

Учреждение Образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

УДК 004.056.5

**ПЕТРОВ**  
Сергей Николаевич

**КОМБИНИРОВАННЫЕ ПАНЕЛИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

по специальности 05.13.19 – Методы и системы защиты информации,  
информационная безопасность

Минск 2011

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Научный руководитель: **Лыньков Леонид Михайлович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой защиты информации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Официальные оппоненты: **Гейстер Сергей Романович**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник 3-го научно-исследовательского управления государственного учреждения «Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь»;  
**Гусинский Александр Владимирович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры метрологии и стандартизации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Оппонирующая организация: Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь».

Защита состоится «13» октября 2011 г. в 16.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.15.06 при учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, Минск, ул. П. Бровки, 6, корп. 1, ауд. 232, тел.: 293-89-89, e-mail: dissovet@bsuir.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Существующие технические средства защиты информации можно разделить на два класса: активные и пассивные. Средства активной защиты позволяют уменьшить соотношение сигнал/шум на границе контролируемой зоны за счет добавления к информационному сигналу шумового (сигнала помехи). Пассивные средства снижают соотношение сигнал/шум за счет ослабления уровня информационного сигнала. К пассивным способам блокирования акустического канала утечки информации относятся звукоизоляция, электромагнитного канала – экранирование.

На настоящий момент построение защищенных помещений происходит в несколько этапов, на первом из которых проводятся мероприятия по экранированию электромагнитных волн, а на втором – акустическая обработка. Такой подход имеет ряд недостатков. Во-первых, подобные конструкции могут иметь неприемлемо высокие массогабаритные характеристики. Во-вторых, при монтаже звукоизоляционных конструкций может быть нарушена целостность электромагнитного экрана.

Комбинированные интегральные защитные панели позволяют блокировать утечку информации одновременно по нескольким техническим каналам (акустическому и электромагнитному). Использование в качестве основы для подобных панелей пластиковых оболочек с водным наполнителем позволяет получить конструкции со сниженными массогабаритными характеристиками, которые можно использовать для защиты оптически прозрачных участков помещения. Использование в качестве основы листового стекломгнезита и битумной мастики с высоким содержанием углерода позволяет получить конструкции малой толщины (не более двадцати мм) с высокими значениями собственной звукоизоляции и экранирующими свойствами.

В диссертационной работе приведены основные результаты исследований акустических и электромагнитных свойств материалов, с целью создания эффективных конструкций экранов акустического и электромагнитного излучения в диапазонах от 120 до 8000 Гц (для акустического излучения) и от 0,4 до 142 ГГц (для электромагнитного излучения). Приведено описание созданной экспериментальной установки для измерения звукоизоляции плоских элементов конструкций электромагнитной защиты. Изучены свойства водосодержащих капиллярно-пористых, порошкообразных, твердотельных и оболочечных конструкций, предложены конструкции и технология изготовления многослойных комбинированных экранов электромагнитно-акустической защиты.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами**

Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники в рамках задания № 13 ГКПНИ «Национальная безопасность», Государственной комплексной программы научных исследований «Безопасность Республики Беларусь в информационной сфере». «Исследование особенностей и разработка алгоритмов функционирования и программно-технических средств для силовых ведомств с целью их использования в телекоммуникационных системах с общим и санкционированным доступом» (2006–2009 гг., ГБЦ 06-3106 № г.р. 200666846), «Разработка, изготовление и поставка интегрированных панелей для подавления электромагнитных и акустических волн» (2008, х/д 08-1198К), ОКР шифр «Рама-Б» (х/д 08-1122 № г.р. 20082979).

### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертационной работы является экспериментальное исследование новых конструкций комбинированных панелей на основе водосодержащих и порошковых материалов (в том числе оптически прозрачных) для систем защиты информации от утечки по акустическому и электромагнитному каналам.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Обосновать выбор оптически прозрачных сред и элементов конструкций комбинированных панелей электромагнитно-акустической защиты и исследовать их массогабаритные характеристики.

2. Обосновать выбор водосодержащих гибких элементов конструкций для их использования в системах комбинированной защиты помещений в электромагнитном и акустическом диапазонах.

3. Разработать экспресс-методику оценки звукоизоляции элементов интегральных панелей.

4. Исследовать влияние состава наполнителя на электромагнитные и акустические свойства водосодержащих прозрачных и гибких элементов комбинированных панелей для защиты информации.

5. Разработать рекомендации по использованию разработанных конструкций в качестве основы прозрачных оконных и дверных проемов, гибких элементов для систем информационной защиты.

В качестве объекта исследования выбраны конструкции комбинированных панелей электромагнитно-акустической защиты информации от утечки по техническим каналам. Предметом исследования являются характеристики ослабления и отражения электромагнитных и акустических волн комбинированными защитными панелями.

## **Положения, выносимые на защиту**

1. Совершенствование акустических характеристик панелей электромагнитно-акустической защиты путем заполнения водными растворами объемов, ограниченных оптически прозрачными средами из органических и неорганических материалов, что позволило обеспечить звукоизоляцию до 35 дБ в диапазоне частот 160 – 8000 Гц, при минимальном ослаблении электромагнитных волн 15 дБ и коэффициенте отражения минус 15 дБ в диапазоне частот 0,7 – 142 ГГц.

2. Установленные экспериментальные зависимости линейного повышения звукоизоляции новых конструкций оптически прозрачных панелей на основе сотового поликарбоната, разделенных оболочкой из поливинилхлорида, от изменения давления в оболочке из поливинилхлорида с 1 до 1,8 атм., что позволило повысить звукоизоляцию конструкции на величину 10 дБ в диапазоне частот 200 – 450 Гц.

3. Методика построения быстроразворачиваемых малогабаритных помещений, выполненных из защитных элементов на основе водосодержащих нетканых целлюлозных и машинно-вязаных трикотажных полотен, порошковых гибких элементов конструкций панелей электромагнитно-акустической защиты, характеризующихся ослаблением акустических волн до 10 дБ в частотном диапазоне 220 – 8000 Гц и ослаблением до 10 дБ электромагнитного излучения в диапазоне частот 20 – 1200 МГц.

### **Личный вклад соискателя**

Содержание диссертации отражает личный вклад автора. Он заключается в научном обосновании возможности использования твердотельных оптически прозрачных стеклопакетных конструкций с растворными наполнителями, а также комбинированных панелей с порошкообразными наполнителями в качестве элементов средств защиты информации от утечки по электромагнитному и акустическому каналам, подготовке и проведении всех экспериментов по исследованию их характеристик и свойств, разработке конструкций экранов для предотвращения утечки информации по указанным каналам.

Определение целей и задач исследований, интерпретация и обобщение полученных результатов проводились совместно с научным руководителем – д-м техн. наук Л. М. Лыньковым и д-м техн. наук Т. В. Борботько.

