виброметра PDV-100 (видимый диапазон длин волн) проводились в следующей последовательности:

- лазерный виброметр устанавливался на 1 м от внешнего стекла оконного блока. Для исключения влияния диффузного отражения солнцезащитной пленки на результаты измерений, ось виброметра направлялась на стекло (в точке установки пленки) под углом $\beta = 20^\circ$;

- производилась юстировка и фокусировка оптической системы лазерного луча

виброметра на поверхности ламели, так чтобы луч лазера проходил сквозь фрагмент солнцезащитной пленки;

- звуковая колонка устанавливалась на расстоянии 1 м от внутреннего стекла оконного блока. На расстоянии 1 м от звуковой колонки устанавливался измерительный микрофон, подключенный к шумомеру. С генератора сигналов на вход звуковой колонки подавался тестовый сигнал в виде «белого шума» и с помощью шумомера измерялось звуковое давление тестового сигнала в 7-ми октавных полосах (L_{si} , где $i=1\dots7$);

- шумомер-вибромер подключался к аналоговому выходу лазерного виброметра и при включенном тестовом сигнале проводились измерения уровня вибрационного сигнала на выходе лазерного виброметра в 7-ми октавных полосах (V_{si} , где $i=1\dots7$);

- тестовый сигнал выключался и проводились измерения уровня вибрационного шума на выходе лазерного виброметра в 7-ми октавных полосах (V_{ri} , где $i=1\dots7$).

Измерения отношений сигнал/шум при использовании лазерного доплеровского виброметра RSV-150 (инфракрасный диапазон длин волн) проводились аналогично, но при этом для исключения влияния диффузного отражения солнцезащитной пленки на результаты измерений, ось виброметра направлялась на стекло (в точке установки пленки) под углом $\beta = 40^\circ$, а исследуемая поверхность располагалась на расстоянии не 1 м, а 15 м от измерительной головки лазерного виброметра.

Далее проводился расчет уровней скрываемого вибрационного сигнала (V_{ci}) и отношений сигнал/шум (q_i) в 7-ми октавных полосах по формулам [1]:

$$V_{c,i} = 10 \lg(10^{0,1V_{ni}-0,1V_{mi}}) - (L_{n,i} - L_{c,i}); \quad (1)$$

$$q_i = V_{c,i} - V_{mi}, \quad (2)$$

где L_{ci} – акустическое давление, соответствующее

общее среднему уровню громкости речи в i -ой октавной полосе (см. таблицу 3).

Измерения проводились для каждого типа пленки.

Для расчета словесной разборчивости речи (W) использовалась методика, в основу которой положен формантный метод оценки разборчивости речи [1]:

$$Q_i = q_i - \Delta A_i; \quad (3)$$

$$p_i = \begin{cases} \frac{0,78 + 5,46 \exp[-4,3 \cdot 10^{-3}(27,3 - |Q_i|)^2]}{1 + 10^{0,1|Q_i|}}, & \text{если } Q_i \leq 0, \\ 1 - \frac{0,78 + 5,46 \exp[-4,3 \cdot 10^{-3}(27,3 - |Q_i|)^2]}{1 + 10^{0,1|Q_i|}}, & \text{если } Q_i > 0, \end{cases} \quad (4)$$

$$R_i = p_i k_i; \quad (5)$$

$$R = \sum_{i=1}^7 R_i; \quad (6)$$

$$W = \begin{cases} 1,54R^{0,25}[1 - \exp(-11R)], & \text{если } R < 0,15; \\ 1 - \exp\left(\frac{-11R}{1 + 0,7R}\right), & \text{если } R \geq 0,15, \end{cases} \quad (7)$$

где ΔA_i – значение формантного параметра речи в i -й октавной полосе, дБ;

k_i – весовой коэффициент i -й октавной полосы.

Характеристики октавных полос, используемые при расчете по данной методике, приведены в таблице 3 [1].

Результаты измерений, проведенных в соответствии с методикой, приведены в таблицах 4 и 5.

Рассчитанные значения разборчивости речи W приведены в таблицах 6 и 7.

