

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕЛИНЕЙНЫХ ЛОКАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСНОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА

Денскевич А. Д., Зубрицкий Е. Д., Прорашина А. Л.

*Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Алефиренко В. М. – к.т. н., доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Приведены результаты расчетов комплексных показателей качества нелинейных локаторов. Показана диаграмма распределения комплексных показателей качества, которая позволяет осуществлять выбор наиболее подходящей модели.

Ключевые слова: нелинейные локаторы, принцип работы, технические параметры, комплексные показатели качества.

Введение. Нелинейный локатор представляет собой устройство, основной механизм функционирования которого базируется на излучении радиочастотного сигнала, вызывающего нелинейный отклик в исследуемом объекте. При переводе прибора в рабочий режим его антенна облучает объект, и при встрече с полупроводниковыми компонентами, такими как диоды или транзисторы, сигнал преобразуется с образованием гармонических частотных составляющих. Детектирующая система анализирует возвратный сигнал, фиксируя нелинейный отклик, что позволяет с высокой точностью идентифицировать наличие электронных компонентов даже в скрытых или неактивных устройствах [1].

В настоящее время на рынке технических средств обеспечения безопасности объектов представлено большое разнообразие моделей нелинейных локаторов, выпускаемых различными фирмами. Поэтому, выбор наиболее оптимальной по своим техническим параметрам модели представляет определенную трудность, так как требует анализа большого числа таких параметров, отличающихся своими количественными значениями.

Основная часть. Для решения этой проблемы можно использовать комплексный метод определения качества изделий, который позволяет учитывать все принятые во внимание технические параметры и их числовые значения [2, 3]. Комплексный метод оценки качества изделий предполагает использование комплексных показателей, в качестве одного из которых может использоваться средневзвешенный геометрический показатель, который определяется по формуле

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

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.

Поскольку технические параметры нелинейных локаторов имеют различные размерности, то для использования формулы (1) необходимо провести их нормировку, чтобы получить безразмерные значения. Нормировка может быть проведена с помощью выражения

$$K_{Hi} = \frac{k_i - k_{\text{кр}i}}{k_{\text{опт}i} - k_{\text{кр}i}}, \quad (2)$$

где k_i – исходное значение i -го единичного показателя; $k_{кр i}$ – критическое значение i -го единичного показателя; $k_{опт i}$ – оптимальное значение i -го показателя.

Исходные значения k_i должны лежать в пределах $k_{кр i} < k_i < k_{опт i}$ или $k_{опт i} < k_i < k_{кр i}$. Коэффициенты значимости α_{Hi} для формулы (1) должны выбираться таким образом, чтобы обеспечивалось условие

$$\prod_{i=1}^m \alpha_{Hi} = 1, \quad (3)$$

Тогда нормированные значения K_{Hi} будут лежать в пределах $0 < K_{Hi} < 1$.

В качестве единичных показателей для нелинейных локоаторов использовались такие технические параметры как мощность излучения, чувствительность каждого канала приёмника, несущая частота зондирующего сигнала передатчика, потребляемый ток, вес, масса комплекта в чемодане, габариты, рабочая температура, цена и гарантия.

Для сравнения было выбрано 16 моделей нелинейных локоаторов, выпускаемые различными фирмами [4].

Для определения численных значений комплексных показателей качества металлодетекторов необходимо предварительно подготовить и преобразовать исходные данные. После преобразований число параметров увеличилось до 13.

Для присвоения параметрам коэффициентов значимости был использован экспресс-метод определения коэффициентов значимости, суть которого заключалась в определении различных по важности групп параметров, каждой из которых присваивались свои диапазоны, выраженные в числовом виде и равностоящие друг от друга. Таким образом техническим характеристикам были выбраны значения от 1 до 10. Характеристикам были присвоены следующий приоритет: мощность излучения – 9, чувствительность каждого канала приёмника – 9, несущая частота зондирующего сигнала передатчика – 9, потребляемый ток – 8, вес – 7, масса комплекта в чемодане – 7, габариты – 6, рабочая температура – 8, цена – 6 и гарантия – 6.

Результаты расчетов, проведенные по формуле (1) с учетом выражений (2) и (3), в виде столбиковой диаграммы представлены на рисунке 1.