### **Апробация результатов диссертации**

Основные результаты, изложенные в диссертационной работе обсуждались на III, IV, V и VI Белорусско-российских научно-технических конференциях «Технические средства защиты информации» (Минск, Беларусь, 2005, 2006, 2007, 2008 гг.), III и IV Международных научных конференциях по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения

«МИЛЕКС-2007, 2009» (Минск, 2007, 2009 гг.), XI и XIV Международных научно-технических конференциях «Современные средства связи» (Беларусь, 2006, 2009 гг.), V Международной научно-технической конференции «Проблемы проектирования и производства радиоэлектронных средств» (Новополоцк, 2008 г.), VI Международной научно-технической конференции «Современные методы и технологии создания и обработки материалов» (Минск, 2009 г.), Международной научно-технической конференции, посвященной 45-летию МРТИ – БГУИР (Минск, 2009 г.), Международной научно-практической конференции «Метрология-2009» (Минск, 2009 г.), IX Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2009 года: экологические проблемы XXI века» (Минск, 2009 г.).

### **Опубликованность результатов диссертации**

По материалам диссертации опубликовано 29 работы, в том числе 1 монография, 1 статья в научно-практическом журнале, 7 статей в научных журналах, 7 статей в сборниках материалов научных конференций и 10 тезисов докладов. Получены 3 патента Республики Беларусь на полезные модели. Общее количество страниц опубликованных работ по теме диссертации составляет 12,5 авторского листа.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав с краткими выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений. В первой главе выполнен обзор технических каналов утечки информации, а также анализ существующих методов и средств защиты информации от утечки по акустическим и электромагнитным каналам. Рассмотрены материалы и конструкции для экранирования акустических и электромагнитных сигналов. Во второй главе приведено обоснование выбора стеклопакетных конструкций из оптически прозрачных материалов (органическое и неорганическое стекло, сотовый поликарбонат), многослойных конструкций на основе стекломгнезита и битумной мастики, а также влагосодержащих капиллярно-пористых полотен. Дано описание экспериментальной установки для определения звукоизоляции, а также методик исследования звукоизоляции и экранирующих свойств образцов. Третья глава содержит результаты исследования звукоизоляционных свойств водосодержащих и твердотельных элементов строительных конструкций. В четвертой главе содержатся результаты исследования электромагнитных свойств водосодержащих и твердотельных элементов строительных конструкций. Приведено описание разработанных устройств для защиты информации от утечки по акустическому и электромагнитному каналам. Даны рекомендации по практическому использованию исследованных конструкций. В приложениях представлены акты об использовании и внедрении результатов диссертационной работы в области информационной безопасности при испытании и опытно-промышленном внедрении интегральных панелей

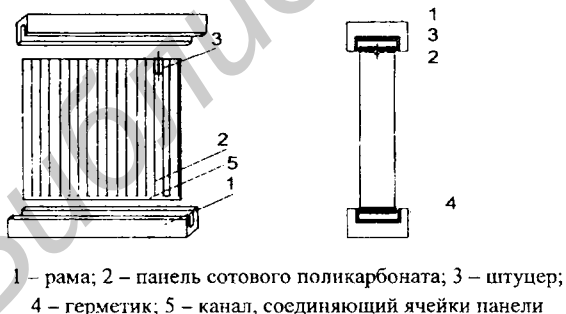
комплексной электромагнитно-акустической защиты, а также о внедрении результатов работы в учебный процесс учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Общий объем диссертационной работы составляет 152 страницы, из которых 36 страниц текста, 113 рисунков на 93 страницах, 15 таблиц на 5 страницах, приложение на 13 страницах, библиография из 146 источников на 14 страницах, включая список из 29 собственных публикаций автора на 4 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, определены основные направления исследований и показана необходимость проведения исследований для разработки новых технических средств защиты информации от утечки по акустическому и электромагнитному каналам на основе оптически прозрачных материалов, а также многослойных конструкций на основе стекломagneзитных плит и битумной мастики.

В **первой главе** приведен обзор технических каналов утечки информации, и дан анализ основных пассивных технических методов и средств защиты информации, направленных на снижение уровня информационного сигнала, распространяющегося в виде акустических колебаний и электромагнитных волн. Рассмотрены основные материалы и конструкции для экранирования радиочастотных и акустических сигналов. Рассмотрены способы построения интегрированных защищенных помещений. Показано, что наиболее распространенным является способ построения защищенного помещения в два этапа, при котором вначале производится обработка помещения радиоэкранирующими материалами, а затем – акустическая обработка. Показана необходимость разработки комбинированных панелей электромагнитно-акустической защиты.

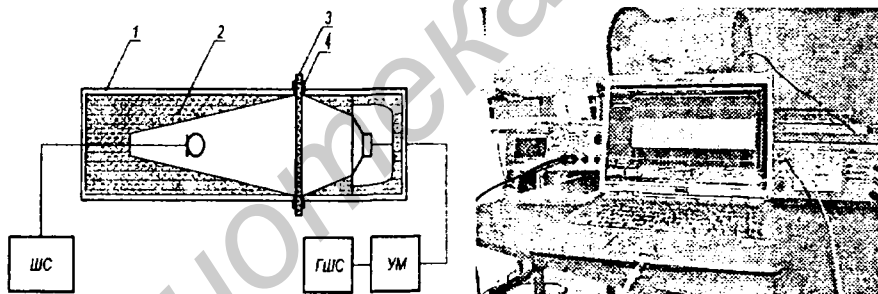


**Рисунок 1 – Панель на основе сотового поликарбоната**

Во **второй главе** изложено обоснование выбора в качестве объекта исследования оптически прозрачных конструкций со сниженной массой (сотовый поликарбонат). Предложены конструкции на основе сотового поликарбоната с водным наполнителем (рисунок 1). Описана технология их изготовления.

Предложены оптически непрозрачные комбинированные конструкции на основе водосодержащих капиллярно-пористых матриц, а также на основе листового стекломгнезита и графитосодержащей мастики.

Приведено описание разработанной экспериментальной установки (рисунок 2), предназначенной для измерения звукоизоляции плоских образцов. Установка изготовлена из двух металлических труб, размещенных на металлической станине, снабженной червячной передачей для фиксации образцов. В неподвижной относительно станины части трубы на резиновых нитях закреплен микрофон марки М-101 с микрофонным предусилителем ВПМ-101. В подвижной части трубы установлен динамик Pioneer TS-G1709, который воспроизводит сигнал «белого шума», сформированный с помощью программы Cool Edit Pro 2.0 и усиленный усилителем мощности LV-103. Измерения проводились в третьоктавных полосах частотного диапазона 160 – 8000 Гц, выбор которого обусловлен областью применения исследуемых конструкций (блокирование канала утечки речевой информации). Регистрация сигнала осуществлялась шумомером-спектроанализатором МАНОМ-4. Звукоизоляция образца  $R$  определялась как разность уровня звукового давления при прямом прохождении звука и уровня звукового давления при прохождении звука через исследуемый образец.



