



Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»

Воронежский государственный университет (ВГУ)



ТЕМА: Численный анализ эффективной площади рассеяния беспилотного летательного аппарата самолетного типа

Цель работы: анализ отражательных свойств беспилотного летательного аппарата «Анка-І» в диапазонах частот и секторах углов наблюдения

**Авторы: С.Н. РАЗИНЬКОВ, д.ф.-м.н., доцент
А.В. БОГОСЛОВСКИЙ, к.т.н.
Д.Н. БОРИСОВ, к.т.н., доцент**

1. Компьютерная модель беспилотного летательного аппарата самолетного типа «Anka-I»

Анализ эффективной площади рассеяния (ЭПР) беспилотного летательного аппарата (БЛА) «Anka-I» проводился для образца серийного производства в виде высокоплана с V-образным хвостовым оперением, выпускаемого аэрокосмической компанией Turkish Aerospace Industries, с 2010 года и обладающего следующими параметрами конструкции:

- длина фюзеляжа – 8,6 м;
- размах крыла – 17,5 м;
- высота (при убирающемся трехколесном шасси) – 3,25 м;
- угол при хвостовом оперении – 100 ;
- силовая установка – дизельный двигатель внутреннего сгорания с двойным турбонаддувом TEI-PD170 и трехлопастным толкающим винтом.

С использованием системы построения 3D-моделей SolidWorks с активизированными пакетами инструментов для кинематического и структурного анализа и проектирования изделий разработана объемная полноразмерная цифровая модель БЛА «Anka-I», вид которой приведен на рисунках 1-3. Основу цифровой модели объекта составляет нормальная аэродинамическая схема воздушного судна самолетного типа.

Разработка модели БЛА включала последовательные операции по созданию объемных деталей в виде частных трехмерных электронных моделей и их компоновки в единую структуру, согласно установленной проектной схеме.



Рисунок 1 – Горизонтальная проекция
БЛА самолетного типа «Анка-І»



Рисунок 2 – Фронтальная проекция
БЛА самолетного типа «Анка-І»

