



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

*Алефиренко Виктор Михайлович,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

E-mail: alefirenko@bsuir.by

*Денскевич Артем Дмитриевич,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

E-mail: a.denskevich@bsuir.by

*Зубрицкий Евгений Дмитриевич,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

E-mail: zzubritski@gmail.com

Аннотация. Представлен краткий обзор аппаратно-программных комплексов как технических средств для использования в системах защиты информации. Рассмотрены задачи, которые решаются такими комплексами, и типовые модели с приведёнными техническими характеристиками. Приведены результаты расчётов комплексных арифметических и геометрических показателей качества, позволяющие проводить сравнительный анализ и выбирать оптимальную модель аппаратно-программного комплекса для решения конкретных задач по защите информации. Рассмотрены возможные перспективы их дальнейшего развития.

Ключевые слова: защита информации, аппаратно-программный комплекс, технические характеристики, качество, единичные показатели, комплексная оценка, перспективы развития.

Современные технологии не только расширяют возможности передачи данных, но и создают новые риски утечки критически важной информации. Особую опасность представляют миниатюрные устройства негласного съёма акустической информации: радиомикрофоны, микрофоны с передачей по электросети переменного тока, радиотрансляционным и другим проводным

сетям, телефонные передатчики с радиоканалом, радиостетоскопы и аналогичные средства. Такие устройства могут быть скрытно внедрены в помещения, интегрированы в инфраструктуру зданий или замаскированы под бытовые предметы.

Для противодействия этим угрозам службы безопасности должны решать две взаимосвязанные задачи. Во-первых, оперативно выявлять активные средства съема информации и точно определять их местоположение в пределах контролируемой зоны. Во-вторых, осуществлять постоянный радиомониторинг: анализировать загрузку диапазона, идентифицировать новые излучения, оценивать их опасность, а также обнаруживать скрытые каналы утечки, включая цифровые радиозакладки и устройства с отложенной передачей данных.

Эти задачи решаются в условиях сложной электромагнитной обстановки и требуют использования широкой номенклатуры специальных технических средств, к которым и относятся аппаратно-программные комплексы (АПК).

Такие комплексы обеспечивают:

- обнаружение за минимальный интервал времени устройств активного съема информации и определение их местоположения;
- панорамный анализ широкого диапазона частот в реальном масштабе времени и оценку характеристик излучений;
- протоколирование в течение длительного времени амплитудно-частотно-временной загрузки исследуемого диапазона;
- статистический анализ зарегистрированных данных.

В простейшем случае такой комплекс может состоять из стандартного сканирующего приемника, управляемого персональной электронно-вычислительной машиной, с соответствующим программным обеспечением. Более сложные системы также построены на базе управляющей персональной электронно-вычислительной машины, сканирующего приемника (в большинстве случаев модернизированного) и различных дополнительных блоков, повышающих быстродействие (блоки аналогово-цифровой обработки, блоки быстрого преобразования Фурье и др.) и расширяющих функциональные возможности комплекса (аппаратные корреляторы, контроллеры, внешние микрофоны и т.п.).

Достоинством таких комплексов является модульная организация аппаратной части, допускающая простую модернизацию (замена отдельных функциональных блоков). Малый вес и сравнительно небольшие габариты в сочетании с универсальным питанием (220 В, 12 В) и встроенными аккумуляторными батареями позволяют эксплуатировать комплексы как в стационарных, так и в полевых условиях [1].

Внешний вид типовых АПК в различном исполнении представлен на рисунке 1. Основные характеристики представленных АПК приведены в таблице 1 [2-5].

SCIENCE TIME



а



б



в



г

Рис. 1 Типовые модели АПК: а – «СПРУТ-11», б – «СПРУТ-7М», в – «Шепот-М1», г – «СМАРТ-АВ»

Таблица 1

Технические характеристики АПК

Характеристика	Изделие			
	СПРУТ-11	СПРУТ-7М	Шепот	СМАРТ-АВ
Диапазон частот уровней звукового давления, Гц	20–20000	20–20000	80–11200	20–11500
Диапазон частот измерений виброускорения, Гц	5–12500	5–12500	20–11200	20–11200
Диапазон уровней звукового давления, дБ	25–124	25–140	24–132	25–120
Диапазон уровней виброускорения, м/с ² (дБ)	80–174	80–174	80–150	55–200
Габариты прибора, мм	551×407×439	662×448×337	340×486×20	260×560×260
Наработка на отказ, час	2000	2000	1000	2000
Гарантия, мес	12	12	12	12

