

МРНТИ 81.96.00  
УДК 621.391

<https://doi.org/10.51889/9525.2022.67.68.021>

Н.А. Сейлова<sup>1</sup>\*, А.Б. Батыргалиев<sup>1</sup>, Ж.А. Джангозин<sup>1</sup>, Л.В. Горлов<sup>1</sup>, Н.Н. Нургабылов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет  
им. К.И. Сатпаева, г.Алматы, Казахстан  
\*e-mail: seilova\_na@mail.ru

## МОБИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МАСКИРУЮЩИХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ

### Аннотация

Вопросы обеспечения защиты информации ограниченного доступа от утечки по каналу побочных электромагнитных излучений решаются организационными или техническими мерами с применением пассивных или активных средств защиты. В свою очередь пассивные методы защиты обеспечиваются за счет экранирования, заземления, развязки и фильтрации, а активные методы применяют системы пространственного электромагнитного зашумления и постановку имитационных (маскирующих) помех. Применение пассивных методов защиты средств вычислительной техники является наиболее предпочтительным, так как их использовании позволяет решить вопросы, связанные с электромагнитной совместимостью и наличием демаскирующих признаков работы средств защиты. Необходимо отметить, что, применение пассивных методов защиты средств вычислительной техники не всегда представляется возможным по причине сложности их реализации, дороговизны, необходимости проведения дополнительных опытно-конструкторских работ. С целью решения подобных задач применяются методы активной защиты, которые создают повышенный фон электромагнитного поля, тем самым маскируя информативный сигнал.

В представленной работе рассматривается средство измерения маскирующих шумовых помех средств активной защиты на основе SDR-приемников, которое применимо при определении качества шумовых помех в рамках оценки эффективности генераторов шума.

**Ключевые слова:** генератор шума, побочные электромагнитные излучения, средство активной защиты, качество шума, SDR-приемник, маскирующие шумовые помехи.

### Аңдатпа

Н.А. Сейлова<sup>1</sup>, А.Б. Батыргалиев<sup>1</sup>, Ж.А. Джангозин<sup>1</sup>, Л.В. Горлов<sup>1</sup>, Н.Н. Нургабылов<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

## БҮРКЕМЕЛЕУ ШУЫЛ БӨГЕУЛЕРІНІҢ САПАСЫН БАҒАЛАУҒА АРНАЛҒАН МОБИЛЬДІ ҚҰРЫЛҒЫ

Қолжетімділігі шектеулі ақпаратты жалған электромагниттік сәулелену арнасы арқылы ағып кетуден қорғауды қамтамасыз ету мәселелері қорғаудың пассивті немесе белсенді құралдарын пайдалана отырып, ұйымдастырушылық немесе техникалық шаралармен шешіледі. Өз кезегінде, қорғаудың пассивті әдістері экрандау, жерге қосу, ажырату және сүзу арқылы қамтамасыз етіледі, ал белсенді әдістерде кеңістіктік электромагниттік шу және кезеңдік имитациялау (бүркемелеу) кедергі жүйелері қолданылады. Компьютерлік жабдықты қорғаудың пассивті әдістерін пайдалану ең қолайлы болып табылады, өйткені оларды пайдалану электромагниттік үйлесімділікке және қорғау құралдарының жұмысының жасырын белгілерінің болуына байланысты мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Айта кету керек, компьютерлік техниканы қорғаудың пассивті әдістерін қолдану оларды іске асырудың күрделілігіне, жоғары құнына және қосымша әзірлеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігіне байланысты әрқашан мүмкін емес. Осындай мәселелерді шешу үшін электромагниттік өрістің жоғарылау фонын жасайтын белсенді қорғау әдістері қолданылады, осылайша ақпараттық сигналды бүркемелейді.

Ал ұсынылған жұмыста шу генераторларының тиімділігін бағалау шеңберінде шу кедергілерінің сапасын анықтауда қолданылатын SDR қабылдағыштары негізіндегі белсенді қорғаныс жабдығының бүркемелейтін шуыл бөгеулерін өлшеу құралы қарастырылады.

**Түйін сөздер:** шуыл генераторы, жанама электромагниттік сәулелену, белсенді қорғау құралдары, шуыл сапасы, SDR-қабылдағышы, бүркемелеу шуыл бөгеулері.

