

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2018, №2, Том 10 / 2018, No 2, Vol 10 <https://esj.today/issue-2-2018.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/01ITVN218.pdf>

Статья поступила в редакцию 05.02.2018; опубликована 29.03.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Сиротский А.А. Исследование эффективности применения широкодоступных звукопреграждающих материалов для защиты речевой информации от перехвата по акустооптическому каналу // Вестник Евразийской науки, 2018 №2, <https://esj.today/PDF/01ITVN218.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Sirotskiy A.A. (2018). Research of the generally available sound blocking materials usage efficiency for speech information protection against interception via the optical-acoustic channel. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 2(10). Available at: <https://esj.today/PDF/01ITVN218.pdf> (in Russian)

УДК 004.056.53

ГРНТИ 81.93.29, 81.96

Сиротский Алексей Александрович

ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет», Москва, Россия

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: hotwater2009@yandex.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=525833

Исследование эффективности применения широкодоступных звукопреграждающих материалов для защиты речевой информации от перехвата по акустооптическому каналу

Аннотация. В статье рассматривается задача обеспечения малобюджетными средствами защищенности конфиденциальных переговоров на предприятиях малого бизнеса от перехвата речевой информации по акустооптическому каналу. Актуальность работы обуславливается тем, что в условиях конкуренции всё чаще обнаруживаются попытки перехвата коммерчески значимой речевой информации при отсутствии у владельца бизнеса достаточных знаний по технологиям защиты и средств на приобретение дорогостоящих систем защиты.

Проведены экспериментальные исследования поглощающих свойств широкодоступных звукопреграждающих материалов, которые могут быть использованы как средства защиты от перехвата речевой информации по акустооптическому каналу.

Экспериментальные исследования выполнены на специально созданном лабораторном стенде, имитирующем реальные физические процессы виброакустического преобразования информации, и представляющем собой разновидность лазерной измерительной системы.

Приведены результаты экспериментальных исследований защитных свойств типичных образцов звукопреграждающих материалов, в результате которых определены регистрируемые выходные амплитудные значения для набора тестовых сигналов из октавных полос частот.

Типичные показатели, характеризующие звукопреграждающие свойства материалов представлены в виде сравнительных диаграмм, позволяющих быстро и наглядно оценить и сопоставить их защитные свойства.

Установлена возможность использования рассмотренных материалов в качестве звукопреграждающих изоляционных препятствий для защиты информации от утечки по акустооптическому каналу при отсутствии специальных требований к объекту защиты.

Для частот до 1000 Гц наилучшими звукопоглощающими свойствами обладает фанера, наихудшими – покрывала. Для частот порядка 2000 Гц наилучшими звукопоглощающими свойствами обладает фанера, наихудшими – однослойное жалюзи. Для частот порядка 4000 Гц наилучшими звукопоглощающими свойствами обладает жалюзи в 2 слоя, наихудшими – покрывала. Не всегда препятствие большей толщины эффективнее, чем препятствие меньшей толщины.

Ключевые слова: информация; речь; перехват; лазер; защита; помещение; переговоры; бизнес; конфиденциальность; звук; стекло; преграда; эксперимент

Речевая информация представляет собой акустическую информацию, источником которой является человеческая речь. Добыча злоумышленниками такого рода информации осуществляется с важных переговоров и совещаний, проводимых на стороне конкурента. Речевая информация может передаваться по различным каналам через различные среды, например, по акустическому, виброакустическому, акустоэлектрическому, акустооптическому каналам [1, 2], что отражается на особенностях её защиты от перехвата [3].

Актуальность работы обуславливается тем, что в условиях конкуренции всё чаще обнаруживаются попытки перехвата коммерчески значимой речевой информации при отсутствии у владельца бизнеса достаточных знаний по технологиям защиты и средств на приобретение дорогостоящих систем защиты.

Одним из каналов утечки информации является акустооптический канал, который образуется при облучении лазерным лучом вибрирующих под действием акустического речевого сигнала поверхностей помещений, способных отражать лучи (оконные стёкла, зеркала и т. д.). Отражённый луч преобразуется по амплитуде и фазе, и затем считывается приёмником оптического излучения, при демодуляции которого отображаются происходящие в помещении события (рис. 1).