В настоящее время на рынке технических средств защиты информации представлено достаточно большое количество различных моделей АПК, имеющих различные характеристики, что может вызвать определенную сложность при выборе необходимой модели для обеспечения защиты информации. Для этого может быть использован метод комплексной оценки качества, позволяющий проводить предварительную оценку уровня качества каждой модели с учетом всех используемых характеристик [6 – 8].

Комплексный метод оценки качества изделий предполагает использование комплексных показателей, в качестве которых могут использоваться:

– средневзвешенный арифметический

$$K_{\text{ариф}} = \sum_{i=1}^m \alpha_{Hi} \cdot k_{Hi} ; \quad (1)$$

– средневзвешенный геометрический

$$K_{\text{геом}} = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m k_{Hi}^{\alpha_{Hi}}} ; \quad (2)$$

где k_{Hi} – нормированный i -й единичный показатель; α_{Hi} – нормированный коэффициент, характеризующий вес (значимость, важность) i -го единичного показателя; m – количество единичных показателей, принятых во внимание.

Как видно из формул (1) и (2) средневзвешенный показатель характеризует m различных свойств изделия. Комплексные средневзвешенные показатели $K_{\text{ариф}}$, $K_{\text{геом}}$ представляют собой условную величину, выражаемую в условных (относительных), единицах и реального физического содержания не имеет.

Для получения нормированных (безразмерных) значений единичных показателей k_{Hi} могут использоваться следующие выражения:

$$K_{Hi} = \frac{k_i - k_{\text{кр}i}}{k_{\text{опт}i} - k_{\text{кр}i}} ; \quad K_{Hi} = \frac{k_i}{k_{\text{макс}i}} ; \quad K_{Hi} = \frac{k_{\text{мин}i}}{k_i}, \quad (3)$$

где k_i – исходное значение i -го единичного показателя; $k_{\text{кр}i}$ – критическое значение i -го единичного показателя; $k_{\text{опт}i}$ – оптимальное значение i -го показателя; $k_{\text{макс}i}$ – максимальное значение i -го показателя; $k_{\text{мин}i}$ – минимальное значение i -го показателя.

Если исходные значения k_i лежат в пределах $k_{\text{кр}i} < k_i < k_{\text{опт}i}$ или $k_{\text{опт}i} < k_i < k_{\text{кр}i}$, то нормированные значения k_{Hi} будут лежать в пределах $0 < k_{Hi} < 1$.

Коэффициенты значимости α_{Hi} для выражений (1) и (2) должны выбираться соответственно таким образом, чтобы обеспечивалось одно из условий:

$$\sum_{i=1}^m \alpha_{Hi} = 1 \quad ; \quad \prod_{i=1}^m \alpha_{Hi} = 1 \quad (4)$$

То есть коэффициенты значимости должны лежать в пределах $0 < \alpha_{Hi} < 1$.

Для сравнения было выбрано 10 моделей АПК, выпускаемых различными фирмами, а в качестве единичных показателей – их основные технические характеристики, представленные в таблице 1.

Ниже на рисунке 2 представлена столбиковая диаграмма, отражающая арифметический показатель качества по различным моделям АПК.