*Abstract*

**MOBILE DEVICE FOR ASSESSING THE QUALITY OF MASKERS NOISE INTERFERENCE**

*Seilova N.<sup>1</sup>, Batyrgaliyev A.<sup>1</sup>, Jangozin Zh.<sup>1</sup>, Gorlov L.<sup>1</sup>, Nurgabilov N.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> K.I. Satbayev Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan*

The protection of information of limited access from leakage through the channel of spurious electromagnetic radiation is solved by organizational or technical measures using passive or active means of protection. Passive protection methods include shielding, grounding, decoupling and filtering, and active methods include the use of systems of spatial electromagnetic noise and imitating (masking) interference. The use of passive methods for protecting computer equipment is the most preferable, since when using them, there are no problems associated with electromagnetic compatibility and the presence of unmasking signs of the operation of protective equipment. However, the use of passive methods for protecting computer equipment is not always possible due to the complexity of their implementation, high cost, the need for additional development work, etc. In such cases, active protection methods are used that create an increased background of the electromagnetic field, thereby masking the informative signal.

The paper considers a means for measuring masking noise interference of active protection equipment based on SDR receivers. This device is applicable in determining the quality of noise interference as part of the evaluation of the effectiveness of noise generators.

**Keywords:** noise generator, spurious electromagnetic radiation, active protection means, noise quality, SDR receiver, masking noise interference.

**Введение**

В настоящее время увеличивается количество различных средств вычислительной техники, предназначенной для обработки, хранения и передачи информации. Для защиты этой информации от утечек по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок широко применяются системы активной защиты – генераторы шума (ГШ).

Однако, не всегда осуществляется оценка качества маскирующих шумовых помех этих систем, как в ходе их разработки, проектирования и производства, так и в ходе подтверждения их соответствия требованиям информационной безопасности, а также повседневной эксплуатации. Как правило, в таких случаях ограничиваются проверкой соответствия диапазона рабочих частот, спектральной плотности, виду излучаемой помехи, режимам и условиям работы, а также необходимости соответствия санитарным нормам и др. параметров.

Как правило, оценка качества маскирующих шумовых помех проводится по статистике мгновенных значений амплитуд шумового сигнала (по напряжению), то для набора этой статистики требуется применение соответствующих средств измерения. В частности, для оценки качества маскирующих шумовых помех использовались измерители корреляционных характеристик Х6-4 [1-4]. Однако, как описывалось выше, измерители Х6-4, а также иные приборы, предназначенные для исследования корреляционных характеристик (Х6-3, Х6-5, Х6-8, Х6-11/1 и Х6-11/2) давно сняты с производства.

В этой связи, в качестве устройства оценки качества маскирующих шумовых помех могут использоваться измерительные системы, в состав которых входят измерительный приемник или анализатор спектра, цифровой осциллограф, широкополосная измерительная антенна с измерительным кабелем и в некоторых случаях управляющий компьютер.

Недостатками таких систем являются их относительно большие габариты, низкая мобильность, высокая стоимость, необходимость постоянного подключения к промышленной сети электропитания или иным источниками электрической энергии, а также соответствующие навыки работы у оператора.

Кроме того, достаточно большие размеры средств измерений (анализатор спектра, осциллограф, измерительная антенна со штативом, компьютер для управления измерениями) применимы в лабораторных условиях. Для выездных мероприятий с измерениями на местах установки ГШ (в реальных условиях эксплуатации) приемлемым будет наличие компактного и недорогого средства.

**Методы**

Принимая во внимание достаточно большие размеры средств измерений (анализатор спектра, осциллограф, измерительная антенна со штативом, ПК для управления измерениями) предложенные способы измерений качества шума более применимы в лабораторных условиях. Для выездных мероприятий с измерениями на местах установки ГШ (в реальных условиях эксплуатации) приемлемым будет наличие компактного и недорогого средства.

Такое средство возможно изготовить на базе цифровых SDR приемников. Например, SDRplay, KerberosSDR, Colibri SDR, Coherent Multi-Tuner-Receivers, HackRF One, RTL-SDR или других аналогичных.