Оптический канал будет образовываться, когда стекло подвергнется облучению лучом лазерного устройства с внешней стороны, например, с улицы, из окна дома напротив, либо автомобиля. Находящийся в ИК-диапазоне луч лазера невидим тем, кто находится в помещении. Далее возникает акустооптическое преобразование, так как луч лазера отражается от поверхности стекла. Другими словами, происходит модуляция луча лазера акустическими сигналами от ведущих переговоры в помещении людей.

Фотодиод ведёт приём модулированного лазерного луча, преобразует его в электрический сигнал, усиливает, фильтрует, демодулирует и подает в устройства для прослушивания оператором или в звуковые преобразователи.

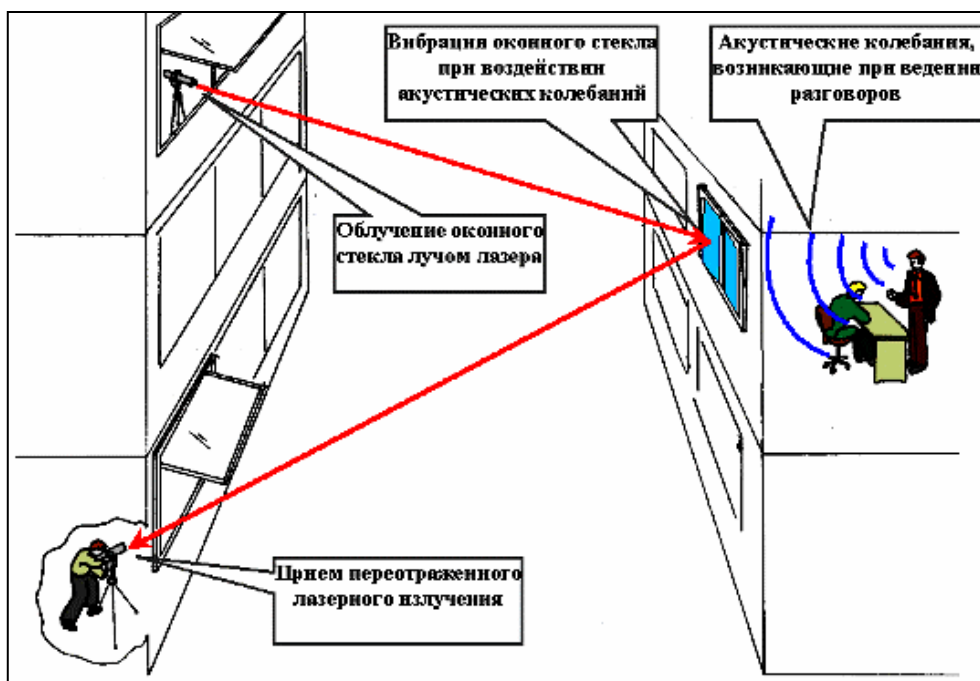


Рисунок 1. Перехват речевой информации по акустооптическому каналу (рисунок заимствован: Хорев А.А. Технические каналы утечки акустической (речевой) информации, [http://www.vrsystems.ru/stati/tehnicheskie_kanali_utechki_akusticheskoi_\(rechevoi\)_informacii-2.htm](http://www.vrsystems.ru/stati/tehnicheskie_kanali_utechki_akusticheskoi_(rechevoi)_informacii-2.htm))

Использование акустооптического канала перехвата речевой информации практикуется недобросовестными конкурентами ввиду доступности и относительной дешевизны технических средств и компонентов, из которых возможно создание аппаратуры дистанционного перехвата речевой информации с приемлемым качеством обнаружения и воссоздания информационного сигнала с небольших расстояний, при отсутствии в офисе коммерческой фирмы соответствующих средств предотвращения утечки речевой информации [4].

Обобщенная структурная схема акустооптического канала съема речевой информации показана на рис. 2. Нацеливание луча лазерного устройства на оконное стекло нужного помещения происходит с помощью телескопического визира, либо с помощью регулирования оптической скамьи, к которой прикреплено лазерное устройство. Регулировка угла расходимости выходного пучка света осуществляется при помощи оптической насадки (специальной линзы).