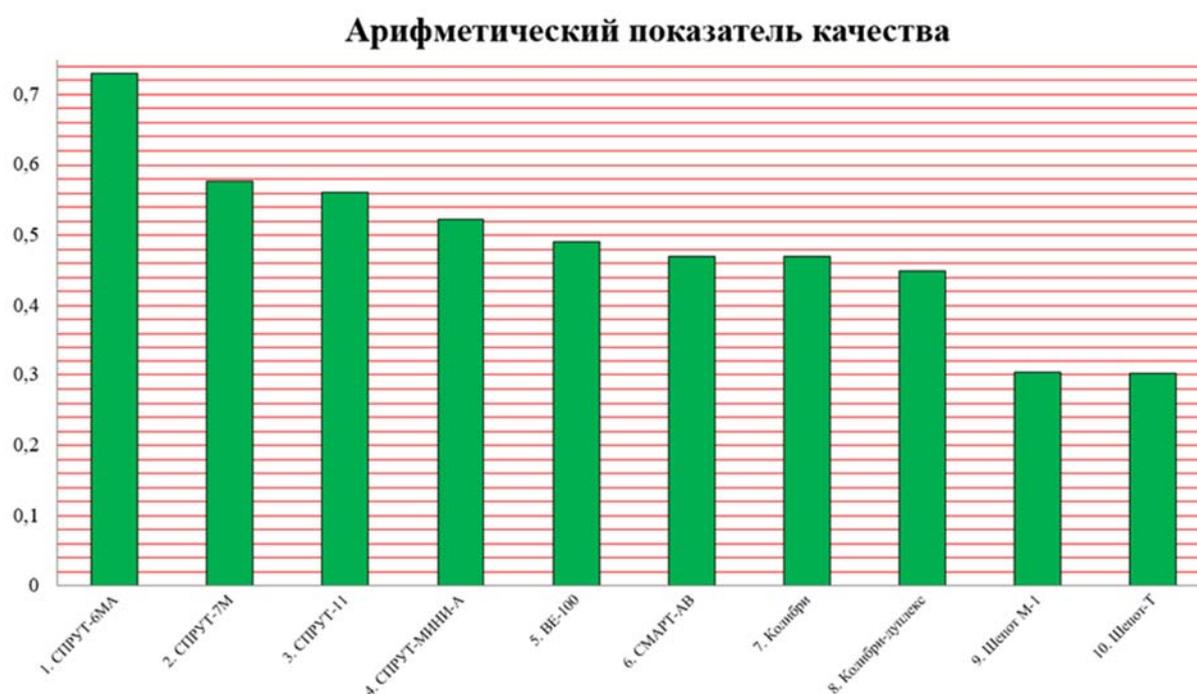


Рис. 2 Распределение комплексных арифметических показателей качества АПК

Как видно из рисунка 2, наиболее эффективными согласно комплексному арифметическому показателю качества будут следующие модели АПК, занявшие первые 3 места: «СПРУТ-6МА», которая значительно опережает другие, «СПРУТ-7М» и «СПРУТ-11» с соответствующими значениями арифметического показателя качества 0,730; 0,577; 0,560. Первые 3 места заняла линейка моделей «СПРУТ», а последние 2 места заняла линейка моделей «Шепот», что обусловлено их техническими характеристиками.

На рисунке 3 представлена столбиковая диаграмма, отражающая геометрический показатель качества по тем же моделям АПК.