Преимуществами использования SDR приемников являются [5, 6]:

- сравнительно малая масса и размеры;
- малая потребляемая мощность;
- невысокая стоимость;
- не требует настройки;
- наличие устройств с различными характеристиками;
- низкая чувствительность к факторам окружающей среды (температуре, влажности, разбросу параметров компонентов и др.);
- простота реализации перестраиваемых фильтров с подавлением более 80 дБ;
- высокая точность и широкий диапазон перестройки фазы и частоты гетеродина.

На базе таких приемников можно изготовить универсальное устройство оценки качества шумовых помех ГШ. Такое устройство будет способно реализовать следующие способы оценивания качества шумовых помех:

- расчет энтропийного коэффициента качества по предложенному альтернативному методу;
- поиск корреляции шумов в разных поддиапазонах частот;
- использовать статистические и (или) графические методы (тесты) на случайность [1, 7-9].

Для поиска (выявления) наличия возможной корреляции шумов ГШ предлагается проводить измерения маскирующего шума одновременно в двух или большем количестве диапазонов частот и сравнивать их между собой.

Необходимость такой процедуры связана с тем, что диапазон частот маскирующих шумов в ГШ разбивается на поддиапазоны. В каждом из поддиапазонов частот имеется свой канал формирования шумового сигнала либо используется множитель частоты [10, 11].

В случае, когда генерируемый шум в разных поддиапазонах будет иметь одинаковые параметры за исключением частоты, возможно его вычитание в диапазонах, в которых информативные сигналы имеют большую амплитуду (мощность) с дальнейшим восстановлением защищаемой информации. В этом случае также имеет значение наличие дополнительных факторов, таких как, повторяемость исходного информативного сигнала, его амплитуда (мощность) и др.

Достижимый технический результат предлагаемого технического решения – возможность оценки качества маскирующих шумовых помех систем пространственного зашумления мобильным, малогабаритным и автономным устройством в диапазоне частот от 1 кГц до 2 ГГц.

Указанный технический результат при осуществлении полезной модели достигается тем, что мобильный аппаратно-программный комплекс оценки качества маскирующих шумовых помех систем пространственного зашумления содержит в своем составе SDR-приемник (программно-определяемая радиосистема) с широкополосной измерительной антенной и соединенный с управляющим компьютером (ноутбук) с установленным программным обеспечением.

### **Результаты и обсуждение**

Мобильное устройство оценки качества маскирующих шумовых помех систем пространственного зашумления представлен на рисунке 1 (общий вид устройства).

Устройство содержит средство измерения – SDR-приемник 1, соединенный с управляющим компьютером 2 с помощью соединительного кабеля 3 через шину USB. Управляющий компьютер 2 с прикладным программным обеспечением предназначен для управления режимами работы SDR-приемника 2 и расчета качества маскирующих шумовых помех. К входу SDR-приемника 2 подключен первичный преобразователь – приемная (измерительная) антенна 4 с помощью соединительного кабеля 5. Генерируемые системой пространственного электромагнитного зашумления 6 маскирующие шумовые помехи (электромагнитный шум) 7 принимается антенной 4.

Устройство работает следующим образом. По анализу спектра маскирующего шумового сигнала, формируемого генератором шума 6, выбираются частотные интервалы спектра, в которых наблюдается наибольшая неравномерность частотной характеристики шума. Если в генераторе шума 6 используются несколько каналов формирования шумовой помехи, то в каждом из них должно быть выбрано не менее одного такого интервала;

SDR-приемник 1 последовательно настраивается на центральную частоту каждого из частотных интервалов. Принимаемые SDR-приемником 1 электромагнитные шумовые сигналы преобразуются в электрические, оцифровываются и в виде мгновенных значений амплитуды шумового сигнала поступают в управляющий компьютер 2 для дальнейшей обработки и расчета (оценки) качества маскирующей шумовой помехи 7.



Рисунок 1. Мобильный аппаратно-программный комплекс оценки качества маскирующих шумовых помех

Проведение ручных расчетов по предложенному альтернативному методу оценивания качества маскирующих шумовых помех является весьма трудоемким и длительным процессом. Это связано с необходимостью обработки большого количества значений (не менее 1 миллиона элементов).

