



Хорев А. А., Быков А. И., Соколов А. Н.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АНАЛОГОВОГО ГЕНЕРАТОРА АКУСТИЧЕСКИХ ПОМЕХ

*В работе предложена схема аналогового генератора шума системы виброакустической маскировки, спроектированная при помощи программного средства моделирования электронных схем NI Multisim, и методика исследования его основных характеристик. Описаны требования, предъявляемые к генераторам шума систем виброакустической защиты. Сформулированы основные задачи при моделировании устройства виброакустической защиты. Представлены структурная схема аналогового генератора шума, принципиальные схемы ее элементов, осциллограммы и спектры сигналов в контрольных точках. Исследованы помеховые качества шумового сигнала и степень его приближения к идеальному «белому» шуму. Показано, что спроектированный генератор шума полностью отвечает предъявляемым требованиям, а полученные результаты могут быть использованы при проведении лабораторных работ по курсу «Техническая защита информации».*

**Ключевые слова:** *технический канал утечки информации; перехват акустической информации; система виброакустической защиты; аналоговый генератор шума.*

Horev A. A., Bykov A. I., Sokolov A. N.

## DESIGN AND RESEARCH OF CHARACTERISTICS OF THE ANALOG ACOUSTIC NOISE GENERATOR

*In operation is offered the diagram of the analog noise generator of system of vibroacoustic masking designed by means of a software of simulation of the electronic circuits NI Multisim and a technique of research of its main characteristics. Described requirements*

for noise generators of vibro-acoustic security systems. Formulated main tasks in the simulation of vibro-acoustic security device. Presented block diagram of an analog noise generator, concepts of its elements, oscillograms and spectra of signals at control points. Researched interfering features of noise signal and the degree of its approximation to the ideal "white" noise. It is shown that the designed noise generator fully meets the requirements, and the obtained results can be used in laboratory works on the course "Technical protection of information".

**Keywords:** technical channel of information leakage; interception of acoustic information; system of vibroacoustic protection, analog generator to noise

## I. ВВЕДЕНИЕ

Для защиты акустической (речевой) информации от утечки по техническим каналам широко используются системы виброакустической маскировки, построенные на основе аналоговых генераторов шума [1]. Целью работы являлось проектирование аналогового генератора шума с использованием программного средства разработки и моделирования электронных схем National Instruments Multisim и разработка методики исследования его основных характеристик.

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для защиты речевой информации от утечки по прямому акустическому, акустовибрационному и акустооптическому каналам используются средства виброакустической защиты, которые создают вибрационные и акустические шумы в помещении [2]. Типовая система виброакустической защиты состоит из блока генерации шума и излучателей. Наиболее важным является моделирование генератора шума.

К генераторам шума систем виброакустической защиты предъявляются следующие требования [3]:

- шумовой сигнал должен генерироваться в семи октавных полосах речевого диапазона со среднегеометрическими частотами 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц;
- коэффициент качества шума должен быть не меньше 0,6;
- должна быть предусмотрена возможность регу-

лировки уровня сигнала в каждой октавной полосе.

Основными задачами при моделировании устройства виброакустической защиты являлись:

- выбор структурной схемы аналогового генератора шума;
- выбор элементной базы, которая будет использована в схеме устройства;
- моделирование принципиальной схемы устройства в среде Multisim 11;
- исследование осциллограмм и спектров шумового сигнала.

Структурная схема аналогового генератора шума с выходом на акустический излучатель с входным сопротивлением 4 Ом представлена на рис. 1.

Рассмотрим принципиальную схему генератора.

Источник шума Q2, представленный на рис. 2, выполнен на транзисторе BC548A и использует шумы эмиттерного перехода тран-

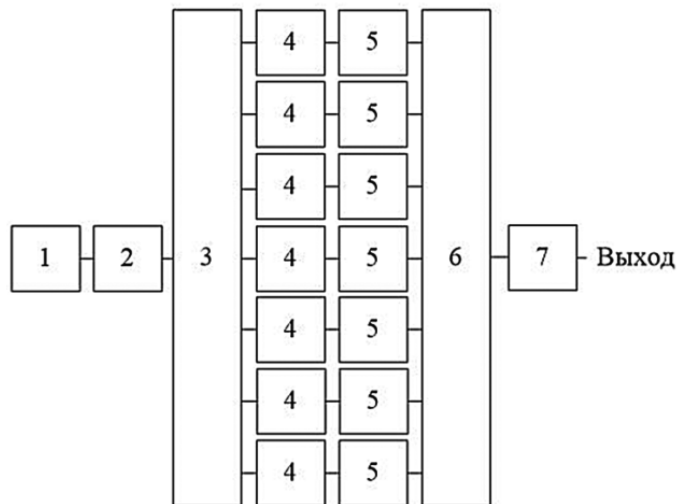


Рис. 1. Структурная схема аналогового генератора шума:  
1 – источник шума; 2 – усилитель; 3 – делитель; 4 – октавные фильтры;  
5 – усилители октавных полос; 6 – сумматор; 7 – усилитель.

