

АНАЛИЗ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ РАССЕЯНИЯ ТИПОВЫХ МАЛОРАЗМЕРНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Е Каунг Мьят, магистрант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Институт информационных технологий, г. Минск, Республика Беларусь*

Храменков А.С. – канд. техн. наук, доцент

Радиолокационное наблюдение малоразмерных беспилотных летательных аппаратов (БЛА) не теряет своей актуальности на фоне развития оптических, акустических и радиотехнических систем. Это объясняется универсальностью радиолокаторов, высокой дальностью обнаружения и точностью измерения координат цели. Основной проблемой при обнаружении малоразмерных БЛА является низкое значение эффективной площади рассеяния (ЭПР), которое в значительной мере зависит от ракурса. Поскольку ракурс наблюдаемой цели является случайной величиной, то характер изменения ЭПР в процессе наблюдения также будет случайным. Оценка закона распределения ЭПР может быть полезна для разработки математической модели отраженного сигнала от БЛА, а также для оценки потенциальной дальности обнаружения.

В рамках научных исследований проводился анализ вида плотности распределения вероятности (ПРВ) ЭПР типовых малоразмерных БЛА (квадрокоптер, одномоторный, схема крыло) по данным электродинамического моделирования в CST STUDIO SUITE 2019 [1]. Исследования проводились на частотах 3, 9,3, 12 ГГц. В качестве объектов наблюдения выступали трехмерные модели БЛА взятые с веб-сайта GrabCAD.com. На рисунке 1 представлен внешний вид исследуемых малоразмерных БЛА.

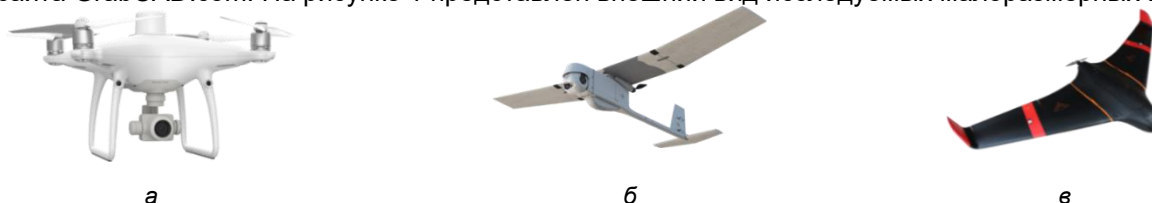


Рисунок 1 – Внешний вид типовых малоразмерных БЛА: а – DJI Phantom 3 PRO (квадрокоптер), б – Euclid (одномоторный), в – Skywalker-X8 (схема крыло)

В качестве гипотетических ПРВ выступали: экспоненциальное, Вейбулла, Сверлинга 3(4), лог-нормальное, гамма, Рэлея [2]. Оценка вида ПРВ проводилась в 2 этапа. На первом этапе гипотезы принимались/отвергались по критерию согласия Колмагорова-Смирнова [3]. На втором этапе из принятых гипотез по информационному критерию Акаике [4] принималась одна гипотетическая ПРВ.

Таблица 1 – Результаты расчетов: оценка вида закона распределения ЭПР МБЛА

<i>DJI Phantom 3 PRO</i>	<i>Euclid</i>	<i>Skywalker-X8</i>
3 ГГц		
Экспоненциальное с $\lambda = 141,3$	Гамма с $\lambda = 0,5, \alpha = 0,6$	Экспоненциальное с $\lambda = 0,2$
9,3 ГГц		
Экспоненциальное с $\lambda = 42,7$	Экспоненциальное с $\lambda = 273,0$	Экспоненциальное с $\lambda = 95,9$
12 ГГц		
Экспоненциальное с $\lambda = 31,5$	Экспоненциальное с $\lambda = 265,9$	Экспоненциальное с $\lambda = 205,0$

В результате исследований были оценены ПРВ малоразмерных БЛА различных типов с помощью критериев Колмогорова-Смирнова и Акаике по данным электродинамического моделирования в CST STUDIO SUITE 2019. Таким образом, наиболее точно форма ПРВ ЭПР малоразмерных БЛА согласуется с показательным распределением, что соответствует модели Сверлинга 1 (2). Необходимо отметить, что в ряде случаев наблюдается соответствие и другим ПРВ, что требует дополнительных исследований и использование данных, полученных экспериментальным путем. Электродинамическое моделирование возможно использовать для предварительной оценки характеристик ЭПР БЛА с последующей верификацией экспериментальными данными.

Список использованных источников:

1. Курушин, А.А. Проектирование СВЧ устройств в среде CST Microwave Studio / А.А. Курушин, А.Н. Пластиков. – Москва: Издательство МЭИ, 2011. – 155 с.
2. Вадзинский, Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям / Р. Н. Вадзинский. – СПб. : Наука, 2001. –295 с.
3. Лемешко, Б.Ю. Непараметрические критерии согласия / Б.Ю. Лемешко. – Москва: «ИНФРА-М», 2014. –163 с.
4. Akaike, H. A new look at the statistical model identification // IEEE Trans. on Automatic Control, 1974, Vol.19, №6. – P. 716–723.