



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*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: leyson@tut.by

*Асиненко Алексей Михайлович,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

E-mail: asinenko2016@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты расчетов комплексных показателей качества переносных комплексов для радиоэлектронного подавления беспилотных летательных аппаратов. Показана диаграмма распределения комплексных показателей качества, которая позволяет осуществлять выбор наиболее подходящей модели переносного комплекса.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, радиоэлектронное подавление, переносные комплексы, технические параметры, комплексные показатели качества.

Стремительное развитие технологий беспилотной авиации значительно повысили автономность и дальность действия, а также существенно расширили спектр задач, решаемых беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) [1]. В связи с этим, остро встает вопрос защиты объектов от несанкционированного проникновения таких аппаратов на их территорию. Для борьбы с БПЛА предлагается использовать различные методы и средства, начиная от его физического уничтожения боевыми средствами и заканчивая таким экзотическим средством как использование специально натренированных птиц

или сетей для ловли малогабаритных БПЛА [2]. Одним из способов борьбы с БПЛА является использование переносных комплексов радиоэлектронного подавления (ПКРП). Такие средства способны нейтрализовывать БПЛА на расстоянии до 2-х километров и автономно работать несколько часов, что в случае своевременного обнаружения БПЛА, позволяет достаточно эффективно бороться с ними.

В настоящее время на рынке технических средств обеспечения безопасности объектов представлено большое разнообразие моделей ПКРП, 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.

Для решения этой проблемы можно использовать комплексный метод определения качества изделий, который позволяет учитывать все принятые во внимание технические параметры и их числовые значения [3, 4]. Комплексный метод оценки качества изделий предполагает использование комплексных показателей, в качестве одного из которых может использоваться средневзвешенный арифметический показатель, который определяется по формуле

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

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 ПКРП 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; $k_{\text{кр}i}$ – критическое значение i -го единичного показателя; $k_{\text{опт}i}$ – оптимальное значение i -го показателя; $k_{\text{max}i}$ – максимальное значение i -го показателя; $k_{\text{min}i}$ – минимальное значение i -го показателя.

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

$$\sum_{i=1}^m \alpha_{Hi} = 1. \quad (3)$$

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

В качестве единичных показателей для ПКРП использовались такие технические параметры как дальность подавления, время непрерывной работы, диапазоны частот блокирования, диапазон рабочих температур, вес и габаритные размеры. Для сравнения было выбрано 32 модели ПКРП, выпускаемые различными фирмами [5–7].

Для определения численных значений комплексных показателей качества ПКРП необходимо предварительно подготовить и преобразовать исходные данные. Для этого необходимо:

- провести преобразование параметров, выраженных несколькими числовыми значениями, в параметры, выраженные одним значением;
- определить численные значения параметров, по которым информация в источниках отсутствует;
- назначить параметрам коэффициенты значимости;
- выбрать оптимальные и критические значения параметров для их нормирования;
- провести нормирование коэффициентов значимости.

После преобразований число параметров увеличилось до 12.

Для определения численных значений параметров моделей блокираторов связи, по которым информация отсутствовала, использовались средние значения показателей остальных моделей, по которым имелась информация и количество которых превышает количество первых.

Оптимальные и критические значения параметров были выбраны следующим образом:

- за оптимальное значение было взято значение на 5% превышающее максимальное значение из всех значений рассматриваемого параметра, если увеличение параметра приводит к увеличению качества, или значение на 5% меньше минимального значения из всех значений рассматриваемого параметра, если уменьшение параметра приводит к увеличению качества;
- за критическое значение было взято значение на 5% превышающее максимальное значение из всех значений рассматриваемого параметра, если увеличение параметра приводит к уменьшению качества, или значение на 5% меньше минимального значения из всех значений рассматриваемого параметра, если уменьшение параметра приводит к уменьшению качества.

Для присвоения параметрам коэффициентов значимости, которые не приводятся ни в одном из справочных источников, 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 [3; 4].