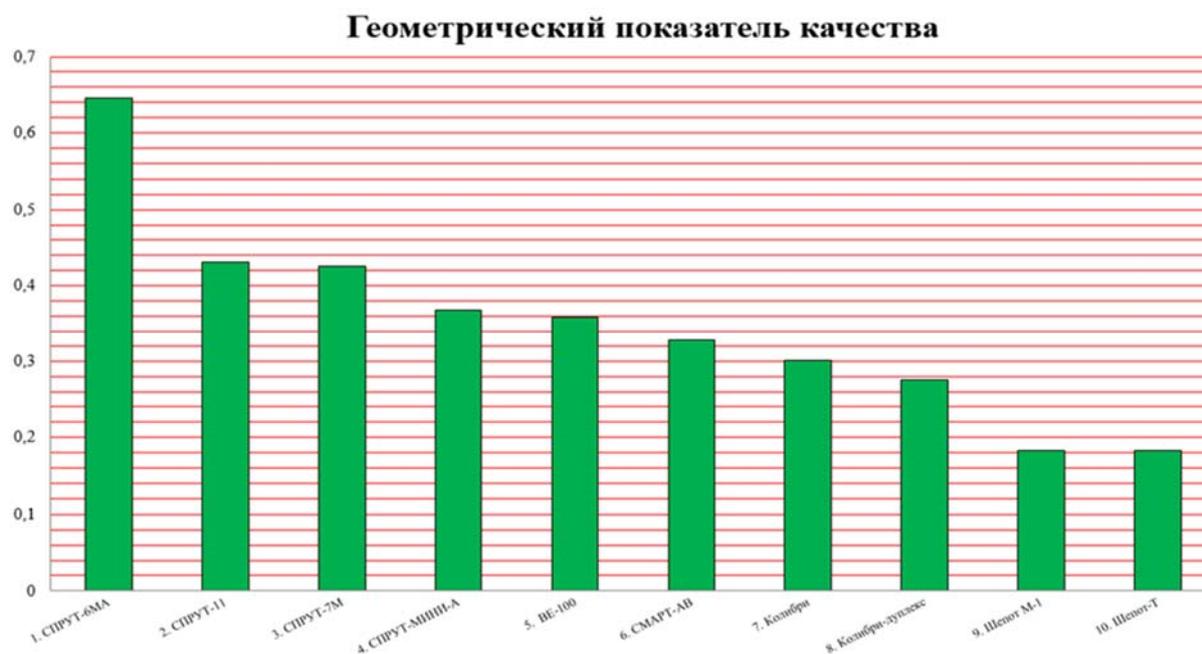


Рис. 3 Распределение комплексных геометрических показателей качества АПК

Как видно из рисунка 3, наиболее эффективными согласно комплексному геометрическому показателю качества будут следующие модели АПК, занявшие первые 3 места: «СПРУТ-6МА», которая значительно опережает другие, «СПРУТ-11» и «СПРУТ-7М» с соответствующими значениями геометрического показателя качества 0,646; 0,431; 0,426. Также, как и при арифметическом показателе видно, что первые 3 места и последние 2 места заняли те же модели, только модели, занявшие 2 и 3 места, поменялись местами.

Проведенный сравнительный анализ характеристик аппаратно-программных комплексов с использованием средневзвешенных арифметического и геометрического показателей качества позволяет провести объективную оценку эффективности различных моделей и выбрать оптимальное решение.

Дальнейшее развитие АПК предполагает расширение диапазонов частот (звукового давления и виброускорения) для обнаружения скрытых устройств съема информации, включая низкочастотные радиостетоскопы и высокочастотные цифровые закладки. Акцент может быть сделан на повышении чувствительности к низким уровням сигналов (дБ, м/с²), что критично для выявления миниатюрных устройств в условиях помех.

Интеграция алгоритмов искусственного интеллекта позволит автоматизировать анализ амплитудно-частотно-временных характеристик, прогнозируя новые угрозы с адаптивным кодированием. Развитие

многомодульных систем объединит акустический, вибрационный и радиоканальный анализ. Параллельно оптимизируется энергопотребление и массогабаритные характеристики, обеспечивая длительную автономную работу в полевых условиях. Эти шаги сделают такие комплексы универсальным инструментом против постоянно эволюционирующих средств несанкционированного съёма информации.

Литература:

1. Бузов Г. А. Защита информации ограниченного доступа от утечки по техническим каналам. – М.: Горячая линия-Телеком, 2020. – 586 с.
2. Комплексы для проведения акустических и виброакустических измерений СПРУТ-11 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.all-pribors.ru/opisanie/50422-12-sprut-11-53492>
3. Комплекс "Спрут-7М" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.infosecur.ru/product/sistemy-radiokontrolya-analizatory-spektra-antenny-i-mshu/programmno-apparatnye-kompleksy-dlya-provedeniya-spetsissledovaniy/kompleks-sprut-7m>
4. Шепот-М1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=6989&tbl=04.02.03>.
5. Смарт-АВ (на базе СКМ-21) комплект СКМ-21.2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.deep-electronics.ru/catalog/tehnicheskie-sredstva-zashchity-informatsii/attestatsiya-vydelennykh-pomeshcheniy/smart-av>
6. Алефиренко, В.М. Выбор состава технических средств для систем обеспечения безопасности // Доклады БГУИР. – 2017. – № 2 (104). – С. 39–44
7. Алефиренко В.М., Денскевич А.Д., Зубрицкий Е.Д. Анализ технических характеристик нелинейных локаторов с помощью комплексного арифметического показателя качества // Science Time. – 2024. – № 12 (131). – С. 82-86
8. Алефиренко В.М., Денскевич А.Д., Зубрицкий Е.Д. Анализ технических характеристик металлодетекторов с помощью комплексного геометрического показателя качества // Сетевое издание «Научные исследования XXI века». – 2025. – № 1 (33). – С. 6-10