- 1 – металлическая труба; 2 – звукопоглощающий материал; 3 – исследуемый образец; 4 – прокладки из пористой резины; ШС – шумомер-спектроанализатор МАНОМ-4; ГШС – генератор шумовых сигналов; УМ – усилитель мощности

Рисунок 2 – Структурная схема и внешний вид измерительной установки

При большом количестве измерений  $n$  (100 измерений уровней звукового давления  $x_i$  в каждой третьоктавной полосе) для обработки полученных результатов использовались статистические критерии.

Влияние на результат грубых погрешностей исключили, используя критерий «трех сигм», согласно которому результат  $x$ , считается промахом (и должен быть исключен), если отклонение результата наблюдения от среднего арифметического значения  $V_i$  превышает величину  $3\sigma_x$  :

$$|V_i| > 3\sigma_x, \quad (1)$$



где  $V_i = x_i - \bar{x}$  – отклонение результата наблюдения от среднего арифметического значения;

$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$  – среднее арифметическое значение результатов наблюдения;

$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n}}$  – среднее квадратическое отклонение результата наблюдения.

С помощью критерия Пирсона  $\chi^2$  было установлено, что закон распределения носит нормальный характер.

Вычисление оценки истинного значения косвенно измеряемой величины  $\bar{y}$  происходит с использованием формулы

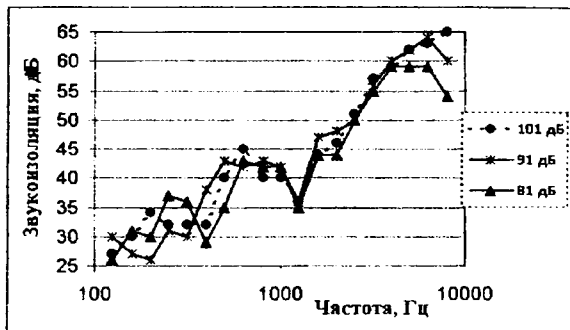
$$\bar{y} = \bar{x}_1 - \bar{x}_2, \quad (2)$$

где  $\bar{x}_1$  – среднее арифметическое значение звукового давления при прямом прохождении звука;

$\bar{x}_2$  – среднее арифметическое значение звукового давления при прохождении звука через образец.

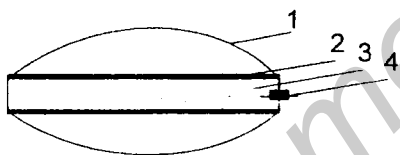
Исследовано влияние уровня звукового давления тестового сигнала на результат полученных частотных зависимостей звукоизоляции. Приведенные на рисунке 3 частотные зависимости звукоизоляции однокамерного стеклопакета были получены при уровнях тестового сигнала 80, 90 и 100 дБ. Показано, что наиболее точного результата можно добиться при использовании тестового сигнала с уровнем 100 дБ, при этом расхождения полученных результатов при уровнях 90 и 100 дБ начинаются только с частоты 7000 Гц. Таким образом, для получения корректных результатов на высоких частотах целесообразно проводить измерения при уровне тестового сигнала не менее 90 дБ.

Приведена методика исследования электромагнитных свойств образцов.



**Рисунок 3 – Частотная зависимость звукоизоляции однокамерного стеклопакета со стеклами 4 и 6 мм и камерой 10 мм, заполненной водой при разных уровнях тестового сигнала**

зависимости от давления, закачанного в нее воздуха, различной звукоизоляцией. На рисунке 5 показано, что с повышением давления воздуха внутри оболочки из ПВХ с 1 до 1,8 атм. ее звукоизоляция увеличилась на 10 дБ в диапазоне частот 200 – 450 Гц.



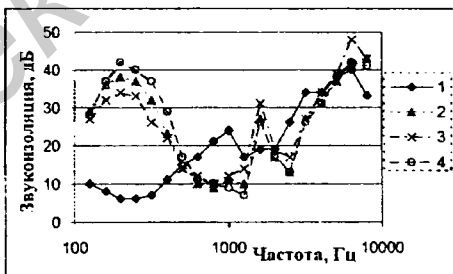
- 1 – упругая прозрачная пленка из ПВХ;
- 2 – прижимное кольцо со слоем клея на уретановой основе; 3 – обод;
- 4 – автомобильный ниппель

**Рисунок 4 – Схема разработанной конструкции на основе упругих прозрачных пленок 2 мм из поливинилхлорида**

Значение звукоизоляции конструкции из сотового поликарбоната при заполнении ее водой возросла на 10 – 15 дБ и составила от 30 дБ на средних и до 40 дБ на высоких частотах (рисунок 6).

Установлено, что звукоизоляция комбинированной стеклопакетной конструкции зависит от порядка расположения ее слоев по отношению к

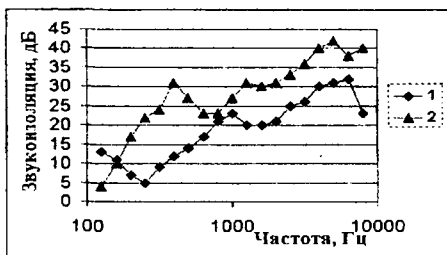
В третьей главе описаны разработанные звукоизоляционные конструкции панелей и определены значения их звукоизоляции. Установлено, что разработанная конструкция, состоящая из обода, выполненного из твердого материала, на который с двух сторон закреплены посредством клеевого соединения с прижимным кольцом упругие пленки из ПВХ толщиной 2 мм (рисунок 4), обладает в



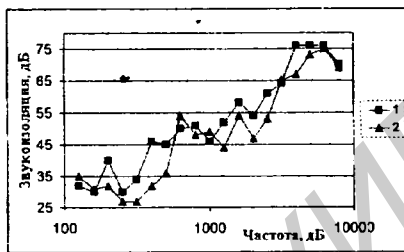
- 1 – 1 атм.; 2 – 1,2 атм.; 3 – 1,4 атм.;
- 4 – 1,8 атм.

**Рисунок 5 – Частотная зависимость звукоизоляции конструкции на основе упругих пленок из поливинилхлорида в зависимости от избыточного давления внутри нее**

распространению сигнала (выше в случае падения звука на камеру, заполненную воздухом, рисунок 7).



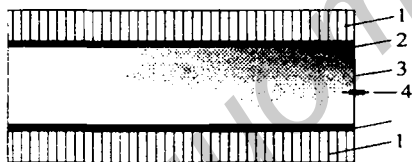
1 – заполнена воздухом; 2 – заполнена водой  
**Рисунок 6 – Частотная зависимость звукоизоляции конструкции из сотового поликарбоната толщиной 10 мм**



1 – двухкамерный стеклопакет (звук воздействует на камеру с воздухом);  
 2 – двухкамерный (звук воздействует на камеру с воздухом)

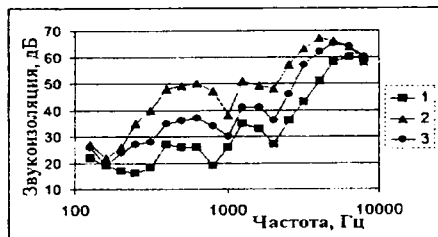
**Рисунок 7 – Зависимость звукоизоляции двухкамерного стеклопакета от ориентации камер к источнику звука**

Установлено, что легкая многослойная конструкция может обладать высоким уровнем звукоизоляции за счет отсутствия жестких звуковых мостиков между её слоями. Конструкция, состоящая из двух листов сотового поликарбоната, разделенных упругой оболочкой из упругого прозрачного ПВХ, в которую через штуцер закачивался воздух (рисунок 8), обладает звукоизоляцией от 30 до 65 дБ (рисунок 9).