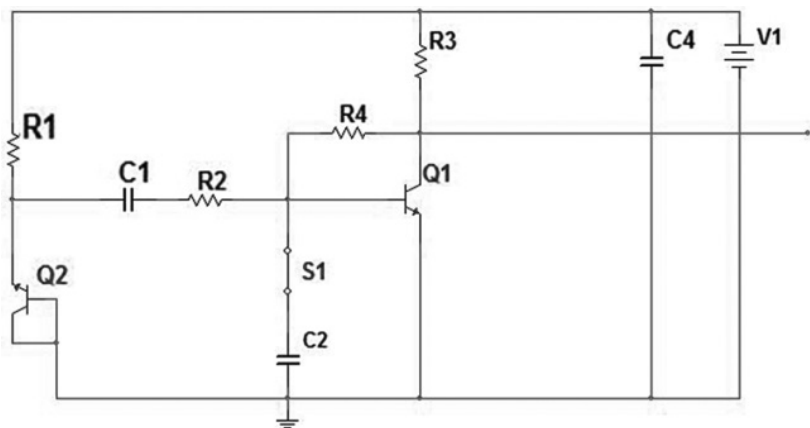


Рис. 2. Принципиальная схема источника аналогового шума

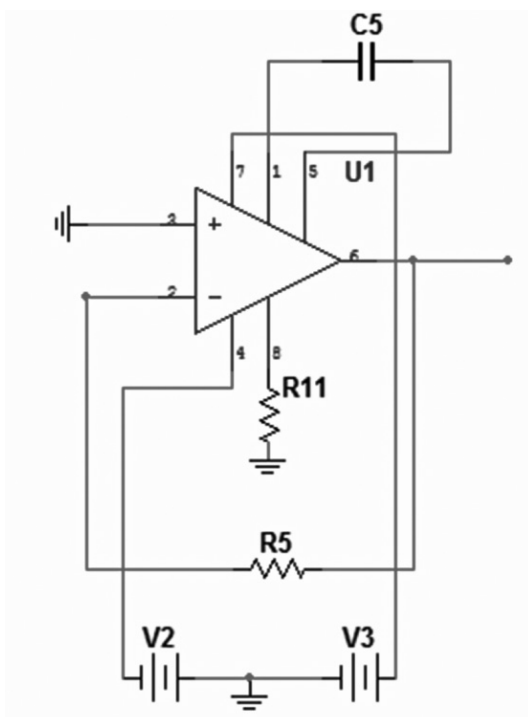


Рис. 3. Принципиальная схема операционного усилителя

зистора. Генерируемый сигнал является аналоговым хаотическим как по частоте, так и по амплитуде.

Для достижения необходимой мощности сигнал усиливается каскадами на другом транзисторе BC548A и на усилителях CA3130E

и TDA2030. Для работы операционного усилителя CA3130E требуется двуполярное питание 15 В. Усилитель TDA2030 поднимает уровень шумового сигнала до необходимой величины напряжения, равной 10 В. Подбор этой величины осуществляется регулиров-