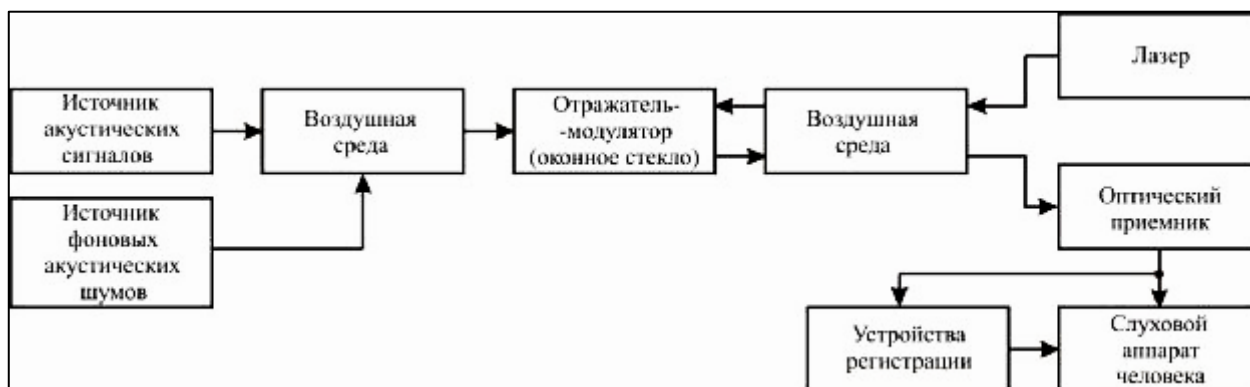


Рисунок 2. Структурная схема акустооптического канала (составлено/разработано автором)

Для целей малого бизнеса наибольшее значение приобретает выбор наиболее доступных и недорогих средств защиты информации от утечки (перехвата) по акустооптическому каналу, обеспечивающих приемлемое ослабление звуковых волн при прохождении ими тракта «источник звука внутри комнаты – оконное стекло». При этом будем исходить из условия, что собственник бизнеса не располагает достаточными финансовыми возможностями для применения профессиональных средств защиты и оплаты услуг соответствующих профильных компаний, а защищаемая информация содержит исключительно коммерческую тайну [5].

Все методы защиты речевой информации от перехвата по акустооптическому каналу можно условно разделить на три группы:

- применение звукопреграждающих материалов, ослабляющих звуковое давление на оконном стекле, создаваемое источником звука внутри помещения;
- размещение покрытий с внешней стороны оконного стекла, которые ухудшают характеристики оптического тракта специальной оптико-электронной аппаратуры злоумышленника;
- создание механических движений оконного стекла, нарушающих оптический ход луча аппаратуры съёма информации.

Второй подход не всегда реализуем, так как предполагает монтажные работы с наружной стороны помещений.

В последнем случае речь идёт либо о постоянном открывании и закрывании окон, либо о применении специальной аппаратуры виброакустического зашумления, что в целом или неэргономично, или затратно.

В данной работе проведена экспериментальная оценка эффективности применения различных широкодоступных звукопреграждающих материалов, ослабляющих звуковое давление на оконном стекле, создаваемое источником звука внутри помещения, причём эксперименты носили качественный характер, т. е. регистрировались не абсолютные, а относительные величины, характеризующие тот или иной материал. Структурная схема лабораторной экспериментальной установки представлена на рис. 3. Она позволяет имитировать физические процессы виброакустического преобразования информации и используется в учебном процессе [6, 7, 8, 9].

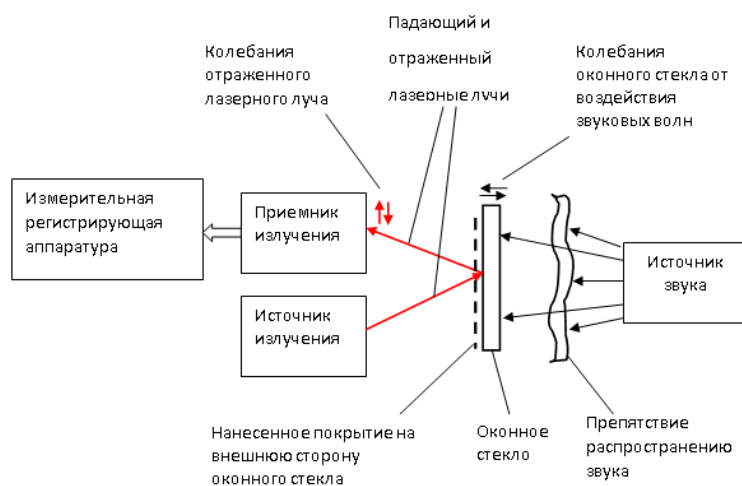


Рисунок 3. Структурная схема экспериментальной установки оценки эффективности применения звукоизоляционных материалов (составлено/разработано автором)

Цель настоящего эксперимента – оценка способности различных материалов, располагаемых внутри защищаемого помещения между источником звука и оконным стеклом, оказывать препятствие прохождению звука и ослаблять колебания оконного стекла.