1 – лист сотового поликарбоната; 2 – клей;  
 3 – оболочка из упругого прозрачного поливинилхлорида; 4 – штуцер

**Рисунок 8 – Схема разработанной звукоизолирующей конструкции на основе сотового поликарбоната 10 мм и оболочки из поливинилхлорида с закачанным в нее воздухом**

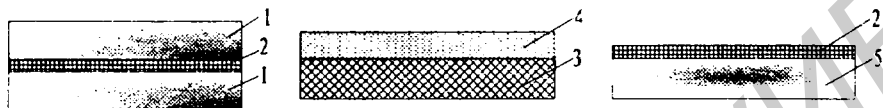


1 – оболочка из ПВХ; 2 – лист сотового поликарбоната (10 мм) - оболочка из ПВХ - лист сотового поликарбоната (5 мм);  
 3 – лист сотового поликарбоната (5 мм) - оболочка из ПВХ

**Рисунок 9 – Частотная зависимость звукоизоляции комбинированной панели из двух листов сотового поликарбоната, разделенных изолирующей оболочкой**

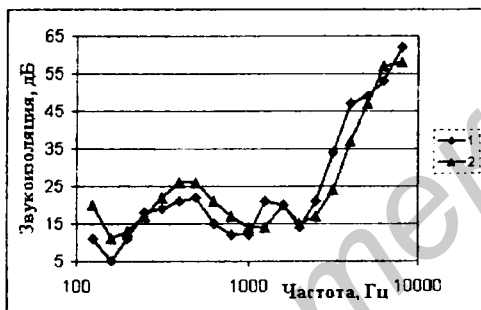
Исследованы звукоизоляционные свойства оптически непрозрачных конструкций в виде влагосодержащих капиллярно-волоконистых матриц

(рисунок 10), в качестве которых использовались полотна целлюлозы (гофрокартон толщиной 4 мм) и машинно-тканое трикотажное полотно толщиной 2 мм, а также порошкообразный шунгит толщиной 3 мм (рисунок 10). Полотна пропитывались водой или водными растворами NaCl и CaCl<sub>2</sub>. Для предотвращения испарения жидкости с их поверхности герметизировались полиэтиленовой пленкой.



1 – влагосодержащее трикотажное машинно-вязанное полотно; 2 – алюминиевая фольга; 3 – сухой гофрокартон 3 мм; 4 – влагосодержащий порошкообразный шунгит 3 мм; 5 – влагосодержащий гофрокартон 3 мм

**Рисунок 10 – Структура комбинированных влагосодержащих панелей на основе капиллярно-волоконистых и порошкообразных материалов**



1 – полотно из влагосодержащей целлюлозы 4 мм; 2 – панель из влагосодержащей целлюлозы 3 мм с алюминиевой фольгой

**Рисунок 11 – Частотная зависимость звукоизоляции конструкции на основе влагосодержащей целлюлозы**

а именно в качестве дополнительных слоев в конструкциях, обладающих достаточно высоким уровнем собственной звукоизоляции.

В четвертой главе представлены результаты исследования электромагнитных свойств водосодержащих и твердотельных элементов строительных конструкций, а также приведено описание разработанных устройств для защиты информации от утечки по акустическому и электромагнитному каналам.

Установлено, что панель из сотового поликарбоната толщиной 10 мм, заполненная 1%-м водным раствором NaCl, обладает коэффициентом передачи от 14 до 28 дБ и коэффициентом отражения до минус 3 дБ в диапазоне частот до 3 ГГц (рисунок 12).

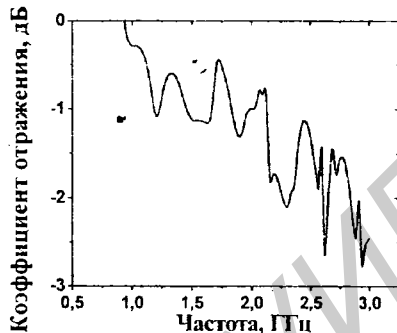
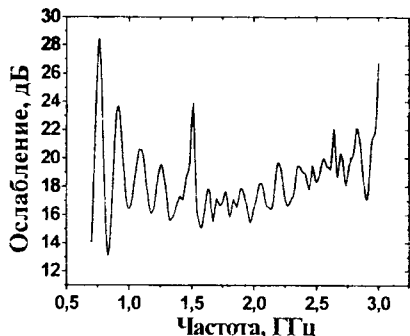
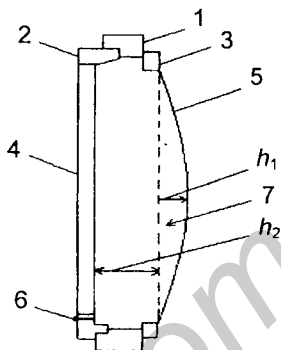


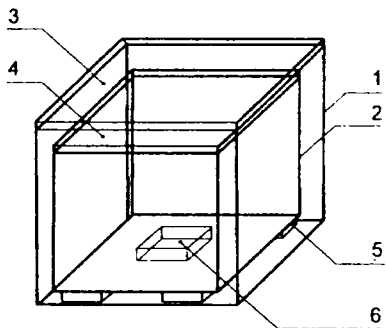
Рисунок 12 – Частотные зависимости экранирующих характеристик панели из сотового поликарбоната, заполненной водным 1 %-м раствором NaCl



- 1 – коробка; 2 – внутренний переплет;
- 3 – внешний переплет; 4 – стеклопакет;
- 5 – прозрачная упругая пленка; 6 – штуцер;
- 7 – полость между стеклопакетом и пленкой

Рисунок 13 – Схема звукоизолирующего окна

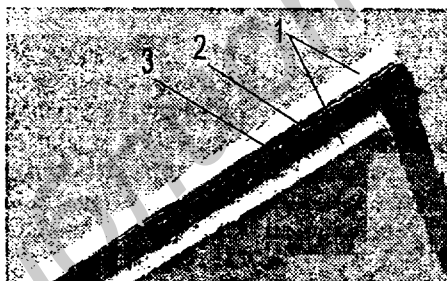
Разработанное звукоизолирующее окно может использоваться для защиты оптически прозрачных оконных проемов от утечки акустической информации (рисунок 13). Конструкция обеспечивает изоляцию воздушного шума на величину от 30 до 65 дБ в диапазоне частот 125 – 8000 Гц с возможностью изменять ослабление звука для определенных диапазонов частот. Звукоизолирующее окно содержит коробку, внутренний и внешний переплеты, стеклопакет, установленный на внутреннем переплете посредством упругих прокладок, заполненный оптически прозрачным водным раствором, прозрачную упругую пленку с высокими упругими свойствами, установленную на внешнем переплете. С помощью штуцера, установленного на нижнем внутреннем переплете, в полости между стеклопакетом и пленкой создается давление, при котором стрела прогиба пленки  $h_1$  составляет от 0,15 до 0,35 от расстояния между переплетами  $h_2$ .