Для возможности применения статистических методов (тестов) на случайность при проведении оценки качества маскирующих шумовых помех разработано программное обеспечение «Freq\_analyser». Программное обеспечение позволяет осуществлять прием и сохранение информации из радиозэфира на заданных частотах, а также проводить статистический анализ полученных данных.

Диапазон принимаемых частот зависит от аппаратной составляющей анализирующего комплекса. Набор статистических тестов включает в себя: Frequency (Monobits) Test, Frequency Test within a Block, Runs Test, Test for the Longest Run of Ones in a Block, Binary Matrix Rank Test, Discrete Fourier Transform (Spectral) Test, Non-Overlapping Template Matching Test, Overlapping Template Matching Test, Maurer's «Universal Statistical» Test, Linear Complexity Test, Serial Test, Approximate Entropy Test, Cumulative Sums (Cusum) Test, Random Excursions Test, Random Excursions Variant Test.

Программа состоит из нескольких функций и непосредственно самого расчета. Алгоритм работы программы приведен на рисунках 2-8.

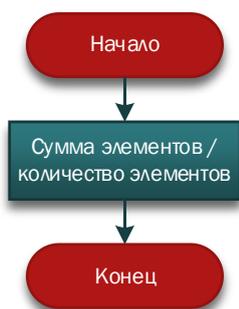


Рисунок 2. Блок-схема функции нахождения среднего значения



Рисунок 3. Блок-схема функции считывания данных

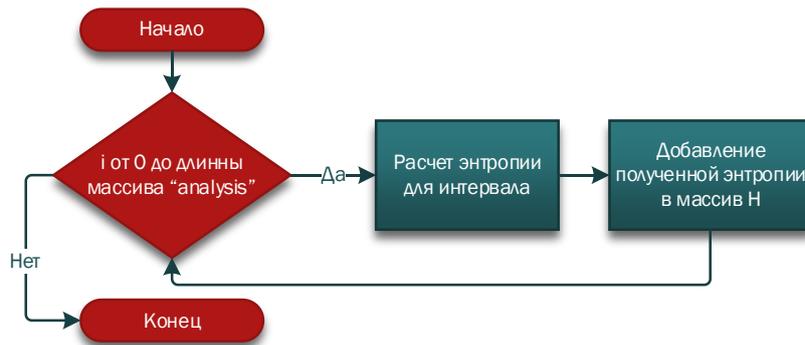


Рисунок 4. Блок-схема функции расчета энтропии для каждого интервала

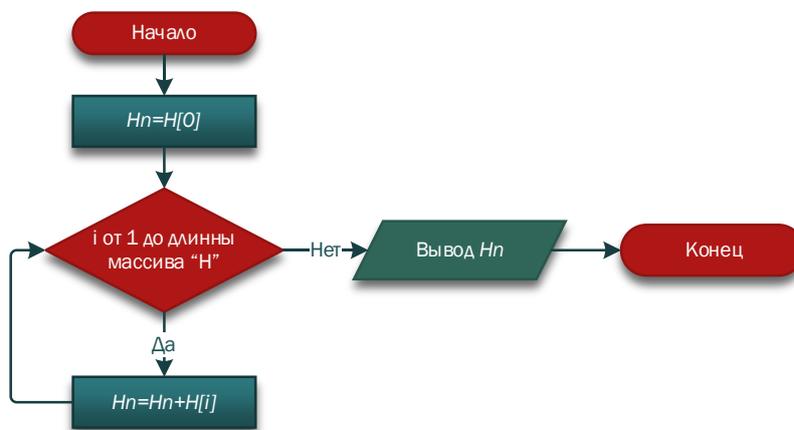


Рисунок 5. Блок-схема функции расчета энтропии маскирующего шумового сигнала



Рисунок 6. Блок-схема функции нахождения относительной частоты и плотности для интервала