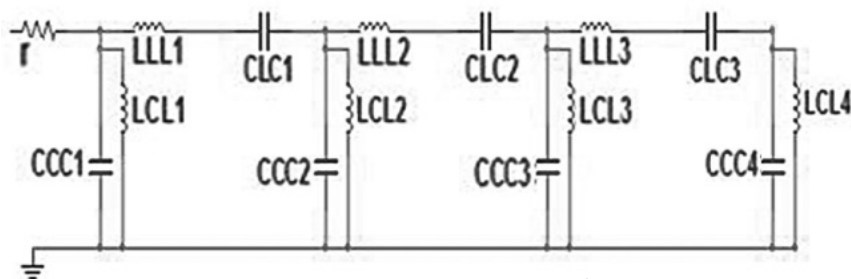


Рис. 4. Принципиальная схема октавного фильтра

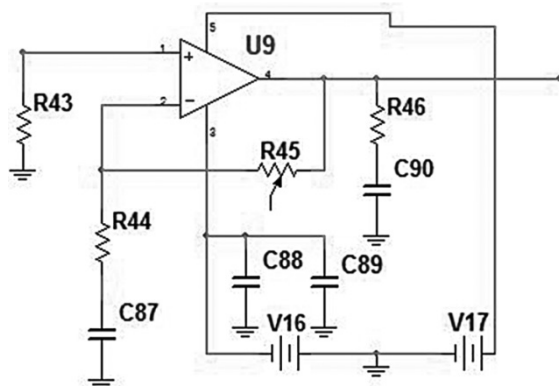


Рис. 5. Принципиальная схема усилителя октавных полос

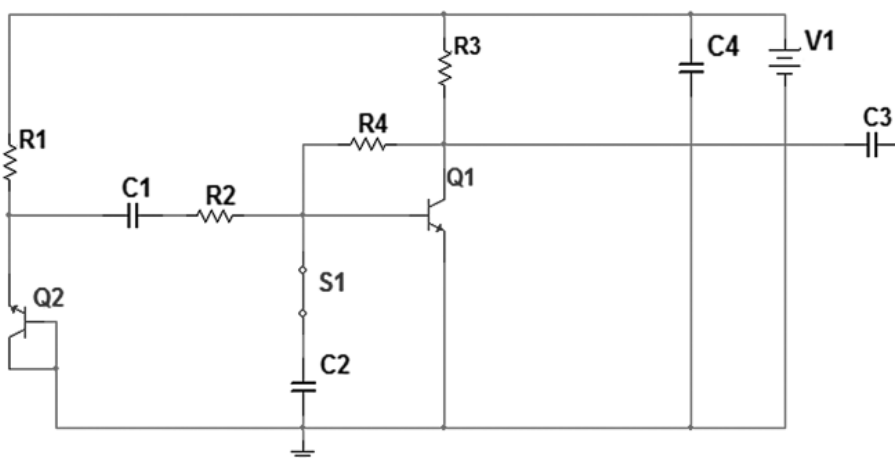


Рис. 6. Схема подключения осциллографа при измерении сигнала на выходе транзистора BC548A

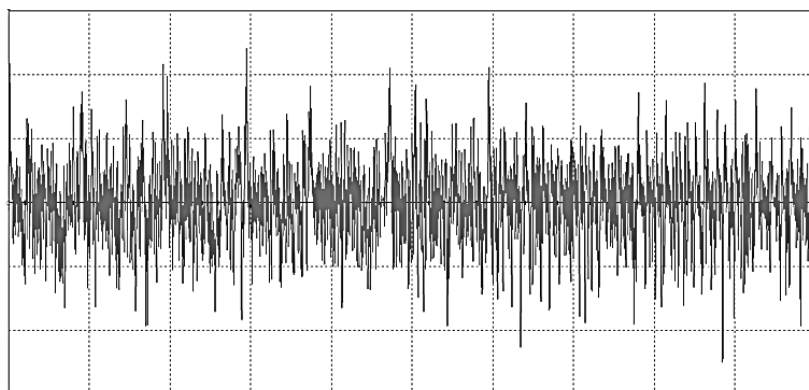


Рис. 7. Осциллограмма сигнала на выходе транзистора BC548A после усиления на каскаде с общим эмиттером

кой соотношения сопротивлений по формуле для инвертирующего операционного усилителя [4]. Принципиальная схема используемого операционного усилителя приведена на рис. 3.

Устройство производит фильтрацию по октавным полосам и усиление отфильтрованных сигналов по отдельности. Усиление производится операционным усилителем

TDA2030, имеющим отечественный аналог К174УН19. Для работы операционного усилителя требуется двуполярное питание с напряжением в 15 В. Также для его нормальной работы необходим радиатор, размеры которого зависят от получаемой с него выходной мощности. На рис. 4 представлен фрагмент типовой схемы октавного фильтра. На рис. 5 представлена схема используемого усилителя.