Анализ данных, представленных в таблицах 6 и 7, показал, что:

а) при зеркальном отражении лазерного

Таблица 3

Характеристики октавных полос

№	Среднегеометрическая частота f_r , Гц	Типовые уровни речи L_{cr} , дБ	Весовой коэффициент k_i	Значение формантного параметра речи ΔA_i , дБ
1	125	53	0,01	25
2	250	66	0,03	18
3	500	66	0,12	14
4	1000	61	0,20	9
5	2000	56	0,30	6
6	4000	53	0,26	5
7	8000	49	0,07	4

Таблица 4

Результаты измерений при использовании лазерного доплеровского виброметра PDV-100 (видимый диапазон длин волн)

Тип пленки	№ полосы	Зеркальное отражение			Диффузное отражение ($\beta = 200$)		
		$L_{шр}$, дБ	$V_{шр}$, дБ	$V_{шр}$, дБ	$L_{шр}$, дБ	$V_{шр}$, дБ	$V_{шр}$, дБ
Silver 40	1	62,3	51,2	41,2	62,3	61,6	44,5
	2	63,1	48,6	34,3	63,1	56,7	40,4
	3	67,7	56,8	27,4	67,7	55,1	31,9
	4	68	64	32,3	68	50,6	37,9
	5	69,8	60,8	27,9	69,8	61,6	46,6
	6	72,5	55,2	28,8	72,5	71	55,6
	7	74,6	45,7	32,9	74,6	68,3	67,4
Silver 25	1	62,3	54,2	44,4	62,3	64,9	47,1
	2	63,1	48,3	35,8	63,1	59	39,2
	3	67,7	56,8	25,9	67,7	58,9	33,4
	4	68	64,3	30	68	52,1	35,9
	5	69,8	62,6	26,9	69,8	62,3	44,3
	6	72,5	56,6	28,8	72,5	70,8	53,3
	7	74,6	51,8	33,1	74,6	70,9	65,4

Тип пленки	№ полосы	Зеркальное отражение			Диффузное отражение ($\beta = 200$)		
		$L_{иr}$, дБ	$V_{иr}$, дБ	$V_{шиr}$, дБ	$L_{иr}$, дБ	$V_{иr}$, дБ	$V_{шиr}$, дБ
Silver 15	1	62,3	54,1	42,1	62,3	69,1	60,4
	2	63,1	48,3	33,8	63,1	64,4	63,3
	3	67,7	56,1	27,7	67,7	67,3	66,2
	4	68	63,6	31	68	70,2	69,1
	5	69,8	62,2	28,6	69,8	73,8	72
	6	72,5	54,4	30	72,5	76,7	75,2
	7	74,6	48,5	35,5	74,6	80,2	79,2
Silver 5	1	62,3	52	39,7	62,3	84,4	84,7
	2	63,1	47,2	29,9	63,1	87,2	87,8
	3	67,7	56	25,7	67,7	90,2	90,7
	4	68	63,8	30,3	68	93,2	93,7
	5	69,8	61,4	28,1	69,8	96,2	96,7
	6	72,5	54,8	31,8	72,5	99,2	99,7
	7	74,6	50,1	41,8	74,6	102,2	102,7
Silver 25 + Silver 5	1	62,3	48,3	39	-	-	-
	2	63,1	45,3	37,2	-	-	-
	3	67,7	52,8	30,8	-	-	-
	4	68	63	32,9	-	-	-
	5	69,8	60,2	38,9	-	-	-
	6	72,5	54,9	47,7	-	-	-
	7	74,6	62,5	60	-	-	-
Silver 15 + Silver 5	1	62,3	47,3	37,6	-	-	-
	2	63,1	48,1	37,2	-	-	-
	3	67,7	53,7	35	-	-	-
	4	68	61,6	31,6	-	-	-
	5	69,8	58,9	35,9	-	-	-
	6	72,5	52,3	44,5	-	-	-
	7	74,6	57,1	56,7	-	-	-
Silver 5 + Silver 5	1	62,3	96,4	84,7	-	-	-
	2	63,1	87,2	87,8	-	-	-
	3	67,7	90,2	90,7	-	-	-
	4	68	93,2	93,7	-	-	-
	5	69,8	96,2	98,7	-	-	-
	6	72,5	97,2	99,7	-	-	-
	7	74,6	100,2	101,3	-	-	-

Таблица 5

Результаты измерений при использовании лазерного доплеровского виброметра RSV-150 (инфракрасный диапазон длин волн)

Тип пленки	№ полосы	Зеркальное отражение			Диффузное отражение ($\beta = 400$)		
		$L_{иr}$, дБ	$V_{иr}$, дБ	$V_{шиr}$, дБ	$L_{иr}$, дБ	$V_{иr}$, дБ	$V_{шиr}$, дБ
Silver 40	1	68,3	64,1	51,6	68,3	65,3	55,5
	2	65,7	61,2	46,4	65,7	58,4	49,6
	3	72,3	52,2	41	72,3	58,6	50
	4	72,9	57,2	45,3	72,9	62,6	58,7
	5	75	69,8	53,4	75	69,7	67,6
	6	74,6	73,2	61,7	74,6	78,7	76,8
	7	76,6	73,5	70,8	76,6	86,3	85,7