- 1 – внешний корпус; 2 – внутренний корпус;  
 3, 4 – притертые крышки;  
 5 – виброизолирующие прокладки;  
 6 – виброизолирующая подставка под телефон

**Рисунок 14 – Конструкция  
 звуконепроницаемой камеры для  
 мобильных средств связи**

стенки имеют прорезиненную уплотняющую кромку, препятствующую прохождению акустического сигнала через возможные щели и неровности, появляющиеся на материале в процессе эксплуатации. Стыки между стенками каждого корпуса заполнены силиконовым термоклеем, обладающим высокой герметичностью и прозрачностью. Устройство позволяет ослабить уровень звукового сигнала на 14 дБ (500 Гц).



- 1 – лист стекломagnesита; 2 – лист алюминия;  
 3 – графитсодержащая битумная мастика

**Рисунок 15 – Внешний вид  
 комбинированной панели  
 акустической и электромагнитной  
 защиты**

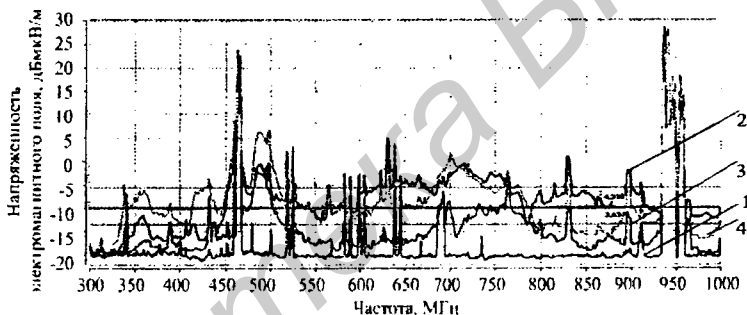
Разработанная панель комплексной электромагнитно-акустической защиты успешно прошла проверку на соответствие требованиям

Звуконепроницаемая камера для мобильных средств связи используется для предотвращения утечки речевой информации через мобильный телефон, негласно переведенный в режим дистанционного прослушивания, с целью акустического контроля помещения, в котором находится телефон. Камера содержит два виброузвязанных герметичных корпуса, изготовленных из органического стекла толщиной не менее 5 мм и представляет собой оптически прозрачную настольную подставку для телефона (рисунок 14). Для плотного контакта со стенками крышка корпуса должна быть притертой или вместе с ребрами

Комбинированная панель электромагнитно-акустической защиты предназначена для защиты информации от утечки по электромагнитному и акустическому каналам. Панель включает в себя два листа стекломagnesита толщиной 4 мм, слой битумной мастики толщиной 4 мм с содержанием углерода до 80 %, и слой алюминиевой фольги (рисунок 15). Панель обеспечивает ослабление электромагнитных волн не менее 25 дБ в диапазоне 0,009 – 120 ГГц, ослабление акустических волн не менее 20 дБ в диапазоне 160 – 8000 Гц.

по назначению, на соответствие требованиям по стойкости к внешним воздействиям, проверку на соответствие требованиям к сырью, материалам и комплекующим изделиям.

Для разработки методики построения замкнутых мобильных систем на основе водосодержащих волокнистых и жестких элементов для систем защиты информации от утечки по электромагнитному каналу изучено влияние на спектральную плотность энергии излучения персонального компьютера (как наиболее распространенного технического средства обработки информации) конструкций, построенных на основе вышеназванных элементов. Показано, что использование в защитных панелях различных водосодержащих наполнителей позволило эффективно снизить спектральную плотность энергии излучения персонального компьютера. Использование панелей на основе сотового поликарбоната позволило снизить спектральную плотность энергии с  $7,42024 \times 10^{-8} \text{ В}^2/\text{Гц}$  до  $116 \times 10^{-13} \text{ В}^2/\text{Гц}$  в диапазоне частот от 0,4 до 1,4 ГГц (рисунок 16).



1 – электромагнитный фон в помещении; 2 – электромагнитное излучение при включенном компьютере в отсутствие экранирующих материалов (боковая крышка открыта); 3 – электромагнитное излучение при включенном компьютере в отсутствие экранирующих материалов (боковая крышка закрыта); 4 – электромагнитное излучение компьютера, экранированного панелями сотового поликарбоната, заполненными водой

**Рисунок 16 – Спектральные характеристики электромагнитного излучения**

В приложении представлены акты о проведении испытаний и опытно-промышленном внедрении в НИЛ 5.3 НИЧ БГУИР интегральных панелей комплексной электромагнитно-акустической защиты, созданных при выполнении научно-исследовательских работ в рамках ОКР шифр «Рама-Б» и диссертационной работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. Предложены водосодержащие оптически прозрачные панели электромагнитно-акустической защиты из неорганических (силикатное стекло) и органических (силикатное стекло) материалов. Показано, что звукоизоляция стеклопакетных конструкций из неорганических материалов повышается на 7 – 15 дБ в диапазоне частот 220 – 450 Гц и снижается на 17 дБ в диапазоне 450 – 8000 Гц. Для конструкций из органических материалов характерно увеличение звукоизоляции на 5 – 15 дБ в диапазоне частот 125 – 2200 Гц и снижение звукоизоляции на 5 – 20 дБ в интервале частот 2200 – 8000 Гц, а в конструкциях на основе сотового поликарбоната наблюдается снижение звукоизоляции на 5 – 10 дБ в частотном диапазоне до 8000 Гц [1–А, 2–А, 3–А, 8–А, 10–А, 11–А, 12–А, 23–А, 24–А, 27–А].

2. Гибкие панели электромагнитно-акустической защиты толщиной до 5 мм на основе нетканых целлюлозных и машинно-вязаных трикотажных полотен, водосодержащих шунгитовых паст в пластиковой изоляции обладают звукоизоляцией 10 – 20 дБ на частотах до 2500 Гц. Показано, что для повышения их звукоизоляции на 5 – 15 дБ необходимо комбинировать их с жесткими материалами (например со стекломagnetитными листами) [1–А, 2–А, 5–А, 6–А, 16–А, 18–А, 20–А, 22–А, 25–А].

3. Предложены и исследованы звукоизолирующие элементы конструкций на основе оболочек из поливинилхлорида. Показано, что изменение давление воздуха внутри таких конструкций с 1 до 1,8 атм. приводит к увеличению звукоизоляции на 10 дБ в диапазоне частот 200 – 450 Гц. Предложена конструкция панелей из двух листов сотового поликарбоната разделенных оболочкой из поливинилхлорида с возможностью изменять давление внутри оболочки, что позволило улучшить звукоизоляционные свойства [1–А, 2–А, 3–А, 4–А, 22–А, 28–А].