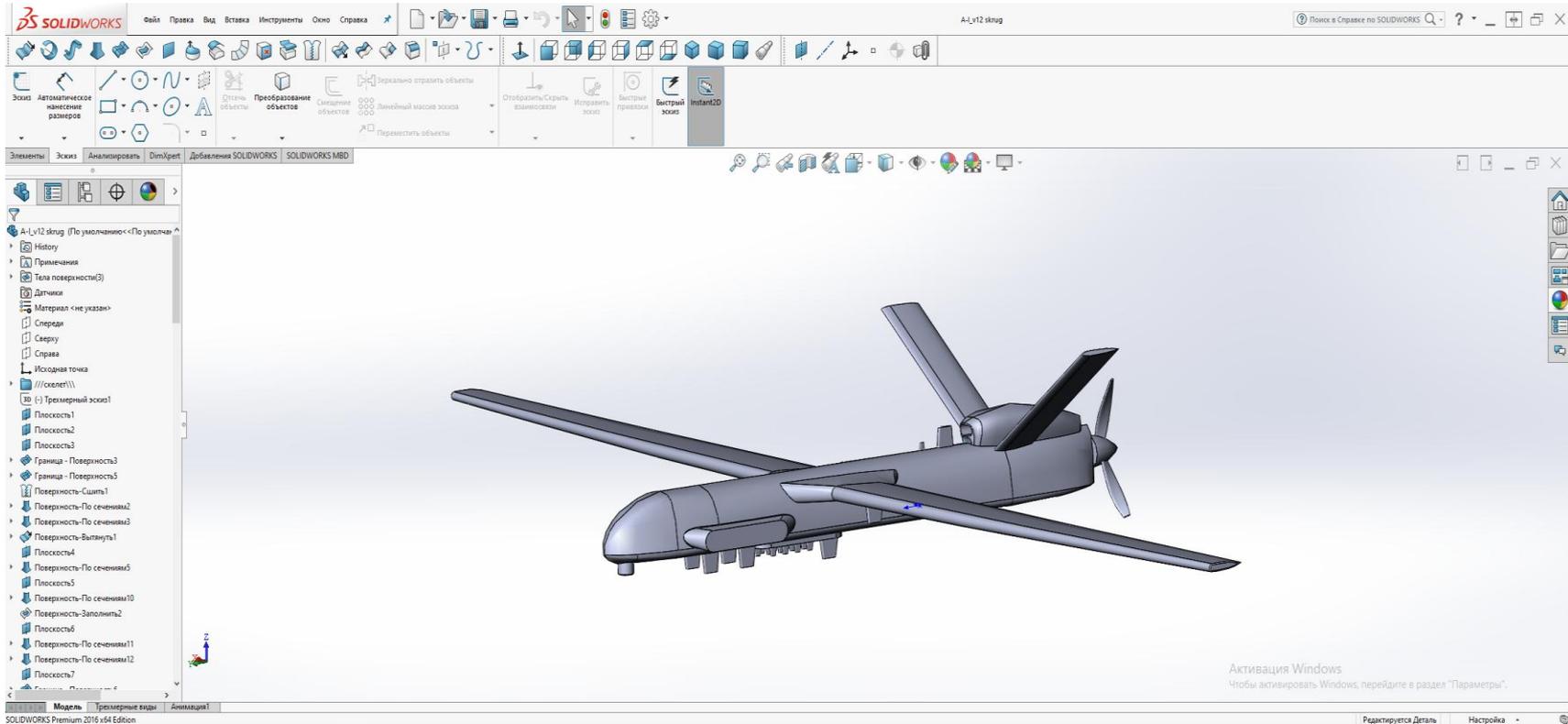


Рисунок 3 – 3D модель БЛА «Анка-І» в SolidWorks

В соответствии с объектно-ориентированным подходом данные цифрового формата для модельного представления БЛА из SolidWorks транслированы в графическое ядро программы электродинамического моделирования Altair FEKO

4

В пакете Altair FEKO на основе метода моментов решены краевые задачи возбуждения поверхностных токов фрагментов корпусов и с применением методов геометрической и физической оптики и быстрого мультипольного метода найдены поляризационные компоненты электрического поля в дальней зоне БЛА в виде суперпозиции полей элементарных площадок корпуса. Краевые задачи для поверхностных токов представлены системами интегральных уравнений Фредгольма второго рода в границах расчетных областей с тензорными функциями Грина. При аппроксимации и нахождении весовых коэффициентов распределения токов поверхности БЛА с криволинейными профилями представлялись наборами элементарных площадок треугольной формы. Компоненты поля, рассеиваемого объектом, вычислялись путем интегрирования произведений распределения поверхностных токов и функций элементарных источников по областям дискретизации.

Расчет ЭПР в диапазоне частот 5,2...5,5 ГГц выполнялся при покрытии корпуса БЛА аппроксимирующей сеткой из 44561 элемента со средней длиной стороны треугольника 0,05 см. Вид сетки представлен на рисунке 4.

Процедуры задания параметров модели для расчета поля и построения аппроксимирующей сетки БЛА в рабочем окне компьютерной программы Altair FEKO