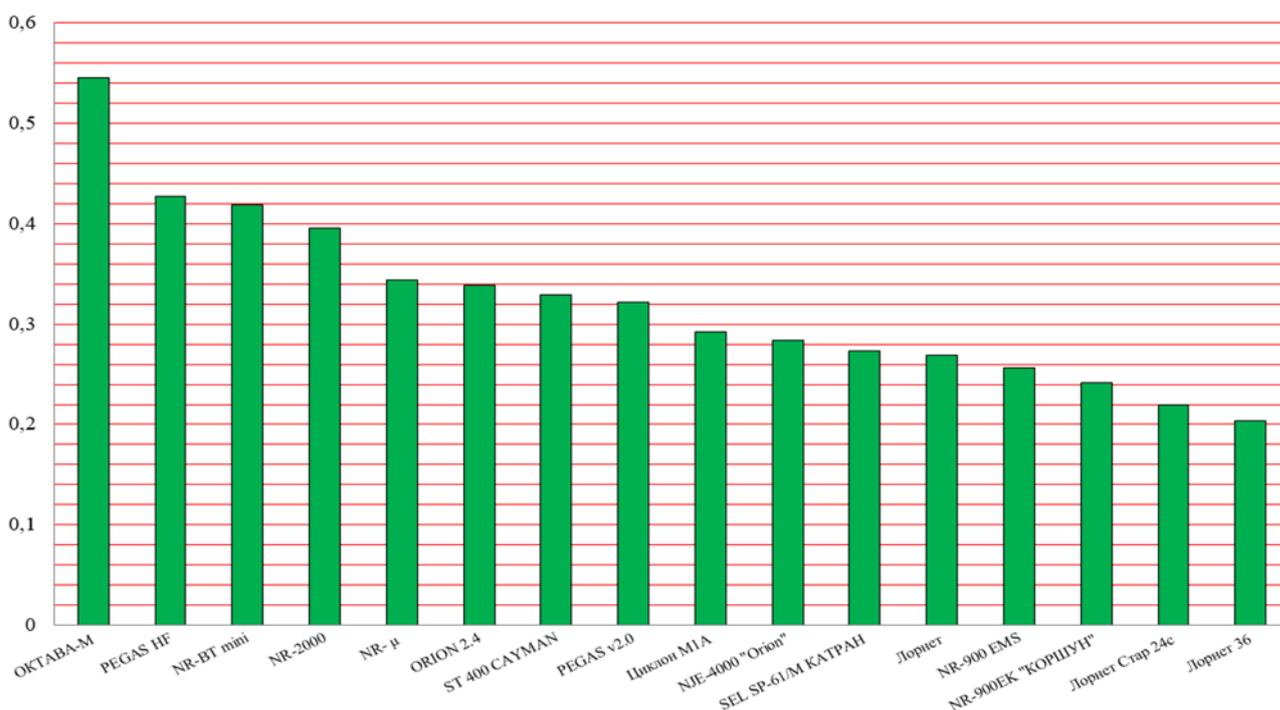


Рисунок 1 – Распределение комплексных показателей качества нелинейных локоаторов

Как показали результаты расчетов, наилучшие значения показателей качества были у модели ОКТАВА-М (0,546), на втором месте – PEGAS HF (0,427) и на третьем месте – NR-BT mini (0,419), общий вид которых показан на рисунке 2.



Рисунок 2 – Нелинейные локаторы: а – ОКТАВА-М; б – PEGAS HF; в – NR-BT mini

Заключение. Таким образом, определение качественных характеристик нелинейных локаторов, выраженных относительными численными значениями и комплексно учитывающих количественные значения технических параметров, позволило провести их сравнение и определить лучшую модель по выбранным для сравнения техническим параметрам.

Список литературы

1. Зачем нужен нелинейный локатор и как с ним работать [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://detsys.ru/article/zachem-nuzhen-nelineynyy-lokator/>. – Дата доступа: 06.03.2025.
2. Алефиренко, В.М. Выбор состава технических средств для систем обеспечения безопасности / В.М. Алефиренко // Доклады БГУИР. – 2017. – № 2 (104). – С. 39–44.
3. Алефиренко, В. М. Анализ технических характеристик металлодетекторов с помощью комплексного геометрического показателя качества / В. М. Алефиренко, А. Д. Денскевич, Е. Д. Зубрицкий // Научные исследования XXI века : сетевое издание. – 2025. – № 1 (33). – С. 6–10.
4. Каталог 2025. Средства противодействия экономическому шпионажу // INSIDE. Защиты информации. – 2025. – № 1 (121). – С. 53–87.

UDC 004.056.53

ANALYSIS OF THE TECHNICAL CHARACTERISTICS OF NONLINEAR LOCATORS USING A COMPLEX GEOMETRIC QUALITY INDICATOR

Denskevich A.D., Zubritskiy E. D., Prorashneva A. L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alefirenko V. M. – Cand. of Sci., associate professor of the department of ICSD

Annotation. The results of calculations of complex quality indicators of nonlinear locators are presented. A diagram of the distribution of complex quality indicators is shown, which allows selecting the most appropriate model.

Keywords: nonlinear locators, operating principle, technical parameters, comprehensive quality indicators.