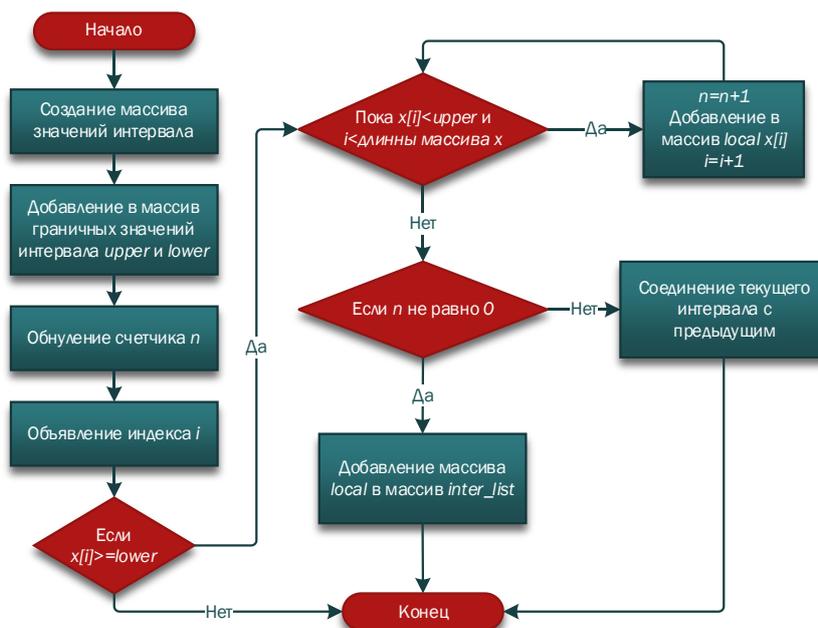


Рисунок 7. Блок-схема функции разбиения массива на интервалы

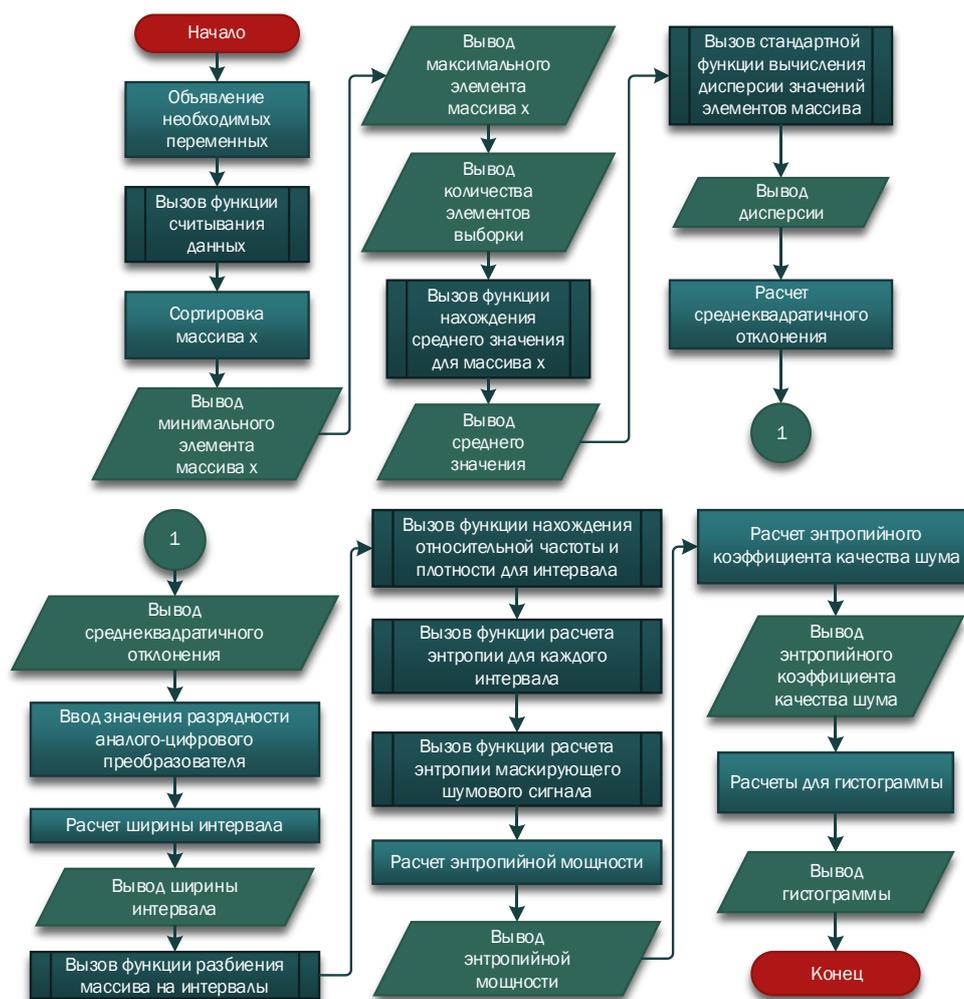


Рисунок 8. Блок-схема программы автоматизированного расчета

Ниже представлен пример результата работы программы «Freq\_analyser» автоматизированного расчета энтропийного коэффициента качества маскирующих шумовых помех (рисунок 9) и расчета качества маскирующих шумовых помех с применением статистических тестов на случайность (рисунок 10). Мобильное устройство позволяет реализовать способы оценки качества маскирующих шумовых помех как на основе энтропийного коэффициента качества [7, 8, 12], так и с применением статистических методов на случайность [9].

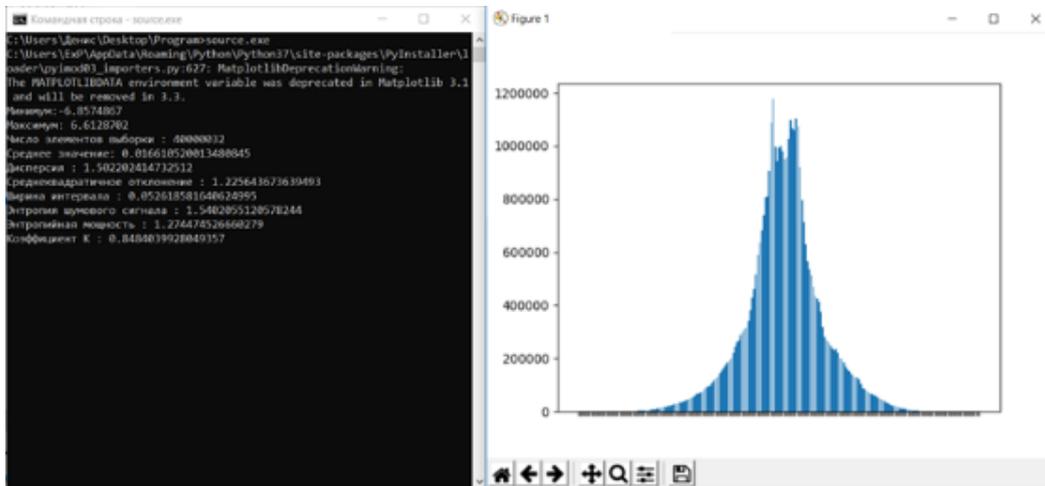


Рисунок 7. Результаты работы программы автоматизированного расчета энтропийного коэффициента качества маскирующих шумовых помех

```
Found 1 device(s):
0: Realtek, RTL2838UHIDIR, SN: 00000001

Using device 0: Generic RTL2832U OEM
Found Rafael Micro R820T tuner
Sampling at 2048000 S/s.
Tuner gain set to automatic.
Tuned to 105200000 Hz.
Reading samples in sync mode...
Analysing file dump_105200000.bin...

RESULTS FOR THE UNIFORMITY OF P-VALUES AND THE PROPORTION OF PASSING SEQUENCES
generator is <dump_105200000.bin>
C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 P-VALUE PROPORTION STATISTICAL TEST
1 1 3 1 1 1 1 3 3 1 0.213309 16/16 Frequency
0 0 0 0 0 0 0 0 0 16 0.000000 * 16/16 BlockFrequency
16 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.000000 * 0/16 * Runs
16 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.000000 * 0/16 * LongestRun
4 0 2 1 1 2 1 1 3 0.066882 15/16 Rank
16 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.000000 * 0/16 * FFT
16 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.000000 * 0/16 * OverlappingTemplate
16 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.000000 * 0/16 * Universal
16 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0.000000 * 0/16 * ApproximateEntropy
2 3 2 2 1 2 1 1 1 0.534146 15/16 LinearComplexity

The minimum pass rate for each statistical test with the exception of the
random excursion (variant) test is approximately = 14 for a
sample size = 16 binary sequences.

Mathematical expectation: 32732.213975
Variance: 35343.926584
```

Рисунок 8. Результаты работы программы расчета качества маскирующих шумовых помех с применением статистических тестов на случайность

### Заключение

Таким образом, достигаемый технический результат приводит к мобильности и автономности проведения измерений, а также к снижению себестоимости работ по оценке качества маскирующих шумовых помех, формируемых системами пространственного электромагнитного зашумления.