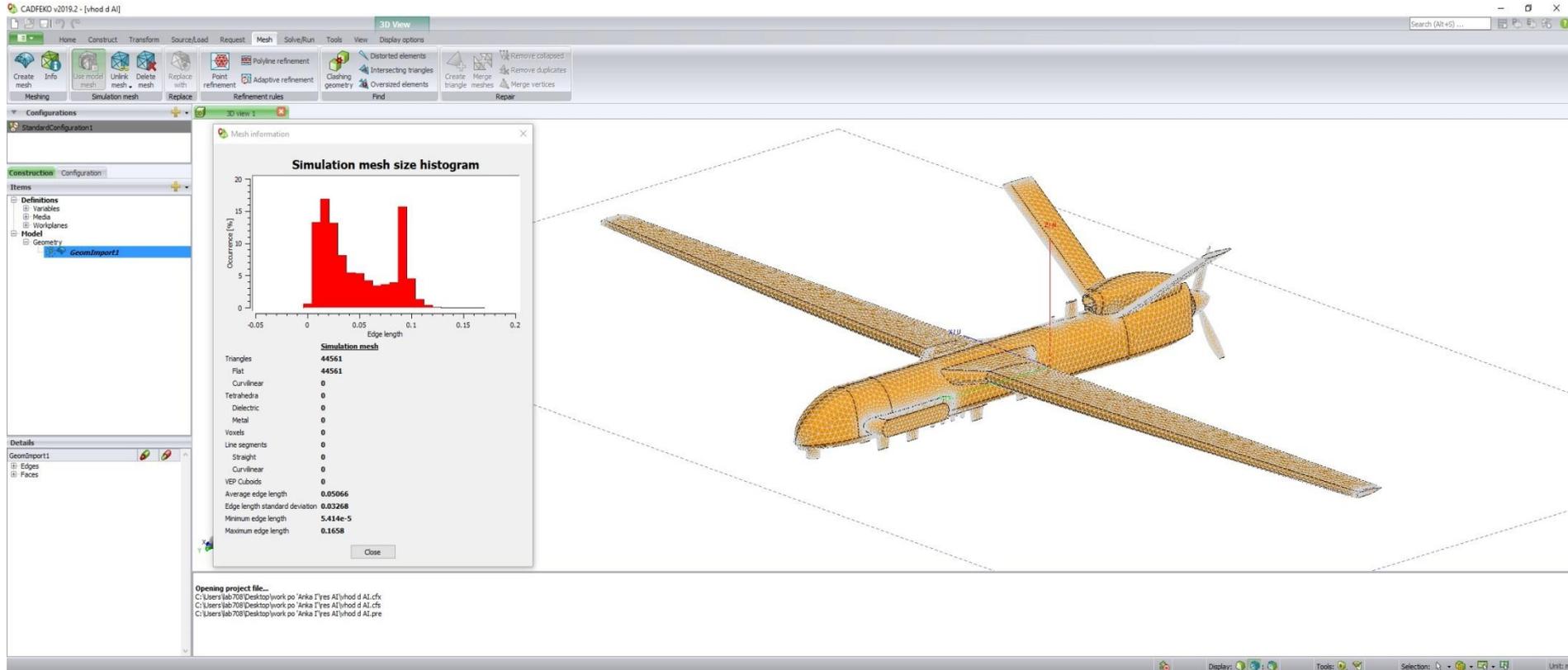


Рисунок 4 – Сетка разбиения поверхности БЛА «Анка-1» в программе электродинамического моделирования Altair FEKO

2. Анализ отражательных свойств БЛА «Анка-І»

6

На рисунке 5 приведена диаграмма рассеяния БЛА самолетного типа «Анка-І» в полярной системе координат, полученная при облучении с направления 120 плоской электромагнитной волной с линейной поляризацией и частотой 5,2 ГГц. На рисунке 6 представлено трехмерное распределение ЭПР объекта.