Экспериментальная установка представляет собой разновидность позиционной лазерной измерительной системы [10] и содержит источник лазерного излучения (лазерный модуль), фотоприёмник лазерного излучения, закрепленное в специальной подставке оконное стекло, и расположенный за оконным стеклом на некотором от него расстоянии источник звуковых волн (динамическая головка). Регистрация сигналов фотоприёмника осуществлялась электронным осциллографом, усилителем низкочастотных (звуковых) сигналов и селективным нановольтметром. Лазерный модуль питался от стабилизированного источника постоянного напряжения. Для оценки уровня звукового давления, развиваемого источником звуковых волн у поверхности оконного стекла в заранее выбранных точках, был использован шумомер. Внешний вид экспериментальной установки показан на рис. 4.

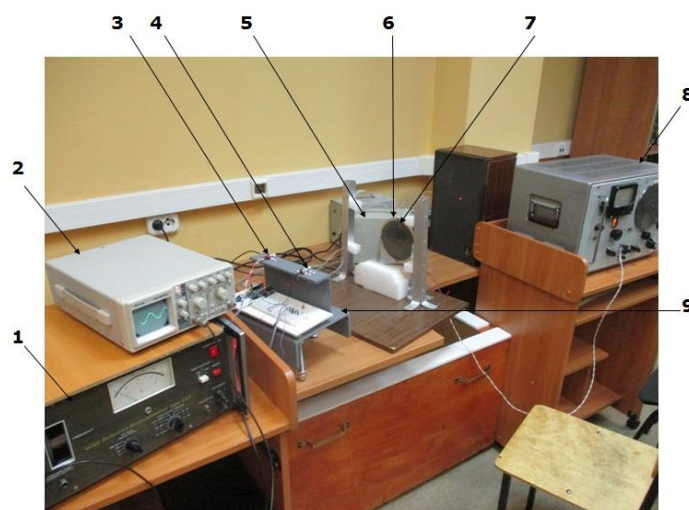


Рисунок 4. Фотография экспериментальной установки (составлено/разработано автором): 1 – селективный нановольтметр; 2 – электронный осциллограф; 3 – фотоприёмник; 4 – лазерный излучатель; 5 – оконное стекло; 6 – динамическая головка; 7 – проекция лазерного луча; 8 – генератор звуковых частот; 9 – станина

В соответствии с существующими нормативными документами в качестве тест-сигнала могут быть использованы гармонические (тональные) сигналы, соответствующие центральным (среднегеометрическим) частотам октавных полос. Наиболее информативными с точки зрения получения максимальных сигналов в эксперименте являются синусоидальные сигналы частот: 250 Гц, 500 Гц, 1000 Гц. Однако в эксперименте возможно использование сигналов и более высоких частот, например, 2000 и 4000 Гц.

Перечень исследуемых звукопреграждающих материалов приведен в табл. 1.

Таблица 1

Исследуемые звукопреграждающие материалы

№ п/п	Тип и вид материала	Обозначение
1	Покрывало 4 слоя	Образец 1
2	Покрывало 8 слоев	Образец 2
3	Пленка типа «файлик» (прозрачная)	Образец 3
4	Пленка типа «файлик» (матовая)	Образец 4
5	Фанера 10 мм	Образец 5
6	Фанера со звукоизолирующей плитой	Образец 6

№ п/п	Тип и вид материала	Обозначение
7	Жалюзи 1 слой	Образец 7
8	Жалюзи 2 слоя	Образец 8
9	Подкладка 2 слоя	Образец 9
10	Подкладка 4 слоя	Образец 10

Составлено/разработано автором

В табл. 2 показаны абсолютные значения полученных сигналов от оконного стекла толщиной 4,5 мм при отсутствии звукоизоляционных материалов.

Таблица 2

Результаты эксперимента со стеклом толщиной 4,5 мм без применения препятствий

f, Гц, 1-й резонанс	f, Гц, 2-й резонанс	f, Гц, 3-й резонанс	f, Гц, 4-й резонанс	f, Гц, 5-й резонанс
200	400	600	800	1000
99,9 Дб	108,1 Дб	112,4 Дб	115,6 Дб	117,3 Дб
Авх = 3В				
Авых, мВ				
5	3,5	4	5	4

Составлено/разработано автором

В табл. 3. показаны абсолютные значения зарегистрированных сигналов, полученные в ходе эксперимента по ослаблению звуковых волн различными образцами-препятствиями.

