

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ОТРАЖАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ В ИНТЕРЕСАХ РАСПОЗНАВАНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ПТИЦ

Храменков А. С., Чигряй В. Г.
Военная академия Республики Беларусь
Минск, Республика Беларусь
E-mail: xras.tech@gmail.ru, chigriay.vasil@yandex.by

В докладе представлены результаты оценивания диапазонов возможных значений ЭОП малоразмерных беспилотных летательных аппаратов и птиц на частотах 3, 9,3 12 и 34 ГГц для линейной горизонтальной и вертикальной поляризации. Исследования ЭОП проводились методом электродинамического моделирования в САПР CST STUDIO SUITE 2019.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается тенденция повышения популярности и широкого применения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов (МБЛА) в гражданской сфере. Многие из них приобретаются в любительских целях, другие используются в коммерческих целях, таких как аэрофотосъемка и геодезия. Следует отметить, что в зонах боевых действий коммерчески доступные МБЛА могут использоваться в военных интересах. Схожесть сигнатур МБЛА и птиц создает значительные трудности при ведении радиолокационного контроля полетов [1].

Решение задачи радиолокационного распознавания с использованием мощностных радиолокационных портретов (РЛП) предполагает оценивание эффективной отражающей поверхности (ЭОП) цели. В рамках научных исследований проводился анализ статической ЭОП МБЛА трех типов и птиц в зависимости от их ориентации относительно радиолокатора. Численные значения ЭОП были получены путем электродинамического моделирования в CST STUDIO SUITE 2019 компании CST (Германия) для частот 3, 9,3 12 и 34 ГГц на линейной горизонтальной и вертикальной поляризациях относительно строительной оси МБЛА и продольной оси птиц [2].

I. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для оценки возможности применения признака ЭОП в интересах распознавания была проведена оценка степени перекрытия значений ЭОП применительно к различным распознаваемым классам. На основании результатов, полученных путем электродинамического моделирования, были оценены диапазоны значений ЭОП МБЛА и птиц.

На рисунке 1 приведены диапазоны возможных значений ЭОП МБЛА 3 типов (квадрокоптеры, самолетного типа, летающее крыло) и птиц на 4 частотах зондирующего сигнала (ЗС).

Анализ возможных значений ЭОП классов МБЛА и птиц показал, что на частоте 3 ГГц наблюдается повышение значений ЭОП МБЛА

«самолетного типа» и типа «летающее крыло». Это обусловлено соотношением линейного размера цели l к длине волны близким к $l/\lambda \approx 1$, что соответствует резонансной области [3]. При этом ЭОП квадрокоптеров и птиц определяется рэлеевской областью ($l/\lambda \ll 1$) и характеризуется более низкими значениями [3]. На частоте ЗС 3 ГГц распознавание МБЛА и птиц будет наиболее эффективно для МБЛА, имеющих линейные размеры порядка нескольких метров, вследствие перехода в резонансную область [3]. Из результатов орнитологических исследований, было отмечено, что резонансный всплеск ЭОП птиц наблюдается на частоте 5 ГГц [4].

На частотах 9,3 ГГц и 12 ГГц резонансный характер изменения ЭОП наблюдается у классов «квадрокоптер» и «птицы». Следует отметить, что диапазоны значений ЭОП всех классов значительно перекрываются и не имеют ярко выраженных отличий. Использование частоты 34 ГГц показало, что численное значение ЭОП уменьшается, поскольку отношение соответствует оптической области, что численное значение ЭОП уменьшается, поскольку отношение $l/\lambda \gg 1$ соответствует оптической области также негативно отражается на решении задачи обнаружения и распознавания по мощностным отличиям [3]. На основании анализа диапазонов возможных значений ЭОП МБЛА и птиц на частоте ЗС 34 ГГц можно сделать вывод, что распознавание МБЛА и птиц будет иметь низкую вероятность, поскольку диапазоны значений ЭОП существенно перекрываются. Таким образом, решение задачи радиолокационного распознавания МБЛА и птиц по мощностному РЛП малоэффективно и возможно в ограниченных условиях, что подтверждается аналогичными исследованиями зарубежных ученых [5].

II. ВЫВОДЫ

В докладе представлены результаты анализа статической эффективной отражающей поверхности МБЛА и птиц в зависимости от их ориентации относительно радиолокатора. Исследования

ЭОП проводились методом электродинамического моделирования в САПР CST STUDIO SUITE 2019.

На основании полученных результатов были оценены диапазоны возможных значений ЭОП МБЛА и птиц. Оценка диапазонов показала, что на частотах зондирующего сигнала 9,3 ГГц и 12 ГГц резонансный характер изменения ЭОП наблюдается у классов «квадрокоптер» и «птицы», а на 3 ГГц всплеск значений ЭОП характерен для классов «самолетного типа» и «летающее крыло». Установлено, что использование мощностного РЛП малоэффективно и возможно в ограниченных условиях. Однако, использование оценок ЭОП целесообразно в качестве дополнительного отличительного признака для повышения эффективности решения задачи распознавания.