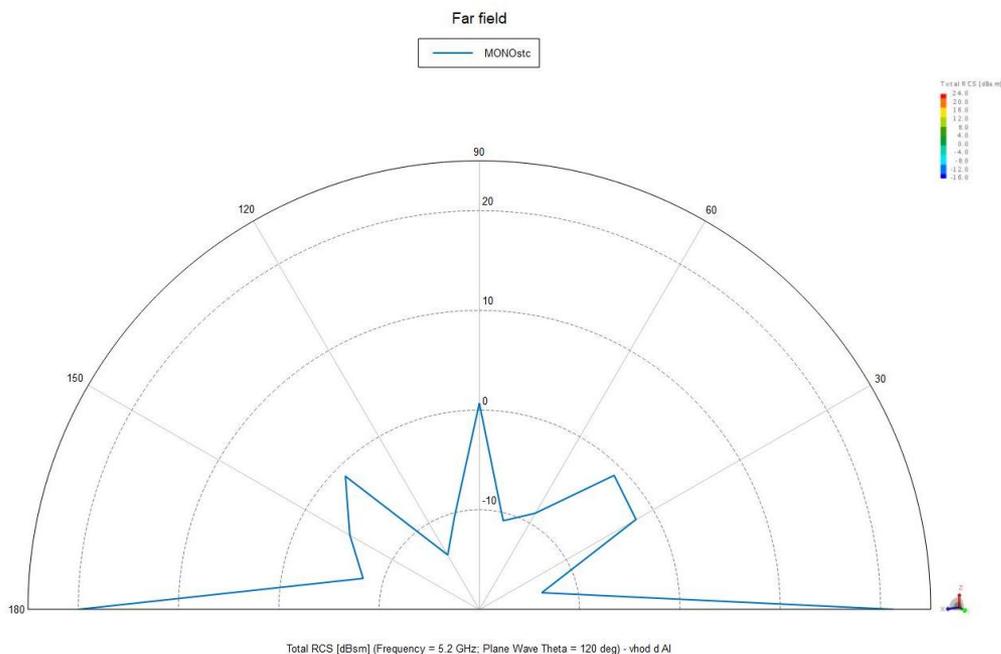


Рисунок 5 – Диаграмма рассеяния БЛА самолетного типа «Анка-І»

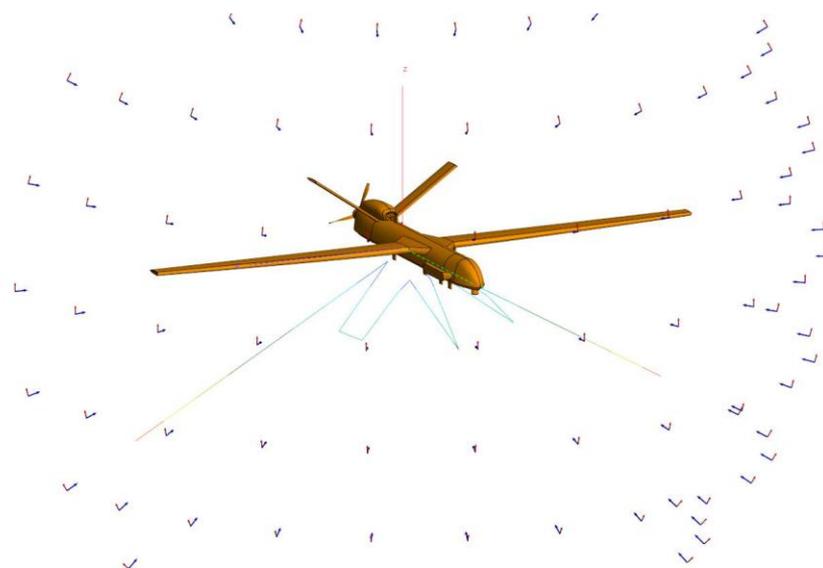


Рисунок 6 – Трехмерное распределение ЭПР БЛА «Анка-І»

В таблице приведены значения ЭПР исследуемого БЛА при различных углах облучения в диапазоне частот 5,2...5,5 ГГц

Таблица

Значения ЭПР БЛА самолетного типа «Анка-1»

Частота, ГГц	Величина ЭПР, м ²				
	$\theta = 0^\circ$	$\theta = 45^\circ$	$\theta = 90^\circ$	$\theta = 135^\circ$	$\theta = 180^\circ$
5,2	0,81	0,0515	0,2	0,0025	0,242
5,3	0,58	0,036	0,088	0,0011	0,275
5,4	0,72	0,04	0,085	0,0034	0,224
5,5	0,0011	0,057	0,12	0,0046	0,421

С использованием программы SolidWorks построена цифровая 3D-модель и по результатам численного решения краевых задач в системе Altair FEKO на электронно-вычислительном средстве с процессором Intel Core i7-10700K исследованы зависимости ЭПР средневысотного БЛА самолетного типа «Anka-I». Выявлены закономерности изменения его отражательных свойств в диапазоне частот при различных ракурсах наблюдения. Показано, что максимальные значения ЭПР объекта в диапазоне частот 5,2...5,5 ГГц лежат в пределах 0,12...0,81 м².

Полученные результаты позволяют оценить показатели скрытности применения БЛА и могут использоваться для обоснования направлений совершенствования систем контроля воздушного пространства.

На слайде представлены электронные адреса авторов доклада. Приглашаем уважаемых участников конференции к обсуждению результатов исследования и будем благодарны за критические замечания и пожелания.

Разиньков С. Н.

e-mail: razinkovsergey@rambler.ru

Богословский А. В.

e-mail: bogosandrej@yandex.ru

Борисов Д. Н.

e-mail: borisov@sc.vsu.ru