Таблица 3

Результаты ослабления звуковых волн различными препятствиями

№ образца	Описание образца-препятствия	f, Гц				
		250	500	1000	2000	4000
		Дб				
		97	105,9	109,9	115,4	126,4
		Авх, В				
		1,46	2,10	1,13	0,77	3,44
		Авых, мВ		Авых, мкВ		
-	Нет препятствия	1	1	300	300	50
1	Покрывало 4 слоя	0,38	0,68	220	120	36
2	Покрывало 8 слоев	0,26	0,52	90	85	28
3	Пленка типа «файлик» (прозрачная)	0,14	0,12	170	130 – 170	150-240
4	Пленка типа «файлик» (матовая)	0,2 – 0,35	0,22	135	40	135
5	Фанера	0,16	0,34	70	80	40
8	Фанера со звукоизолирующей плитой	0,24	0,46	170	40-60	32
6	Жалюзи 1 слой	0,4	0,8	260	130	35
7	Жалюзи 2 слоя	0,6 – 0,7	0,6	160	50-200	24
9	Подкладка 2 слоя	0,32	0,6	90	65	42
10	Подкладка 4 слоя	0,15	0,27	42	51	26

Составлено/разработано автором

В табл. 4 показаны относительные значения, полученные в результате расчетов на основе экспериментальных данных путём деления экспериментальных значений $U_{\text{вых}}$ с препятствием на $U_{\text{вых}}$ без препятствия.

Таблица 4

Результаты ослабления звуковых волн различными образцами-препятствиями для оконного стекла (относительные значения)

№ образца	Описание образца-препятствия	f, Гц				
		250	500	1000	2000	4000
		Дб				
		97	105,9	109,9	115,4	126,4
		Авх, В				
		1,46	2,10	1,13	0,77	3,44
		Авх, мВ		Авх, мкВ		
		1	1	1	1	1
-	Нет препятствия	1	1	1	1	1
1	Покрывало 4 слоя	0,38	0,68	0,73	0,4	0,72
2	Покрывало 8 слоев	0,26	0,52	0,3	0,28	0,56
3	Пленка типа «файлик» (прозрачная)	0,14	0,12	0,56	0,5	3,9
4	Пленка типа «файлик» (матовая)	0,27	0,22	0,45	0,13	2,7
5	Фанера	0,16	0,34	0,23	0,26	0,8
6	Фанера со звукоизолирующей плитой	0,24	0,46	0,56	0,17	0,64
7	Жалюзи 1 слой	0,4	0,8	0,86	0,43	0,7
8	Жалюзи 2 слоя	0,65	0,6	0,53	0,42	0,48
9	Подкладка 2 слоя	0,32	0,6	0,3	0,21	0,84
10	Подкладка 4 слоя	0,15	0,27	0,14	0,17	0,53

Составлено/разработано автором

На основе результатов измерений можно сопоставить эффективность ослабления звуковых волн различными образцами-препятствиями по амплитудам зарегистрированных выходных сигналов, нормированных к 1. Таким образом, при отсутствии ослабления величина амплитуды выходного сигнала принята за единицу. Наибольшей защитной способностью будет обладать материал, у которого нормированное значение выходной амплитуды будет наименьшим. Учитывая неоднородность поглощающих свойств материалов на различных частотах, были построены оценочные диаграммы по группам образцов, приведенные на рис. 5 – рис. 8.