SCIENCE TIME

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

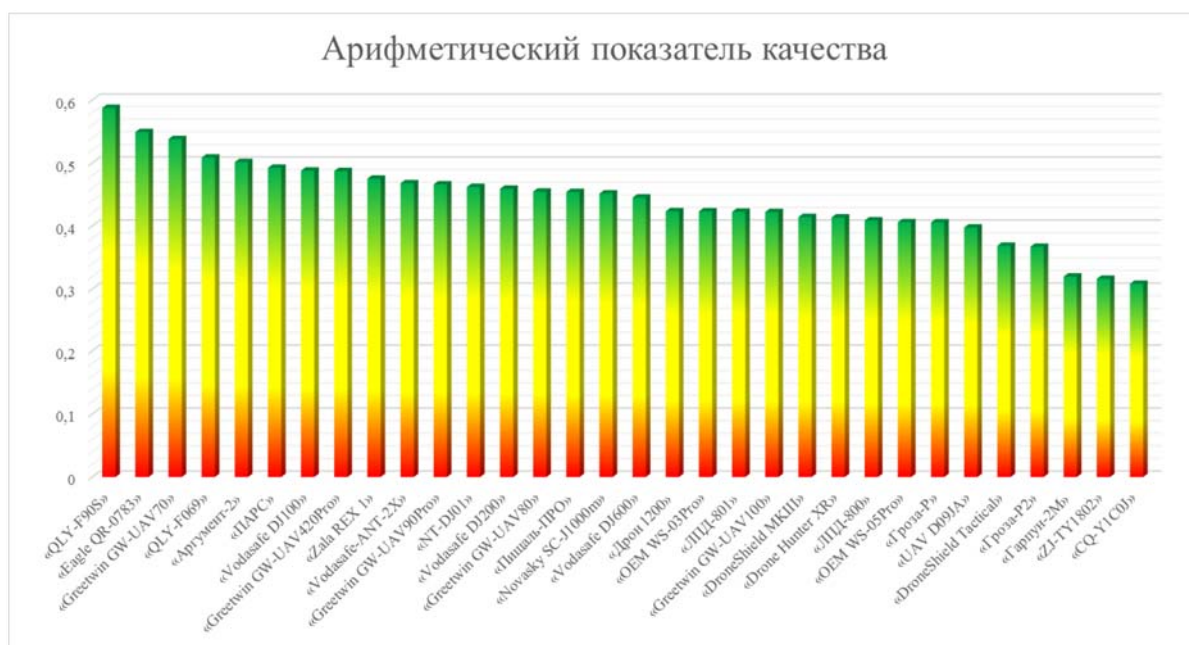


Рис. 1 Распределение комплексных показателей качества переносных комплексов радиоэлектронного подавления

Как показали результаты расчетов, наилучшие значения показателей качества были у модели QLY-F90S (0,59), на втором месте – Eagle QR-0783 (0,55) и на третьем месте – Greetwin GW-UAV70 (0,54), общий вид которых показан на рисунке 2.



Рис. 2 Переносные комплексы радиоэлектронного подавления:
а – QLY-F90S; б – Eagle QR-0783; в – Greetwin GW-UAV70

На диаграмме можно выделить 4 группы ПКРП с близкими показателями в каждой группе и отличающимися показателями от группы к группе: группа 1 (с 1 по 3 место с показателями от 0,59 до 0,54); группа 2 (с 4 по 17 место с

показателями от 0,51 до 0,45); группа 3 (с 18 по 27 место с показателями от 0,42 до 0,4); группа 4 (с 28 по 32 место с показателями от 0,37 до 0,31).

Таким образом, определение качественных характеристик ПКРП, 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.

Литература:

1. Васильев О.А. Тихий дрон / О.А. Васильев // Защита информации. INSIDE. – 2020. – №1. – С. 26-30.
2. Петровская М.Р. Состояние и перспективы развития средств защиты от БПЛА \ М.Р. Петровская, А.В. Лысов // Защита информации. INSIDE. – 2020. – №5. – С. 78-81.
3. Алефиренко В.М. Выбор состава технических средств для систем обеспечения безопасности / В.М. Алефиренко // Доклады БГУИР. – 2017. – № 2 (104). – С. 39-44.
4. Алефиренко В.М. Комплексный анализ технических характеристик блокираторов сотовой связи и беспроводного доступа / В.М. Алефиренко, А.Д. Денскевич, А.М. Асиненко // Science Time. – 2022. – № 6 (102). – С. 5-9.
5. Каталог 2022. Средства противодействия экономическому шпионажу // Защита информации. INSIDE. – 2022. – С. 49-89.
6. Системы подавления БПЛА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infosecur.ru/product/dosmotrovaya-i-antiterroristicheskaya-tekhnika/sistemy-protivodeystviya-bespilotnym-letatelnyum-apparatam-podaviteli-bpla/> (дата обращения: 25.08.2022)
7. Системы обнаружения и нейтрализации дронов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kogr.org/catalog/antiterroristicheskoe_oborudovanie/sistemy_obnaruzheniya_i_neytralizatsii_dronov/ (дата обращения: 25.08.2022)