Тип пленки	№ полосы	Зеркальное отражение			Диффузное отражение ($\beta = 400$)		
		$L_{иr}$, дБ	$V_{иr}$, дБ	$V_{шr}$, дБ	$L_{иr}$, дБ	$V_{иr}$, дБ	$V_{шr}$, дБ
Silver 25	1	68,3	67	53,3	68,3	61,9	58,4
	2	65,7	52,8	43,5	65,7	58,4	52,5
	3	72,3	50,4	37,2	72,3	55	47,1
	4	72,9	50,1	41,3	72,9	57	55,2
	5	75	54,9	45,8	75	65,3	64,1
	6	74,6	63,5	52,6	74,6	74,1	73,1
	7	76,6	61,2	59,8	76,6	82,4	82,1
Silver 15	1	68,3	63,3	57,5	68,3	64	58,9
	2	65,7	54,2	44,7	65,7	57,1	54,5
	3	72,3	53,8	36,9	72,3	49,4	49,1
	4	72,9	49,8	42,4	72,9	56,6	55,3
	5	75	57,2	48,6	75	65,6	64,1
	6	74,6	65,8	56,7	74,6	74,6	72,5
	7	76,6	64,4	64,3	76,6	83,5	83,3
Silver 5	1	68,3	63,1	59,8	68,3	58,5	58,4
	2	65,7	53,1	47,1	65,7	53,5	53,4
	3	72,3	48,8	35,9	72,3	52,1	52
	4	72,9	51,2	41,3	72,9	58,7	58,5
	5	75	55,5	45,9	75	67,7	67,6
	6	74,6	57,4	52,6	74,6	76,8	76,5
	7	76,6	62,7	59,9	76,6	85,8	85,5
Silver 25 + Silver 5	1	66,1	64,3	63,4	-	-	-
	2	66,7	57,2	56,8	-	-	-
	3	66,4	50,7	50,2	-	-	-
	4	69,1	59,4	59,2	-	-	-
	5	70,5	68,3	68	-	-	-
	6	71,1	77,3	77	-	-	-
	7	73,2	86,3	85,9	-	-	-
Silver 15 + Silver 5	1	66,1	65,2	64,6	-	-	-
	2	66,7	61,6	60,7	-	-	-
	3	66,4	54	53,8	-	-	-
	4	69,1	54,8	54,5	-	-	-
	5	70,5	63,5	63,1	-	-	-
	6	71,1	72,4	72,3	-	-	-
	7	73,2	81,5	81,4	-	-	-
Silver 5 + Silver 5	1	66,1	62,1	62	-	-	-
	2	66,7	55,7	55,6	-	-	-
	3	66,4	51,5	51,3	-	-	-
	4	69,1	60	59,9	-	-	-
	5	70,5	69	68,9	-	-	-
	6	71,1	78,8	77,9	-	-	-
	7	73,2	87,9	86,9	-	-	-

Расчетные значения разборчивости речи при использовании лазерного доплеровского виброметра PDV-100 (видимый диапазон длин волн)

Тип пленки	Коэффициент светопропускания в видимом диапазоне, %	Разборчивость речи W, %	
		Зеркальное отражение	Диффузное отражение ($\beta = 20^\circ$)
Silver 40	47	99,7	98,4
Silver 25	29	99,7	99
Silver 15	21	99,6	44
Silver 5	7	99,6	0
Silver 25 + Silver 5	2	98,8	0
Silver 15 + Silver 5	1,3	98,9	0
Silver 5 + Silver 5	0,5	0	0

Таблица 7

Расчетные значения разборчивости речи при использовании лазерного доплеровского виброметра RSV-150 (инфракрасный диапазон длин волн)

Тип пленки	Коэффициент светопропускания в инфракрасном диапазоне, %	Разборчивость речи W, %	
		Зеркальное отражение	Диффузное отражение ($\beta = 40^\circ$)
Silver 40	31	94,6	56,0
Silver 25	28	89,5	41,2
Silver 15	20	88,6	28,2
Silver 5	7	86,7	1,77
Silver 25 + Silver 5	2	12,5	–
Silver 15 + Silver 5	1,4	11,2	–
Silver 5 + Silver 5	0,5	8,84	–

излучения от жалюзи наблюдается резкий «срыв» разборчивости речи при светопропускании пленки менее 1,5 – 2%;

б) при диффузном отражении от жалюзи разборчивость речи наблюдается резкий «срыв» разборчивости речи при светопропускании пленки менее 20%;

в) очевидно, что «срыв» разборчивости речи наблюдается, когда уровень отраженного от ламели сигнала становится ниже порога чувствительности приемника лазерного виброметра.