4. Установлены характеристики экранов электромагнитного излучения в форме листового сотового поликарбоната с растворным водным наполнением. Показано, что при заполнении панели 1%-м солевым раствором NaCl ослабление ЭМИ составляет величину порядка 18 дБ в диапазоне частот 1 – 3 ГГц, коэффициент отражения при этом принимает значение до минус 3 дБ [1–А, 8–А].

5. Разработана методика построения замкнутых мобильных систем на основе водосодержащих целлюлозных, трикотажных, порошковых гибких и жестких (сотовый поликарбонат) элементов для систем защиты информации от утечки по электромагнитному каналу. Показано, что использование в защитных панелях различных водосодержащих наполнителей позволило снизить спектральную плотность энергии излучения персонального компьютера с  $7,42024 \times 10^{-8} \text{ В}^2/\text{Гц}$  до  $116 \times 10^{-13} \text{ В}^2/\text{Гц}$  при использовании панелей на основе сотового поликарбоната и до  $6,92975 \times 10^{-7} \text{ В}^2/\text{Гц}$



при использовании водосодержащих трикотажных полотен в частотном диапазоне от 0,4 до 1,4 ГГц [1–А, 5–А, 8–А].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

1. В акустическом диапазоне для испытаний звукоизолирующих свойств разработана экспериментальная установка и экспресс-методика с определением разности уровней звукового давления при прохождении звука через исследуемый образец в диапазоне частот 160 – 8000 кГц. Фиксацию образцов впервые проводили с использованием червячной механической системы. Погрешность измерительной установки составила от 1 % (на низких частотах) до 2,5 % (на высоких) [1–А, 2–А, 3–А, 7–А, 9–А, 13–А, 19–А].

2. Предложена конструкция звуконепроницаемой камеры в форме совокупности двух виброразвязанных герметичных корпусов, изготовленных из оптически прозрачного органического стекла. Показано, что при толщинах боковых стенок не менее 5 мм ослабление звука составляет величину порядка 14 дБ [1–А, 11–А, 12–А, 23–А, 29–А].

3. Разработана конструкция и технология производства и сборки многослойных панелей электромагнитно-акустической защиты из листов стекломгнезита со слоем углеродосодержащей битумной мастики и алюминиевой фольги. Показано, что панели обеспечивают ослабление электромагнитных волн на величину не менее 25 дБ в диапазоне 0,009 – 120 ГГц, а также ослабление акустических волн не менее 20 дБ в диапазоне 160 – 8000 Гц. Разработанные панели прошли ряд испытаний, технической документации была присвоена литера «О» [1–А, 6–А, 14–А, 16–А].

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ**

### *Монографии*

1–А. Активные и пассивные методы и средства защиты информации от утечки по техническим каналам : моногр. / М.О. Аль-Хатми, О.Б. Зельманский, Л.М. Лыньков, С.Н. Петров ; под ред. Л.М. Лынькова. – Минск : Бестпринт, 2011. – 275 с.

### *Статьи в научных журналах*

2–А. Давыдов, Г.В. Исследование звукопоглощающих и электромагнитных свойств слоистых материалов для систем интегральной защиты / Г.В. Давыдов, Л.М. Лыньков, С.Н. Петров // Доклады БГУИР. – 2006. – № 6. – С. 68–74.

3–А. Давыдов, Г.В. Звукоизолирующие свойства оптически прозрачных элементов конструкций для устройств защиты речевой информации / Давыдов Г.В., Лыньков Л.М., Петров С.Н. // Доклады БГУИР. – 2007. – № 6. – С. 32–38.

4–А. Звукоизолирующие свойства оптически прозрачных элементов конструкций для систем защиты речевой информации / С.Н. Петров, А.М. Прудник, Г.В. Давыдов, Л.М. Лыньков // Доклады БГУИР. – 2008. – № 2. – С. 54–58.

5–А. Экраны электромагнитного излучения на основе капиллярно-пористых материалов / А.А. Казека, С.Н. Петров, А.С. Фархат, А.М. Прудник // Доклады БГУИР. – 2009. – Т. 7, № 2. – С. 34–38.

6–А. Колбун, Н.В. Электромагнитные и акустические характеристики многослойных материалов для систем интегральной защиты / Н.В. Колбун, С.Н. Петров, А.М. Прудник // Доклады БГУИР. – 2009. – № 3 (41). – С. 79–85.

7–А. Методика оценки снижения разборчивости речи конструкциями для средств защиты информации / О.Б. Зельманский, И.П. Худoley, А.М. Прудник, С.Н. Петров, Л.М. Лыньков // Вестник военной академии Республики Беларусь. – 2010. – №2 (27). – С. 153–158.

8–А. Петров, С.Н. Конструкции оптически прозрачных экранов электромагнитного излучения для оконных проемов / С.Н. Петров, А.А. Казека, А.М. Прудник // Доклады БГУИР. – 2010. – № 8 (54). – С. 78–84.

#### *Статьи в научно-практических журналах*

9–А. Прудник, А.М. Экспресс-методика оценки звукоизолирующих свойств конструкций для средств защиты информации / А.М. Прудник, С.Н. Петров, Л.М. Лыньков // Управление защитой информации. – 2009. – Т. 13, № 1. – С. 67–70.

#### *Статьи в сборниках и материалах конференций*

10–А. Лыньков, Л.М. Акустические и микроволновые средства для новых систем вооружений / Л.М. Лыньков, Т.В. Борботько, С.С. Кузнецов, А.В. Хижняк, С.Н. Петров // Технические средства защиты информации: материалы докл. и кратк. сообщ. IV Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 29 мая – 2 июня 2006 г. / БГУИР ; редкол.: М.П. Батура [и др.]. Минск, 2006. – С. 90–94.

11–А. Лыньков, Л.М. Облегченные интегрированные панели для помещений повышенной защищенности / Л.М. Лыньков, С.Н. Петров // Проблемы проектирования и производства радиоэлектронных средств: материалы V Междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 29–30 мая 2008 г. / ПГУ ; редкол.: А.П. Достанко [и др.]. Новополоцк, 2008. – Т. 2. – С. 144–146.

12–А. Петров, С.Н. Использование прозрачных пластиков в качестве материала базового модуля кабины для конфиденциальных переговоров / С.Н. Петров // Современная радиоэлектроника: научные исследования и подготовка кадров: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23–24 апр. 2008 г. / МГВРК ; редкол.: Н.А. Цырельчук [и др.]. – Минск, 2008. – Ч. 1. – С. 111–112.

13–А. Петров, С.Н. Методика измерения акустических характеристик звукоизолирующих материалов / С.Н. Петров, А.М. Прудник, Л.М. Лыньков // Доклады Междунар. науч.-практ. конф. «Метрология–2009». – Минск, 14–15 апр. 2009 г. / БелГИМ ; редкол.: В.Н. Корешков [и др.]. – Минск, 2009. – С. 312–315.