Предложено использование SDR-приемников для проведения измерений с дальнейшим расчетом энтропийного коэффициента качества по разработанному альтернативному методу, поиска корреляции шума в разных поддиапазонах частот, а также для применения статистических и (или) графических методов (тесты) на случайность.

### **Благодарность**

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант, ИРН №AP08856630).

### **Список использованной литературы:**

1 Батыргалиев А.Б., Смайлов Н.К. Обзор способов оценивания качества маскирующего шума // *Polish journal of science*. № 14 (2019), Vol. 1, Варшава, Польша. С. 33-35.

2 Патент РФ № 2346390, МПК H04B1/69. Способ оценки качества маскирующих частотно-модулированных шумовых помех / Тупота В.И., Герасименко В.Г., Бортников А.Н., Бурмин В.А., Самсонов А.А., Петигин А.Ф.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение Государственный научно-исследовательский испытательный институт проблем технической защиты информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю. - № 2007127237/09; заявл. 16.07.2007; опублик. 10.02.2009, Бюл. № 4. - 6 с.

3 Патент РФ № 2351076, МПК H04B17/00. Способ оценки качества маскирующих амплитудно-модулированных шумовых помех / Тупота В.И., Герасименко В.Г., Бортников А.Н., Бурмин В.А., Самсонов А.А., Петигин А.Ф.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение Государственный научно-исследовательский испытательный институт проблем технической защиты информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю. - № 2007127156/09; заявл. 16.07.2007; опублик. 27.03.2009, Бюл. № 9. - 6 с.

4 Патент РФ № 2353057, МПК H04B1/713. Способ оценки качества маскирующих прямошумовых помех / Тупота В.И., Герасименко В.Г., Бортников А.Н., Бурмин В.А., Самсонов А.А., Петигин А.Ф.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение Государственный научно-исследовательский испытательный институт проблем технической защиты информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю. - № 2007127227/09; заявл. 16.07.2007; опублик. 20.04.2009, Бюл. № 11. - 9 с.

5 Айтқазин Е.Қ., Батыргалиев А.Б. Буркелеуші шуылдың сапасын бағалау үшін SDR қабылдағышын қолдану // *Труды Сатпаевских чтений «Сатпаевские чтения - 2021»*, Том II. – Алматы: КазНИТУ имени Сатпаева, 2021. – С. 140-143.

6 Руднев П. Технологии SDR на службе у разработчиков систем // *Электроника: Наука, Технология, Бизнес*. № 7/2009. – С. 52-54.

7 Хорев А.А., Батыргалиев А.Б. Методика оценки качества маскирующих шумовых помех // *Международная конференция «Радиоэлектронные устройства и системы для инфотелекоммуникационных технологий – РЭУС-2020»*. Доклады. – М.: РНТОРЭС имени А.С.Попова, 2020. – С. 244-248.

8 Smailov N., Batyrgaliyev A., Akhmediyarova A., Seilova N., Koshkinbayeva M., Baigulbayeva M., Romaniuk R., Orunbekov M., Kabdoldina A., Kotyra A. Approaches to evaluating the quality of masking noise interference // *Intl Journal Of Electronics And Telecommunications*, 2021, VOL. 67, NO. 1, PP. 59-64.

9 Батыргалиев А.Б., Смадиева А.Г. Подходы к оцениванию качества шума генераторов пространственного электромагнитного зашумления с применением статистических методов на случайность // *Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2020 [текст]: сб. тр. II меж-дунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.3. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. - Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2020; Рязань. - 162 с.: ил. - С. 130-133.*

10 Хорев А.А. Способы защиты объектов информатизации от утечки информации по техническим каналам: пространственное электромагнитное зашумление // *Специальная техника*. – М.: 2012. – № 6 – С. 37-57.

11 Землянухин П.А. Многоканальный адаптивный генератор шума для маскирования ПЭМИН // *Известия ЮФУ. Технические науки*. - 2016. - Сент. - С. 82-93.

