

ОБЗОР СПОСОБОВ УМЕНЬШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ РАСSEИВАНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Рябченко В.Ю., магистрант; Паслён В.В., зав. каф., к.т.н., доц.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

При исследовании способов уменьшения эффективной поверхности рассеивания (ЭПР) объектов было выявлено, что объекты, обладающие простой геометрической формой, имеют меньшую ЭПР, чем комплексные объекты.

Сама эффективная поверхность рассеивания (ЭПР, от англ. – Radar Cross-Section, RCS) по Сколкину определяется как количественная мера отношения плотности мощности сигнала, рассеянного в направлении приемника, к плотности мощности радиолокационной волны, падающей на цель с учетом их векторных свойств [1].

$$\sigma_{\eta} = P_2 / P_1 \cdot D,$$

где P_2 — мощность вторичного излучения (поток энергии электромагнитной волны, рассеянный при падении на цель);

P_1 — плотность потока энергии, исходящей от источника облучения;

D — коэффициент направленного действия отражающего объекта [2].

В таблице 1 представлены средние значения ЭПР объектов, полученных в результате статического обобщения множества измерений на волнах сантиметрового диапазона [2].

Таблица 1 – ЭПР различных объектов

Наименование объекта	σ [м ²]
Самолёт-истребитель	3-12
Транспортный самолёт	40-70
Катер	50
Авианосец	50000
Автомобиль	3-10
Танк Т-90	29
Человек	0,8-1

Важным моментом является то, что при определении величины ЭПР объекта необходимо учитывать частоту, на которой работает радиолокационная станция. Зачастую, именно от этого параметра может зависеть «определяемость» объекта: объект простой геометрической формы, к примеру, сфера, на разных частотах будет иметь несколько различную ЭПР. На рисунке 1 представлено, как изменяется отражающая поверхность в зависимости от частоты.

Данное моделирование и все последующие выполнены с помощью программного продукта CST Microwave Studio, который позволяет осуществить задачу изучения ЭПР различных объектов в широком диапазоне частот. Моделирование выполняется в бистатическом, двухпозиционном режиме (Bistatic Scattering) – приемное и передающее устройства находятся в различных местах.

С комплексными объектами, состоящих из множества деталей простой геометрической формы, ситуация будет обстоять сложнее. Более того, такие цели разделяют на сосредоточенные и распределенные [3].