14–А. Петров, С.Н. Обеспечение требований акустической экологии с помощью комбинированных панелей электромагнитно-акустической защиты / С.Н. Петров, А.М. Прудник, Л.М. Лыньков // Сахаровские чтения 2009 года: экологические проблемы XXI в.: материалы 9-й Междунар. науч. конф., – Минск, 21–22 мая 2009 г. / МГЭУ им. А.Д. Сахарова ; редкол.: С.П. Кундас [и др.]. – Минск, 2009. – С. 103–104.

15–А. Зельманский, О.Б. Перспективность исследования материалов на способность снижать разборчивость проходящей через них речи / О.Б. Зельманский, С.Н. Петров // Современные средства связи : материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 29 сент.–1 окт. 2009 г. / ВГКС ; редкол.: М.А. Баркун [и др.]. – Минск, 2009. – С. 176.

16–А. Колбун, Н.В. Композиционные материалы для электромагнитного и акустического экранирования / Н.В. Колбун, Т.А. Пулко, С.Н. Петров, А.М. Прудник, Л.М. Лыньков // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: сб. материалов VI Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19–21 окт. 2009 г. / ФТИ НАН Беларуси ; редкол.: С.А. Астапчик [и др.]. – Минск, 2009. – Кн. 1. – С. 179–184.

#### *Тезисы докладов на научных конференциях*

17–А. Лыньков, Л.М. Методы и средства защиты от психотронных воздействий / Л.М. Лыньков, Т.В. Борботько, С.Н. Петров // Технические средства защиты информации: материалы докл. и кратк. сообщ. III Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск–Нарочь, 23 – 27 мая 2005 г. / БГУИР ; редкол.: Л.М. Лыньков [и др.]. – Минск, 2005. – С. 24.

18–А. Прудник, А.М. Комбинированные гибкие панели для биологической защиты организма от электромагнитных и акустических воздействий / А.М. Прудник, Н.Е. Алехина, С.Н. Петров, Ю.В. Смирнов, Г.А. Власова // Технические средства защиты информации: Материалы докл. и кратк. сообщ. III Белорусско-российской научно-технической конференции, Минск–Нарочь, 23 – 27 мая 2005 г. / БГУИР ; редкол.: Л.М. Лыньков [и др.]. – Минск, 2005. – С. 31.

19–А. Давыдов, Г.В. Установка для исследования звукоизоляционных свойств конструкций интегральных защитных панелей / Г.В. Давыдов, С.Н. Петров // Современные средства связи: Материалы XI Междунар. науч.-техн. конф., Минск–Нарочь, 25–29 сент. 2006 г. / ВГКС ; редкол.: М.А. Баркун [и др.]. – Минск, 2006. – С. 78.

20–А. Лыньков, Л.М. Порошкообразные влагосодержащие материалы для интегрированных защитных панелей / Л.М. Лыньков, С.Н. Петров, Цицзон Сью // Технические средства защиты информации: сб. тез. докл. 3-й

Междунар. науч. конф. по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения, Минск, 23–24 мая 2007 г. / БелИСА ; редкол.: В.Е. Кратенок [и др.]. – Минск, 2007. – С. 62–65.

21–А. Петров, С.Н. Моделирование звукоизолирующих свойств оболочечных конструкций / С.Н. Петров // Технические средства защиты информации: Материалы докл. и кратк. сообщ. V Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 28 мая – 1 июня 2007 г. / БГУИР ; редкол.: Л.М. Лыньков [и др.]. – Минск, 2007. – С. 25.

22–А. Петров, С.Н. Исследование звукоизолирующих свойств экранов электромагнитного излучения / С.Н. Петров // Актуальные вопросы испытаний стандартизации и сертификации вооружения и военной техники: сб. тез. докл. науч.-техн. сем., Минск, 13 нояб. 2007 г. / УО ВАРБ. – Минск, 2007. – С. 26–28.

23–А. Петров, С.Н. Звукопоглощающие конструкции для создания оптически прозрачных модульных переговорных кабин / С.Н. Петров // Технические средства защиты информации: Материалы докл. и кратк. сообщ. VI Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 21–22 мая 2008 г. / БГУИР ; редкол.: Л.М. Лыньков [и др.]. – Минск, 2008. – С. 13.

24–А. Колбун, Н.В. Характеристики светопропускания водосодержащих экранов ЭМИ на основе органического и неорганического стекла / Н.В. Колбун, В.В. Аксенов, С.Н. Петров, А.М. Прудник // Международная научно-техническая конференция, посвященная 45-летию МРТИ–БГУИР: тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19 марта 2009 г. / БГУИР ; редкол.: М.П. Батура [и др.]. – Минск, 2009. – С. 155 – 156.

25–А. Прудник, А.М. Применение комбинированных панелей электромагнитно-акустической защиты / А.М. Прудник, Н.В. Колбун, Х.М. Альлябад, С.Н. Петров // Международная научно-техническая конференция, посвященная 45-летию МРТИ–БГУИР: тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19 марта 2009 г. / БГУИР ; редкол.: М.П. Батура [и др.]. – Минск, 2009. – С. 193–194.

26–А. Прудник, А.М. Средства комплексной защиты помещений специального назначения от утечки информации / А.М. Прудник, С.Н. Петров, Л.М. Лыньков // Тезисы докл. 4-й Междунар. науч. конф. по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения, Минск, 20–21 мая 2009 г. / БелИСА ; редкол.: В.Е. Кратенок [и др.]. – Минск, 2009. – С. 277–278.

### *Патенты*

27–А. Интегрированная защитная панель : пат. 3904 Респ. Беларусь, МПК7 H 01 Q17/00 / Л.М. Лыньков, Т.В. Борбогько, С.Н. Петров ; заявитель УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники». – № u 20070115 ; заявл. 15.02.2007 ; опубл. 04.07.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 7. – С. 186.

28–А. Звукоизолирующее окно : пат. 4680 Респ. Беларусь, МПК7 7E 06 B5/20, G 10 K 11/16 / Л.М. Лыньков, Г.В. Давыдов, С.Н. Петров ; заявитель УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники». – № u 20080163 ; заявл. 27.02.2008 ; опубл. 30.10.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 11. – С. 153.

29–А. Звуконепроницаемая камера для мобильных средств связи: пат. 6910 Респ. Беларусь, МПК (2009) H 04 M1/68 / О.Б. Зельманский, Л.М. Лыньков, Н.В. Насонова, С.Н. Петров ; заявитель УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники». – № u 20100312 ; заявл. 25.03.2010 ; опубл. 01.10.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 10. – С. 206.

*С.А.А.*

**РЭЗІЮМЭ**  
Пятроў Сяргей Мікалаевіч

**Камбінаваныя панэлі для тэхнічных сродкаў электрамагнітна-акустычнай абароны інфармацыі**

**Ключавыя словы:** абарона інфармацыі, тэхнічныя каналы ўцечкі інфармацыі, гукаізаляцыя, экранаванне электрамагнітнага выпраменьвання, шматслойныя экраны, аптычна празрыстыя экраны электрамагнітнага выпраменьвання.