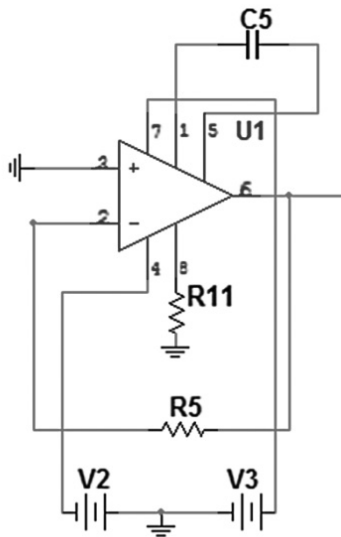


Рис. 8. Схема подключения осциллографа и анализатора спектра при измерении сигнала после операционного усилителя TDA2030

Стоит заметить, что благодаря наличию потенциометра в схеме усилителя возможна регулировка шумового сигнала для каждой октавной полосы.

Рассмотрим сигналы, получаемые в различных блоках устройств. Подключим осциллограф к источнику шума. Схема подключения представлена на рис. 6, показания прибора представлены на рис. 7.

Исследуем сигналы на выходе различных блоков устройства.

Подключим осциллограф к источнику шума по схеме, представленной на рис. 6. Осциллограмма сигнала на выходе усилителя представлена на рис. 7.

Далее сигнал усиливается на паре усилителей. На рис. 8 показана схема подключения измерительных приборов, а на рис. 9 и 10 представлены осциллограмма и спектр сигнала.

После блока усиления производится разделение сигнала на октавные полосы полосовыми фильтрами и усиление в пределах октавных полос. Схема подключения приборов пред-

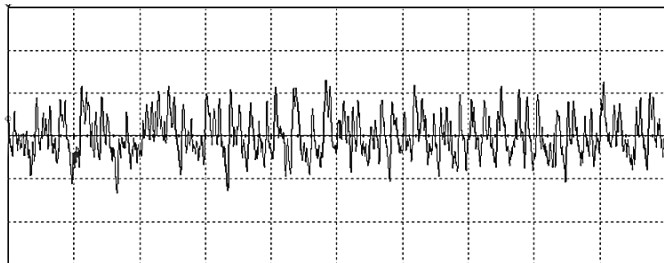


Рис. 9. Шумовой сигнал после операционного усилителя TDA2030

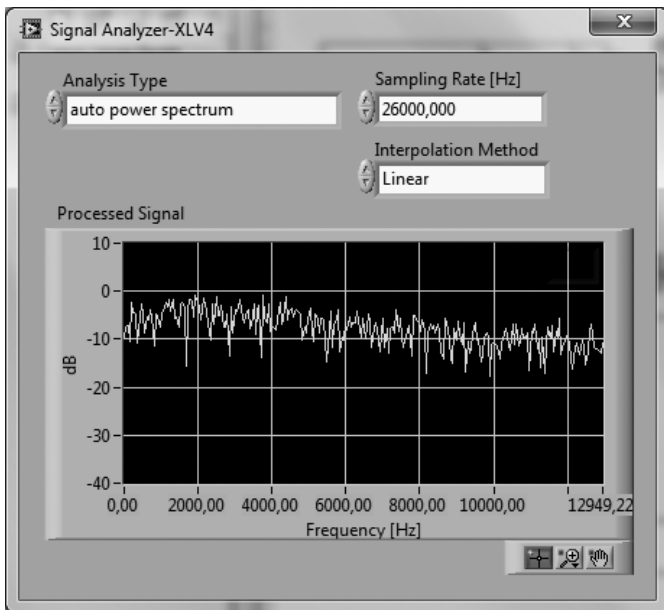


Рис. 10. Спектр сигнала на выходе операционного усилителя TDA2030

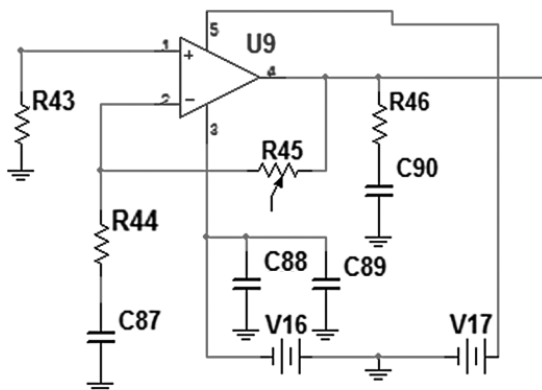


Рис. 11. Схема подключения осциллографа и анализатора спектра при измерении сигнала после полосовых фильтров