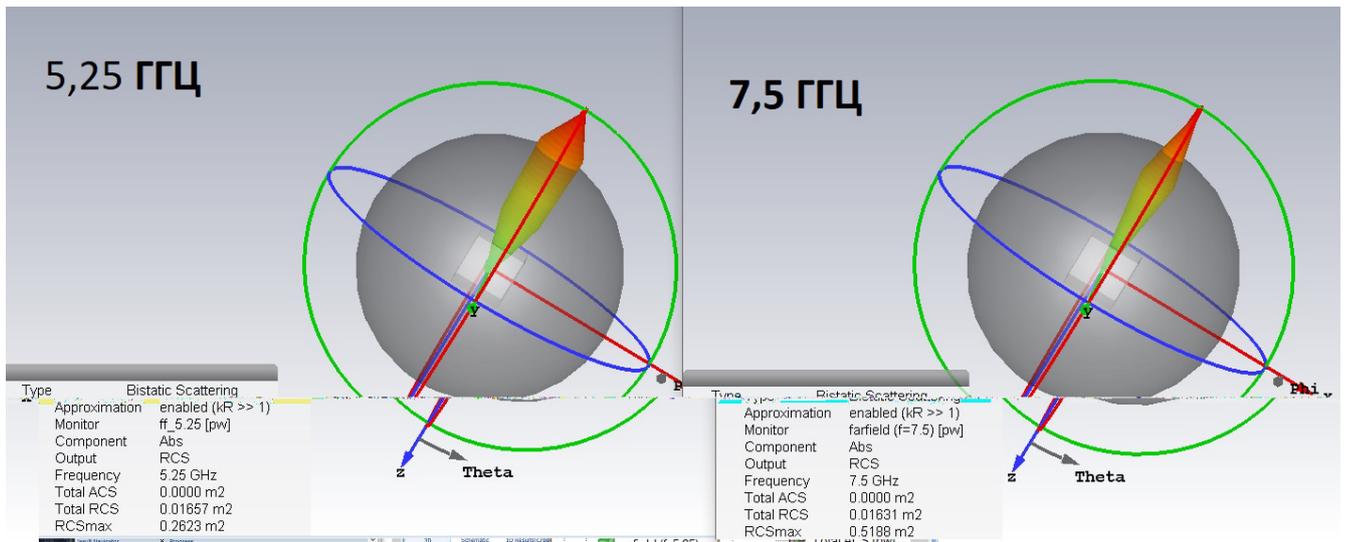


Рисунок 1 – ЭПР объекта на разных частотах

На рисунке 2 показана зависимость отраженной электромагнитной энергии от коэффициента, выраженного в отношении радиуса сферы к длине волны, падающей на объект.

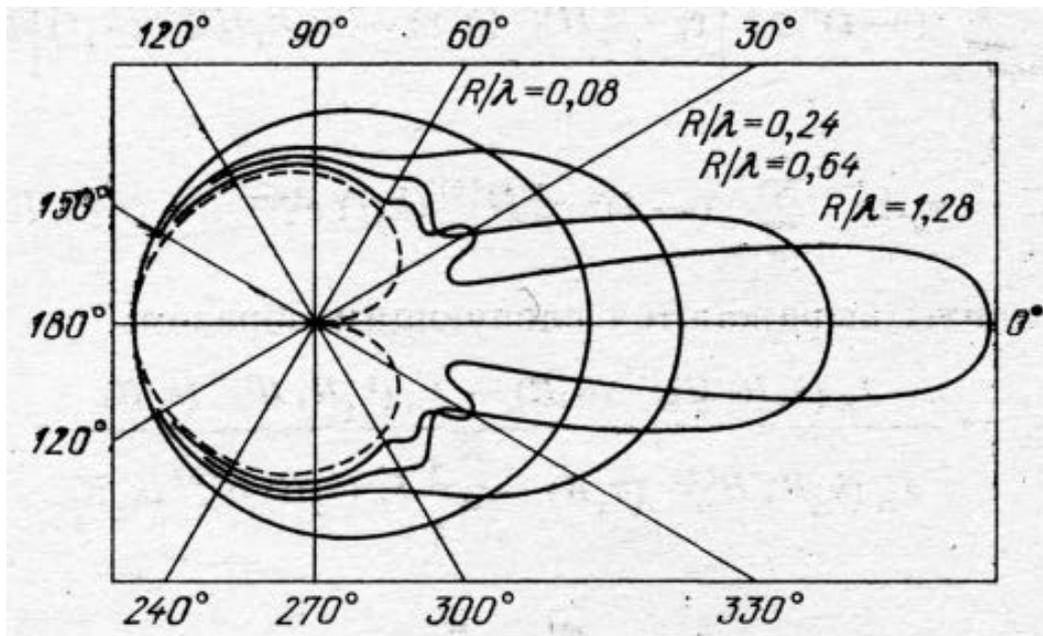


Рисунок 2 – Зависимость отраженного потока от отношения радиуса к длине волны

Как видно, чем больше данный коэффициент, тем больше отраженная энергия, но, при этом, уже. Это говорит о том, что отраженный сигнал всё больше сводится к понятию «блестящая точка», когда радиолокационным станциям такой объект виден точкой и чем меньше данное отражение по площади, тем выше вероятность обмана по уменьшению ЭПР.

На рисунке 3 смоделирована сфера, состоящая из металла, на которой подтверждается вышеуказанная зависимость. Радиус сферы 10 см, длина волны 30 см, соотношение $R/\lambda = 0,33$.

Одним из способов уменьшения ЭПР объекта является применение сферообразного обтекателя. Демидов О. А. и Паслён В. В. создали устройство для уменьшения эффективной поверхности рассеивания [4], которое имеет сферообразную форму, состоит из радиопрозрачного материала (пенопласта) и заполняется радиопоглощающим веществом (парами ртути). На рисунке 4 представлена модель устройства.