III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карякин, В. В. Беспилотные летательные аппараты – новая реальность войны / В. В. Карякин // Проблемы национальной стратегии. – 2015. – № 3 (30). – С. 130–145.
2. Курушин, А. А. Проектирование СВЧ устройств в среде CST Microwave Studio / А. А. Курушин, А. Н. Пластиков. – Москва: Издательство МЭИ, 2011. – 155 с.
3. Радиолокационные системы: учебное пособие, издание 2-е, под ред. А. И. Николаева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. – 349 с.
4. Ганя, И. М. Радиолокационная орнитология / И. М. Ганя, И. Н. Зубков, М. И. Котяцы. – Кишинев: Штиинца, 1993. – 220 с.
5. Interference of Radar Detection of Drones by Birds / Jiangkun Gong [et al.] // Progress In Electromagnetics Research. – 2019. – Vol. 81. – P. 1-11.

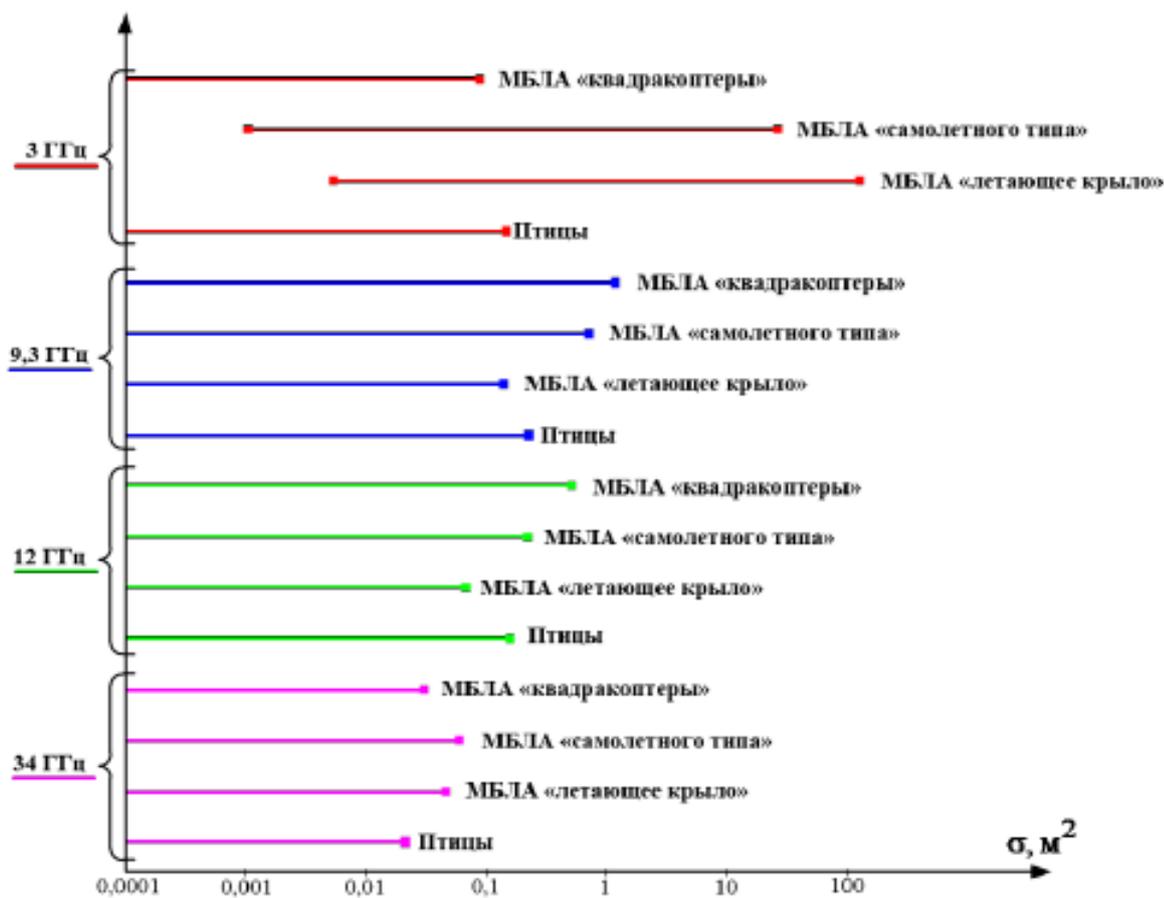


Рис. 1 – Диапазоны значений ЭОП МБЛА и птиц