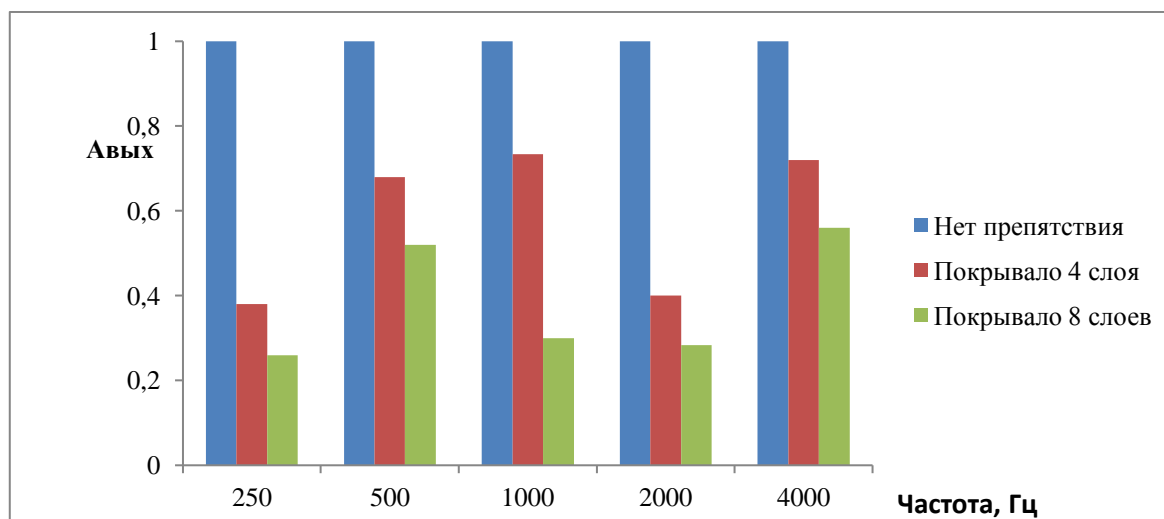


Рисунок 5. Диаграмма амплитудных значений сигнала после ослабления многослойными покрывалами (составлено/разработано автором)

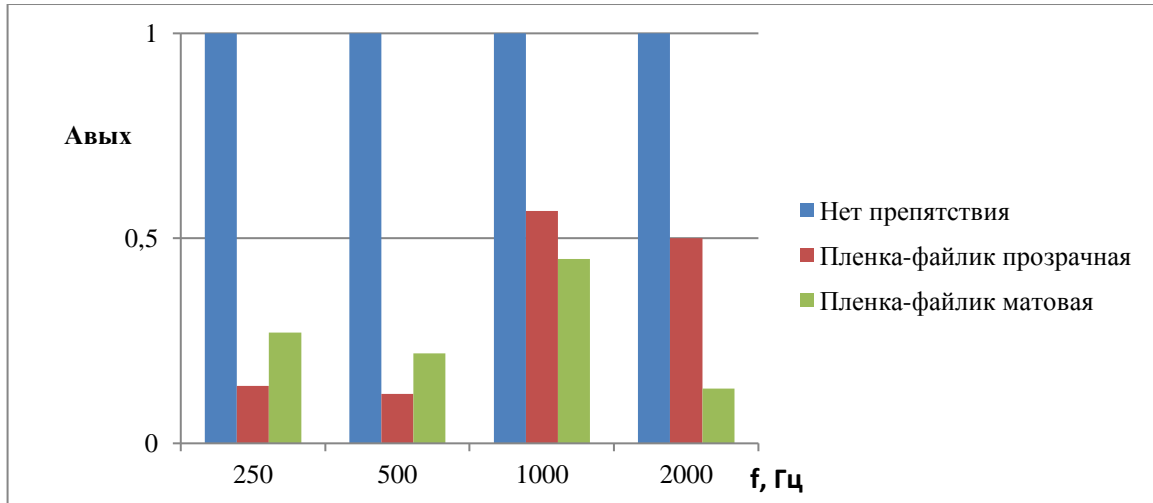


Рисунок 6. Диаграмма амплитудных значений сигнала после ослабления пленками типа «файлик» (составлено/разработано автором)