Учитывая, что «лазерные микрофоны» имеют мощность излучения от нескольких десятков до нескольких сотен мВт и более, можно сделать вывод о том, что использование светозащитных пленок в качестве средств защиты помещений от утечки речевой информации по акустооптическому каналу, если на окнах внутри защищаемого помещения установлены жалюзи, нецелесообразно, ввиду их низкой эффективности.

Литература

- Хорев А.А. Техническая защита информации: учеб. пособие для студентов вузов. В 3-х т. Т. 1. Технические каналы утечки информации. – М.: НПЦ «Аналитика», 2008 – 436 с.
- Лысов А.В. Оптические системы зондирования акустически возбужденных поверхностей (Лазерные системы акустической разведки). – СПб.: Медиапайр, 2020. – 512 с.
- Солнцезащитные пленки [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.solarblock.ru/> (дата обращения: 14.05.2021).
- Gergely Takács¹, Jakub Otčenáš², Ján Vachálek³, Boris Rohal'-Ilkiv⁴. Modal response-based technical countersurveillance measure against laser microphones // Journal of Vibroengineering. – Vol. 18, Issue 5, 2016, p. 3369-3382.
- Sen Taner. Reflection Properties of a Gaussian Laser Beam from Multilayer Dielectric Films // Master's

Thesis. Izmir Institute of Technology, Urla Izmir, Turkey 2009. [Электронный ресурс]. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/324140029.pdf> (дата обращения: 14.05.2021).

6. Золотарева К.Н. Организационные методы противодействия лазерным микрофонам. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.spoisu.ru/files/riib/riib_1_2015.pdf (дата обращения: 14.05.2021).

References

1. Khorev A.A. Tekhnicheskaya zashchita informatsii: ucheb. posobiye dlya studentov vuzov. V 3-kh t. T. 1. Tekhnicheskiye kanaly utechki informatsii. - M.: NPTS «Analitika», 2008 – 436 s.–1.

2. Lysov A.V. Opticheskiye sistemy zondirovaniya akusticheskoi vozbuzhdennykh poverkhnostey (Lazernyye sistemy akusticheskoy razvedki). – SPb.: Mediapapir, 2020. – 512 s.

3. Solntsezashchitnyye plenki [Elektronnyy resurs]. — URL: <https://www.solarblock.ru/> (data obrashcheniya: 14.05.2021).–1.

Gergely Takács¹, Jakub Otčenáš², Ján Vachálek³, Boris Rohal'-Ilkiv⁴. Modal response-based technical countersurveillance measure against laser microphones // Journal of Vibroengineering. – Vol. 18, Issue 5, 2016, p. 3369-3382.

Sen Taner. Reflection Properties of a Gaussian Laser Beam from Multilayer Dielectric Films // Master's Thesis. Izmir Institute of Technology, Urla Izmir, Turkey 2009. [Электронный ресурс]. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/324140029.pdf> (дата обращения: 14.05.2021).

6. Zolotareva K.N. Organizatsionnyye metody protivodeystviya lazernym mikrofonam. [Elektronnyy resurs]. – URL: http://www.spoisu.ru/files/riib/riib_1_2015.pdf (data obrashcheniya: 14.05.2021).

ХОРЕВ Анатолий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационная безопасность», Национальный исследовательский университет «МИЭТ». 124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1. Email: horev@mieee.ru

СУРОВЕНКОВ Дмитрий Борисович, аспирант кафедры «Информационная безопасность», Национальный исследовательский университет «МИЭТ». 124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1. Email: dimasurovenkov@yandex.ru

САВИН Андрей Дмитриевич, студент кафедры «Информационная безопасность», Национальный исследовательский университет «МИЭТ». 124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1. Email: ondreysavin@gmail.com

HOREV Anatoly, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department «Information security», National Research University of Electronic Technology (MIET), Id. 1, Shokin Square, Zelenograd, Moscow, Russia, 124498. Email: horev@mieee.ru

SUROVENKOV Dmitry, PhD student of the Department «Information Security», National Research University of Electronic Technology (MIET), Id. 1, Shokin Square, Zelenograd, Moscow, Russia, 124498. Email: dimasurovenkov@yandex.ru

SAVIN Andrey, student of the Department «Information Security», National Research University of Electronic Technology (MIET), Id. 1, Shokin Square, Zelenograd, Moscow, Russia, 124498. Email: ondreysavin@gmail.com