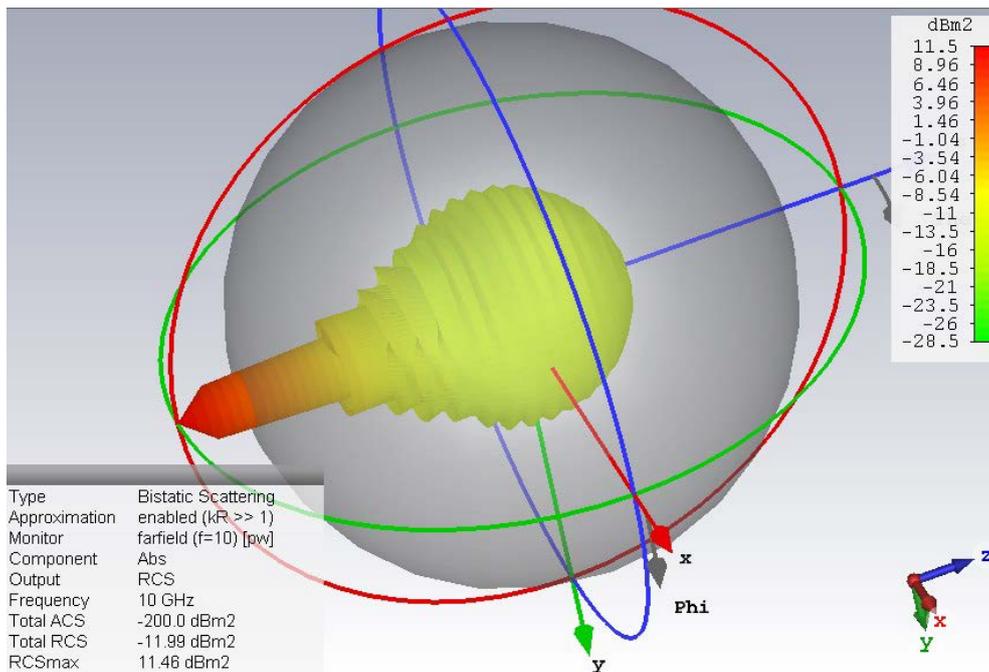


Рисунок 3 – ЭПР металлической сферы

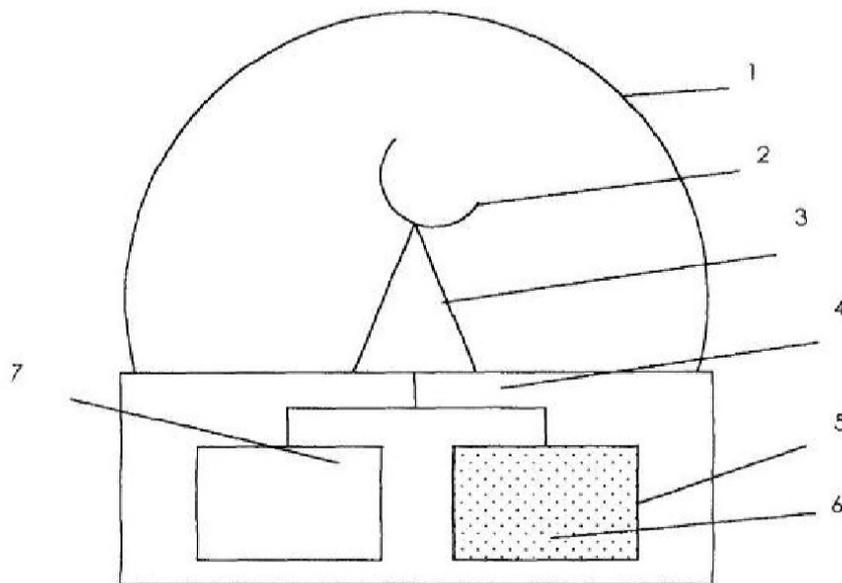


Рисунок 4 – Устройство для уменьшения ЭПР Демидова и Паслёна

Устройство состоит из: 1 – сам обтекатель, состоящий из пенопласта; 2 – раскрыв антенны; 3 – основа антенны; 4 – устройство для заполнения и откачки рабочей среды; 5 – камера с газообразной смесью; 6 – смесь; 7 – блок контроля параметров рабочей среды под обтекателем.