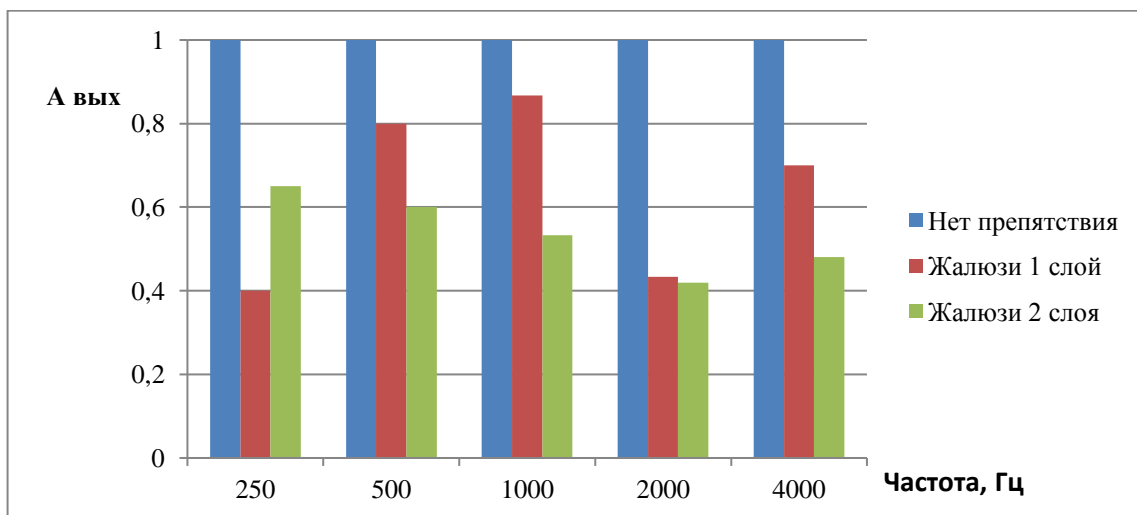


Рисунок 7. Диаграмма амплитудных значений сигнала после ослабления с помощью жалюзи (составлено/разработано автором)

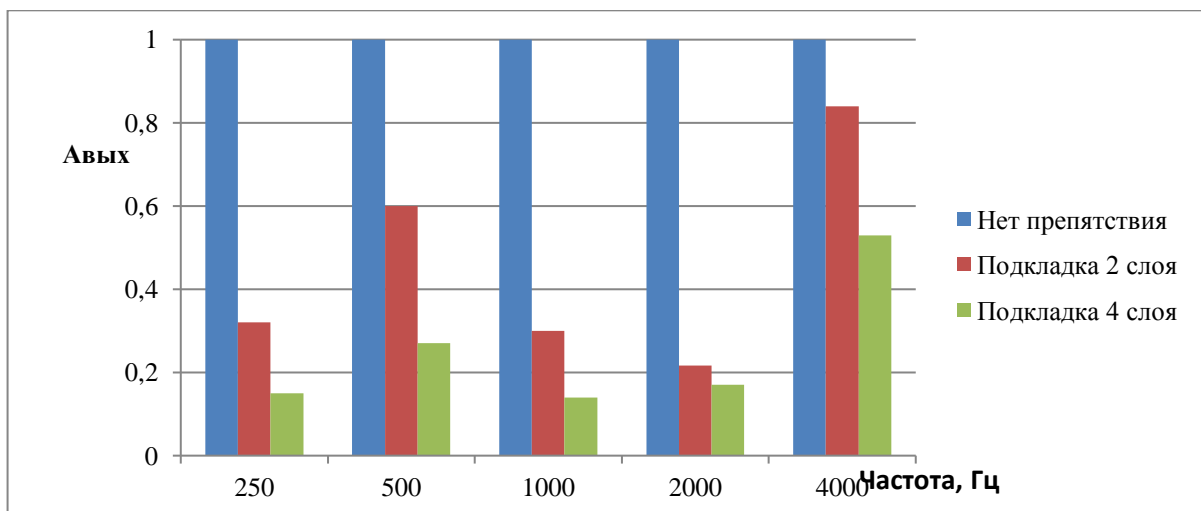


Рисунок 8. Диаграмма амплитудных значений сигнала после ослабления покрывалами (составлено/разработано автором)

Выводы

Различные широкодоступные звукопреграждающие материалы как средства защиты речевой информации от перехвата по акустооптическому каналу могут использоваться в практике обеспечения информационной безопасности при осуществлении конфиденциального переговорного процесса малыми предприятиями и индивидуальными предпринимателями, однако имеется неоднородность их поглощающих свойств в различных частотных областях.

Так, для частот до 1000 Гц наилучшими звукопоглощающими свойствами обладает фанера, наихудшими – покрывала. Для частот порядка 2000 Гц наилучшими звукопоглощающими свойствами обладает фанера, наихудшими – однослойное жалюзи. Для частот порядка 4000 Гц наилучшими звукопоглощающими свойствами обладает жалюзи в 2 слоя, наихудшими – покрывала. Не всегда препятствие большей толщины эффективнее, чем препятствие меньшей толщины.

При размещении с внешней стороны оконного стекла полупрозрачных пленок типа «файлик» было отмечено, что отраженный лазерный луч размывается и сигнал с фотоприемника может как уменьшиться, так и парадоксально увеличиться (до 3,5 раз). Причина указанного – засвечивание значительно большей площади фоточувствительной поверхности фотоприёмника и, как следствие, значительное увеличение выходного сигнала с него. Такая особенность была замечена для частоты 4000 Гц. Однако при этом также отмечалось сильное искажение формы тестового сигнала.