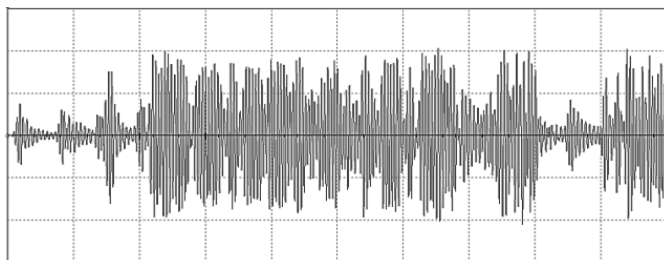


Рис. 12. Осциллограмма сигнала после полосового фильтра

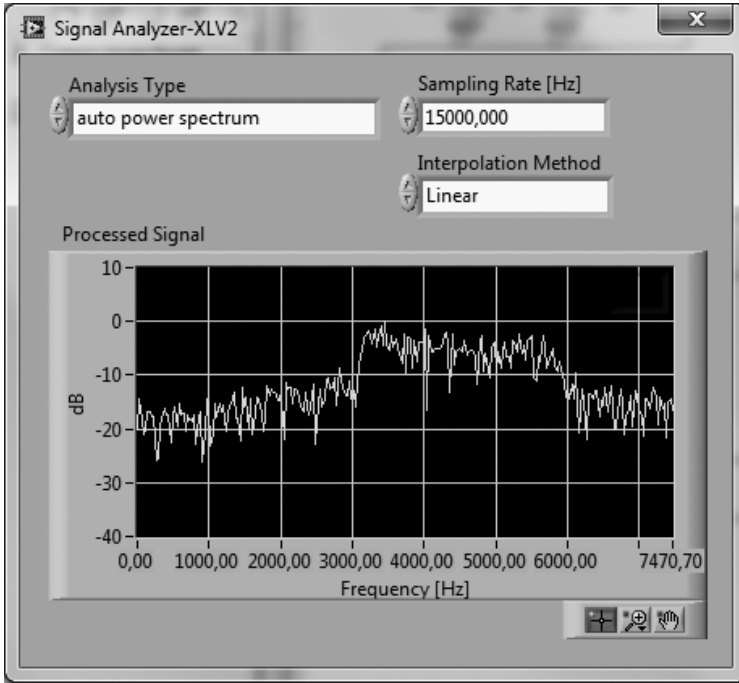


Рис.13. Спектр сигнала после полосового фильтра

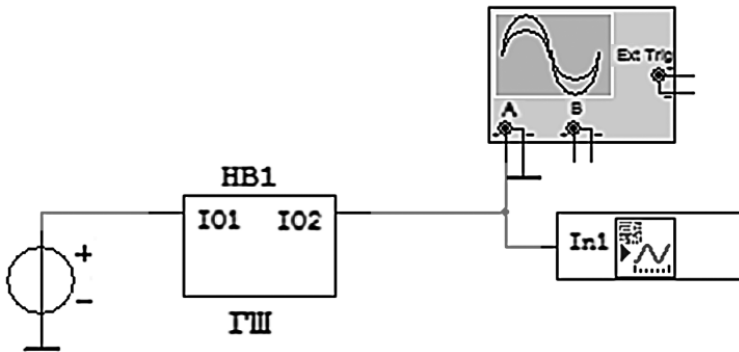


Рис. 14. Схема подключения осциллографа и анализатора спектра при измерении сигнала, генерируемого устройством

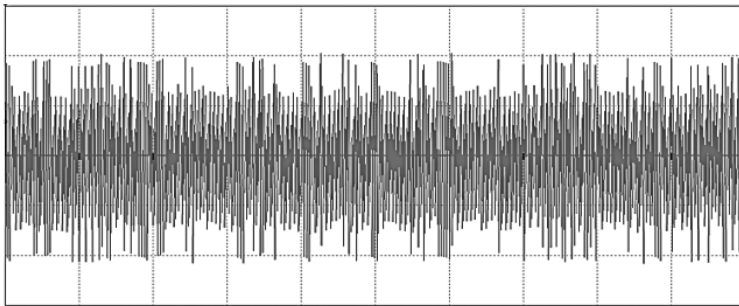


Рис. 15. Осциллограмма сигнала, генерируемого устройством

ставлена на рис. 11. Вид сигнала и его спектр после одного из полосовых октавных фильтров и операционных усилителей (для примера взята шестая октава) представлены на рис. 12 и 13.

После объединения усиленных для каждой октавной полосы сигналов получим модель для проведения исследований. Схема подключения измерительных приборов представлена на рис. 14, а полученные осциллограмма и спектр – на рис. 15 и 16.