Устройство работает, наполняя всё пространство под обтекателем рабочей средой, к примеру, парами ртути. Это является наибольшим недостатком, поскольку осуществляется непосредственное воздействие на саму антенную систему, что может привести к ухудшению её рабочих параметров и повлиять на сам передающий сигнал.

В исследуемой работе рассматривается способ по уменьшению ЭПР, основанный на предшествующей работе. Предлагаемое устройство состоит из двух радиопрозрачных материалов, пространство между которыми наполняется радиопоглощающим веществом. На рисунке 5 приведен пример данного устройства.

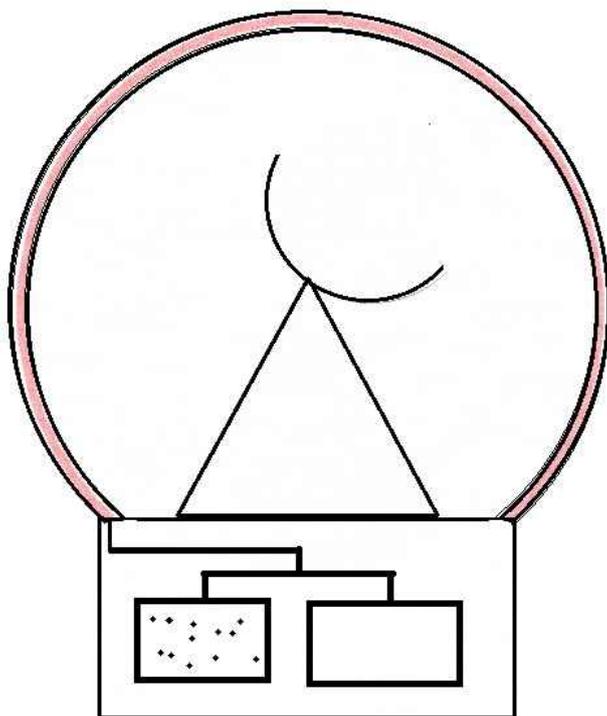


Рисунок 5 – Антенный обтекатель для уменьшения ЭПР

Преимуществом данного обтекателя является то, что радиоотражающее вещество, которое заполняет пространство между внешней и внутренней сферой обтекателя, не воздействует на антенную систему. Устройство разработано таким образом, чтобы данное вещество также откачивалось в защищенный резервуар, когда станция приступит к работе, а затем наполняло пространство, когда антенная система перейдет в режим радиомолчания. Радиопрозрачный материал (пенопласт) не вносит искажений в проходящий через него полезный сигнал, потому на работе станции постоянное размещение данного устройства не скажется.

Существует множество различных способов по изменению эффективной поверхности рассеивания объектов, которые осуществляются различными активными и пассивными методами. Активные методы заключаются в уменьшении ЭПР объектов путем формирования ложного СВЧ излучения. Пассивные методы влияют на размер ЭПР объекта, искривляя диаграммы вторичного обратного рассеивания. Данная работа по уменьшению ЭПР радиотехнических объектов с применением радиопоглощающей среды и радиопрозрачного материала относится к пассивным методам.

Перечень ссылок

1. Сколник, М. И. Справочник по радиолокации. Том 1. Основы радиолокации / М. И. Сколник ; под ред. Я. С. Иццоки. - Пер. с англ. под общей ред. К. Н. Трофимова. – Москва : «Сов. Радио», 1976. – 456 с.
2. Степанов, Ю. Г. Противорадиолокационная маскировка / Ю. Г. Степанов.— Москва : изд-во «Советское радио», 1968. — 144 с.
3. Филькенштейн, М. И. Основы радиолокации: Учебник для вузов / М. И. Филькенштейн. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Радио и связь, 1983. – 536 с.
4. Патент на корисну модель №91502 (UA). Пристрій для зменшення ефективної поверхні розсіювання антен / Демідов О. О. (UA), Пасльон В. В. (UA). – Бюл. №13, 10.07.2014.