Таким образом, при отсутствии специальных требований к объекту защиты, рассмотренные звукопреграждающие материалы могут быть применены для защиты речевой информации от утечки по акустооптическому каналу в повседневной деятельности компаний малого бизнеса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сиротский А.А. Анализ влияния элементов внутреннего убранства офисных помещений на образование виброакустических каналов утечки речевой информации // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях. Сборник научных трудов 4-ой Международной научно-практической конференции. Курск, 2014. – С. 153-157.
2. Сиротский А.А. Физика виброакустических каналов утечки речевой информации в помещениях // Технологии техносферной безопасности, 2015. – № 3 (61). – С. 279-285.
3. Хорев А.А. Техническая защита информации. М.: Издательство НПЦ «Аналитика», 2008. – 435 с.
4. Хорев А.А. Технические каналы утечки акустической (речевой) информации // Специальная техника, 2009. – № 5. – С. 12-26.
5. Шупенко С.Б., Сиротский А.А. Средства комплексной системы защиты речевой и телекоммуникационной конфиденциальной информации в помещении // Сборник научных работ студентов и преподавателей факультета информационных технологий РГСУ. Российский государственный социальный университет, Москва, 2013. – С. 134-142.
6. Сиротский А.А. Некоторые особенности проведения занятий по дисциплине «физические основы защиты информации» // Современные проблемы информационной безопасности и программной инженерии. Сборник избранных статей научного семинара №1(5) кафедры информационной безопасности и программной инженерии 30 апреля 2013 г. Российский государственный социальный университет, Москва, 2013. – С. 8-9.
7. Сиротский А.А. Особенности преподавания дисциплины «физические основы защиты информации» // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. Материалы Одиннадцатой открытой Всероссийской конференции. ВГУ, Воронеж, 2013. – С. 280-282.
8. Баранова Е.К., Сиротский А.А. Особенности подготовки бакалавров по направлению «информационная безопасность» в широкопрофильном социальном университете // Информационное противодействие угрозам терроризма, 2015. Т. 2. – № 25. – С. 31-37.
9. Мальцев Н.В., Сиротский А.А. Применение унифицированных мобильных стендов для повышения эффективности образовательного процесса // Информационное противодействие угрозам терроризма, 2015. Т. 1. – № 25. – С. 255-260.
10. Сиротский А.А. Проектирование позиционных лазерных измерительных систем // Монография. Москва, Издательство «Спутник +», 2013. – 145 с.

Sirotskiy Alexey Alexandrovich

Russian state social university, Moscow, Russia

E-mail: hotwater2009@yandex.ru

Research of the generally available sound blocking materials usage efficiency for speech information protection against interception via the optical-acoustic channel

Abstract. In the article, the following task is considered: low budget security means of confidential negotiations in small businesses support from the voice information interception via the acousto-optic channel. The relevance of the article is evident as in the competitive conditions the attempts of commercially significant voice information interception are found even more often in case of the business owners lack of sufficient knowledge in protection technologies and funds for expensive systems of protection acquisition.

The pilot studies on the absorbing properties of the generally available sound blocking materials were conducted which can be used as security features against voice interception information via the acousto-optic channel.

The pilot studies are represented on specially created laboratory stand, imitating real physical vibrio acoustic possesses of information transformation, and representing a kind of a laser measuring system by itself.

Results of the pilot studies on protective properties of typical of the sound blocking materials samples. As a result the registered output amplitude values for a set of test signals from octave frequency bands defined are given.

The typical indices characterizing the sound blocking materials properties are presented in the form of the comparative charts which allows to evaluate and to compare quickly and visually their protective properties.

The possibility of the considered materials usage as the sound blocking isolation hindrances to information security from leak via the acousto-optic channel in the absence of special requirements to protection subject is set.

For frequencies up to 1000 Hz the best sound-absorbing properties plywood, the worst – covers has. For frequencies about 2000 Hz the best sound-absorbing properties plywood, the worst – single-layer possesses blinds. For frequencies about 4000 Hz the best sound-absorbing properties possesses blinds in 2 layers, the worst – covers. Not always the obstacle of bigger thickness is more effective, than an obstacle of smaller thickness.

Keywords: information; speech; interception; laser; protection; room; negotiations; business; confidentiality; sound; glass; barrier; experiment