Для оценки помехового качества шумового сигнала рассчитывался показатель энтропийного коэффициента качества шума. Энтропийный коэффициент качества шума характеризует приближение к идеальному «белому» шуму. Для получения значения коэффициента качества шума была использована программа, разработанная в среде математического моделирования Matlab. Полученные результаты показали, что коэффициент качества шума, получаемого устройством, равно 0,8497, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к генератору шума.

Таким образом, проведенные исследования показали, что спроектированный генератор шума полностью отвечает требованиям, предъявляемым к генераторам шума систем виброакустической маскировки.

Разработанные в среде National Instruments Multisim схема генератора

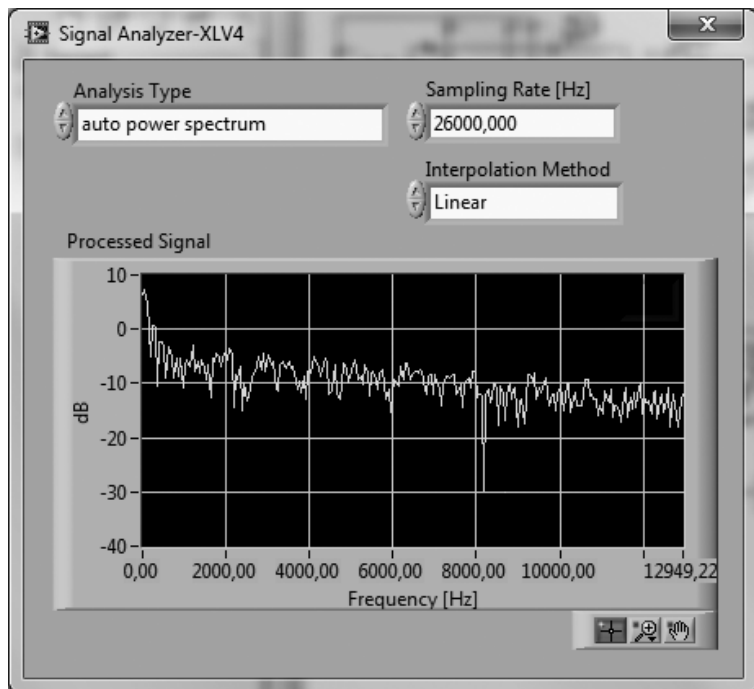


Рис. 16. Спектр сигнала, генерируемого устройством

шума и методика исследования его характеристик могут быть использованы при проведении лабораторных работ по курсу «Техническая защита информации» для студентов, обучающихся по направлению «Информационная безопасность».

### Примечания

1. Антясов И. С., Сафонов А. В., Соколов А. Н. Защита информации в помещении от утечки по техническим каналам // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. – Челябинск : Изд. центр ЮрГУ, 2015. – № 3 (17) – С. 12–16.
2. Железняк В. К., Макаров Ю. К., Хорев А. А. Некоторые методические подходы к оценке эффективности защиты речевой информации // Специальная техника. — М.: 2000. — № 4. — С. 39—45.
3. Хорев, А. А. Техническая защита информации: учебное пособие: В 3-х т. Т. 1: Технические каналы утечки информации / А. А. Хорев. — М.: НПЦ «Аналитика», 2008. — 436 с.
4. Акустический генератор «белого шума». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grz.ru/schemes/contribute/security/jammers/generator2.shtml>.

**ХОРЕВ Анатолий Анатольевич**, доктор технических наук., профессор, зав. кафедрой информационной безопасности Национального исследовательского университета «Московский институт электронной техники», г. Зеленоград, г. Москва. E-mail: horev@miee.ru

**БЫКОВ Андрей Игоревич**, магистрант кафедры информационной безопасности Национального исследовательского университета «Московский институт электронной техники», г. Зеленоград, г. Москва. E-mail: mr.aibykov@gmail.com

**СОКОЛОВ Александр Николаевич**, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой безопасности информационных систем ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), г. Челябинск. E-mail: ANSokolov@inbox.ru

**Anatoly Horev**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. the Department of Information Security National Research University of Electronic Technology, Zelenograd, Moscow. E-mail: horev@miee.ru

**Andrei Bykov**, Graduate Student of the Department of Information Security National Research University of Electronic Technology, Zelenograd, Moscow. E-mail: mr.aibykov@gmail.com

**Alexander Sokolov**, a. M. N., Associate Professor, Head. the Department of Information Systems Security "South Ural State University", Chelyabinsk. E-mail: ANSokolov@inbox.ru