**Мэта працы:** эксперыментальнае даследаванне новых канструкцый камбінаваных панэляў на аснове водаўтрымліваючых і парашковых матэрыялаў (у тым ліку аптычна празрыстых) для сістэм абароны інфармацыі ад уцечкі па акустычнаму і электрамагнітнаму каналах.

**Метады даследавання і апаратура:** характарыстыкі паслаблення і каэфіцыента адлюстравання ЭМВ даследаваліся ў ЗВЧ-дыяпазоне з выкарыстаннем аналізатараў электрычных ланцугоў і антэна-вымяральнага комплексу. Даследаванні гукаізаляцыйных уласцівасцяў праводзіліся на сканструяванай эксперыментальнай ўсталёўцы. Атрыманыя вынікі апрацоўваліся з выкарыстаннем статыстычных крытэраў.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** прапанаваны канструкцыі і даследаваны ўласцівасці водаўтрымліваючых аптычна празрыстых і цвёрдацельных шматслойных панэляў электрамагнітна-акустычнай абароны, а таксама абалонкавых гукаізаляючых канструкцый. Устаноўлена, што пры запаўненні аптычна празрыстых стеклопакетных канструкцый воднымі растворамі соляў назіраецца павышэнне гукаізаляцыі на 7 – 15 дБ у дыяпазоне частот да 1000 Гц і зніжэнне на велічыню да 17 дБ у дыяпазоне ад 1000 да 8000 Гц. Гукаізаляючыя ўласцівасці абалонкавых канструкцый з ПВХ залежаць ад ціску паветра ўнутры іх, так змяненне ціску з 1 да 1,8 атм. прыводзіць да павелічэння гукаізаляцыі на 10 дБ у дыяпазоне частот 200 – 450 Гц. Канструкцыі на аснове полікарбаната з ячэйстай структурай, запоўненыя 1 %-м раствором NaCl саслабляюць ЭМВ на 18 дБ і валодаюць каэфіцыентам адлюстравання да мінус 3 дБ у дыяпазоне частот 0,4 – 3 ГГц.

**Ступень выкарыстання:** вынікі дысертацыйнай працы выкарыстаны ў сферы інфармацыйнай бяспекі пры распрацоўцы інтэгральных панэляў комплекснай электрамагнітна-акустычнай абароны ў НДЛ 5.3 НДЧ БДУР

**Вобласць ужывання:** інфармацыйная бяспека, радыё- і акустычная экалогія.

## РЕЗЮМЕ

Петров Сергей Николаевич

### Комбинированные панели для технических средств электромагнитно-акустической защиты информации

**Ключевые слова:** защита информации, технические каналы утечки информации, звукоизоляция, экранирование электромагнитного излучения, многослойные экраны, оптически прозрачные экраны электромагнитного поля.

**Цель работы:** экспериментальное исследование новых конструкций комбинированных панелей на основе водосодержащих и порошковых материалов (в том числе оптически прозрачных) для систем защиты информации от утечки по акустическому и электромагнитному каналам.

**Методы исследования и оборудование:** характеристики ослабления и коэффициента отражения ЭМИ исследовались в СВЧ-диапазоне с использованием анализаторов электрических цепей и антенно-измерительного комплекса. Исследования звукоизоляционных свойств проводились на сконструированной экспериментальной установке. Полученные результаты обрабатывались с использованием статистических критериев.

**Полученные результаты и их новизна:** предложены конструкции и исследованы свойства водосодержащих оптически прозрачных и твердотельных многослойных панелей электромагнитно-акустической защиты, а также оболочечных звукоизолирующих конструкций. Установлено, что при заполнении оптически прозрачных стеклопакетных конструкций водными растворами солей наблюдается повышение звукоизоляции на 7 – 15 дБ в диапазоне частот до 1000 Гц и снижение на величину до 17 дБ в диапазоне от 1000 до 8000 Гц. Звукоизолирующие свойства оболочечных конструкций из ПВХ зависят от давления воздуха внутри них, так изменение давления с 1 до 1,8 атм. приводит к увеличению звукоизоляции на 10 дБ в диапазоне частот 200 – 450 Гц. Конструкции на основе поликарбоната с ячеистой структурой, заполненные 1 %-м раствором NaCl ослабляют ЭМИ на 18 дБ и обладают коэффициентом отражения до минус 3 дБ в диапазоне частот 0,4 – 3 ГГц.

**Степень использования:** результаты диссертационной работы использованы в сфере информационной безопасности при разработке интегральных панелей комплексной электромагнитно-акустической защиты в НИЛ 5.3 НИЦ БГУИР.

**Область применения:** информационная безопасность, радио- и акустическая экология.

## SUMMARY

Petrov Sergei Nikolaevich

### **Integral panels for technical facilities of electromagnetic and acoustic information protection**

**Keywords:** information protection, technical channels of information leakage, sound insulation, electromagnetic radiation shielding, multilayered shields, optically transparent electromagnetic radiation shields.

**Aim of work:** studying properties of new combined panel constructions based on water-containing and powdered materials (including optically transparent) for information leakage protection system by electromagnetic and acoustic channels.

**Investigation methods and equipment:** transfer and echoing characteristics of electromagnetic radiation were studied using network analyzers and antenna measurement systems in microwave range. Acoustical properties investigation was implemented using designed experimental apparatus. Obtained results were analyzed by statistical criteria.

**Obtained results and their novelty:** constructions of the water-containing optically transparent, solid-state multilayered both electromagnetic and acoustic protection panels, sound-insulating shell-type constructions and their properties were investigated. It is shown that the filling optically transparent double-glazing constructions by water-based salt solutions increase their sound insulating properties from 7 to 15 dB in the frequency range to 1000 Hz and decreased their sound insulating properties to 17 dB in the frequency range from 1000 to 8000 Hz. Sound insulating properties of PVC shell-type constructions depend on air pressure inside them. The alteration of air pressure from 1 to 1,8 atm. increase sound insulating properties to 10 dB in the frequency range from 200 to 450 Hz. Polycarbonate-based cellular-structure constructions with 1 % NaCl solution decrease electromagnetic radiation to 18 dB and have coefficient of reflection to (-3) dB in the frequency range from 0,4 to 3 GHz.

**Extent of usage:** results of dissertation were applied in Information security sphere in developing of integral panels to both electromagnetic and acoustic protection of information in R&D Lab. 5.3, research and development department of BSUIR.

**Field of application:** information security, radioecology, acoustical comfort.



Научное издание

Петров  
Сергей Николаевич

**КОМБИНИРОВАННЫЕ ПАНЕЛИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ  
СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКОЙ  
ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

специальность

05.13.19 – Методы и системы защиты информации, информационная  
безопасность

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

---

Подписано в печать <b>07.09.2011</b>	Формат 60x84 <sup>1</sup> / <sub>16</sub> .	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Печать ризографическая.	Усл. Печ. л. <b>1,63</b>
Уч. изд. л. <b>1,4</b>	Тираж 60 экз.	Заказ <b>595</b> .

---

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП. №02330/0494175 от 03.04.2009.  
220013, Минск, П. Бровки, 6.