12 Smailov N., Batyrgaliyev A., Seilova N., Kuttybaeva A., Ibrayev A. Some approaches to assessing the quality of masking noise interference of spatial noise generators // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, Volume 98, Issue 17, September 2020. – PP. 3555-3574.

### **References:**

1 Batyrgaliyev A.B., Smailov N.K. Overview of methods for estimating the quality of masking noise. // *Polish journal of science*. No. 14 (2019), Vol. 1. - Warsaw, 2019. - 52 p. p. 33-35. ISSN 3353-2389.

2 RF patent No. 2346390, IPC H04B1/69. Method for assessing the quality of masking frequency-modulated noise interference / Tupota V.I., Gerasimenko V.G., Bortnikov A.N., Burmin V.A., Samsonov A.A., Petigin A.F.; applicant and patent holder Federal State Institution State Research and Testing Institute for Problems of Technical Protection of Information of the Federal Service for Technical and Export Control. - No. 2007127237/09; dec. 07/16/2007; publ. 02/10/2009, Bull. No. 4. - 6 p.

3 RF patent No. 2351076, IPC H04B17/00. A method for assessing the quality of masking amplitude-modulated noise interference / Tupota V.I., Gerasimenko V.G., Bortnikov A.N., Burmin V.A., Samsonov A.A., Petigin A.F.; applicant and patent holder Federal State Institution State Research and Testing Institute for Problems of Technical Protection of

*Information of the Federal Service for Technical and Export Control. - No. 2007127156/09; dec. 07/16/2007; publ. 03/27/2009, Bull. No. 9. - 6 p.*

4 RF patent No. 2353057, IPC H04B1/713. Tupota V.I., Gerasimenko V.G., Bortnikov A.N., Burmin V.A., Samsonov A.A., Petigin A.F., method for assessing the quality of masking direct noise interference; applicant and patent holder Federal State Institution State Research and Testing Institute for Problems of Technical Protection of Information of the Federal Service for Technical and Export Control. - No. 2007127227/09; dec. 07/16/2007; publ. 20.04.2009, Bull. No. 11. - 9 p.

5 Aitkazin E.K., Batyrgaliev A.B. Burkemeleushi shuyldyn sapasyn bagalau ushin SDR kabyldaghyshyn koldanu // Proceedings of the Satpayev Readings "Satpayev Readings - 2021", Volume II. - Almaty: KazNITU named after Satpaev, 2021. - P. 140-143.

6 Rudnev P. SDR technologies in the service of system developers // Electronics: Science, Technology, Business. No. 7/2009. - S. 52-54.

7 Khorev A.A., Batyrgaliev A.B. Methodology for assessing the quality of masking noise interference // International Conference "Radioelectronic Devices and Systems for Infotelecommunication Technologies - REUS-2020". Reports. - M.: RNTORES named after A.S. Popov, 2020. - S. 244-248.

8 Smailov N., Batyrgaliyev A., Akhmediyarova A., Seilova N., Koshkinbayeva M., Baigulbayeva M., Romaniuk R., Orunbekov M., Kabdoldina A., Kotyra A. Approaches to evaluating the quality of masking noise interference // Intl Journal Of Electronics And Telecommunications, 2021, VOL. 67, NO. 1, PP. 59-64.

9 Batyrgaliev A.B., Smadieva A.G. Approaches to assessing the noise quality of generators of spatial electromagnetic noise using statistical methods for randomness // Modern technologies in science and education - STNO-2020 [text]: coll. tr. II Inter-Dunar. sci.-tech. forum: in 10 volumes. V.3. / under total ed. O.V. Milovzorov. - Ryazan: Ryazan. state radio engineering university, 2020; Ryazan. - 162 p.: ill. - S. 130-133.

10 Khorev A.A. Ways to protect informatization objects from information leakage through technical channels: spatial electromagnetic noise // Special equipment. - M.: 2012. - No. 6 - p. 37-57.

11 Zemlyanukhin P.A. Multichannel adaptive noise generator for PEMINN masking // Izvestiya SFedU. Technical science. - 2016. - Sept. - S. 82-93.

12 Smailov N., Batyrgaliyev A., Seilova N., Kuttybaeva A., Ibrayev A. Some approaches to assessing the quality of masking noise interference of spatial noise generators // Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Volume 98, Issue 17, September 2020. - PP. 3555-3574.