

DOI: 10.30987/conferencearticle_5e028210a16b28.77480309
УДК 621.396.677

А.Н. Катруша

(г. Воронеж, Военно-воздушная академия имени профессора

Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина)

A.N. Katrusha (Voronezh, Air force Academy name of Professor

N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin)

РАСЧЕТ И АНАЛИЗ УРОВНЕЙ ИМПУЛЬСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ АПЕРТУРНОЙ АНТЕННЫ ПРИ ФОКУСИРОВКЕ

**CALCULATION AND ANALYSIS OF APERTURE ANTENNA PULSE RADIATION
LEVELS DURING FOCUSING**

На основе численных методов исследованы особенности импульсного излучения рупорной антенны в ближней и переходной зоне. Выявлены достижимые возможности фокусировки импульсного излучения в ближней зоне.

On the basis of numerical methods, the features of the pulse radiation of the horn antenna in the near and transition zone are investigated. Achievable possibilities of focusing pulsed radiation in the near zone are revealed.

Ключевые слова: излучение антенны, сверхкороткие импульсы, численные методы.

Keywords: antenna radiation, ultrashort pulses, numerical methods.

В настоящее время большое внимание уделяется исследованиям возможностей воздействия мощными сверхкороткими импульсами на радиоэлектронную аппаратуру [1-3]. Такой способ имеет ряд достоинств по сравнению с традиционным воздействием помехой по основному каналу приема. При этом может быть нарушено функционирование не только радиоприемных устройств, но и радиопередатчиков, а также различной офисной техники.

В работах [4-7] приведены результаты исследований пространственных и временных характеристик импульсного излучения при фокусировке в точке, расположенной на оси дисковой антенны. Однако проведенные исследования базируются на аналитических методах и позволяют лишь качественно оценить возможности фокусировки импульсного излучения антенны.

Рассмотрим излучающую рупорную антенну с круговым раскрытием радиусом R . Полагаем, что амплитудное распределение поля на раскрытии рупора задано. Геометрия задачи приведена на рисунке 1.

На рис. 1 обозначено: Q - точка наблюдения, F - точка фокусировки, ρ - расстояние от точки на апертуре антенны до центра апертуры, z_F - расстояние до точки фокусировки, r - расстояние от точки на апертуре

антенны до точки наблюдения. Задача заключается в нахождении характеристик импульсного излучения в заданной точке наблюдения Q .

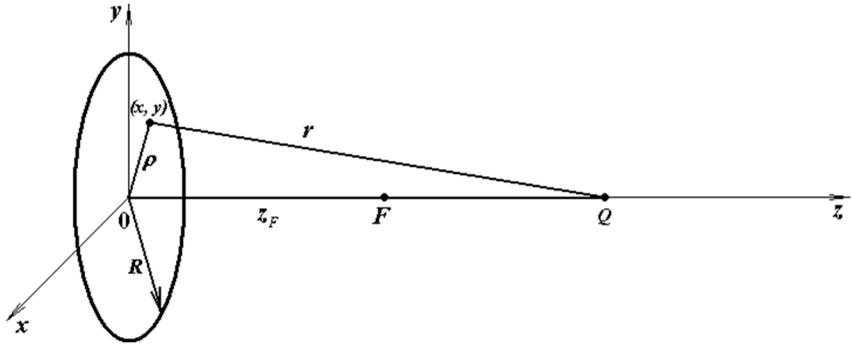


Рис. 1. Геометрия задачи излучения электромагнитного импульса

Рассмотрим случай возбуждения апертуры антенны биполярным импульсом поля. Временное представление импульса приведено на рисунке 2а. На рисунке 2б представлена частотная зависимость напряженности поля, возбуждающего апертуру антенны импульса, нормированная относительно максимального значения.

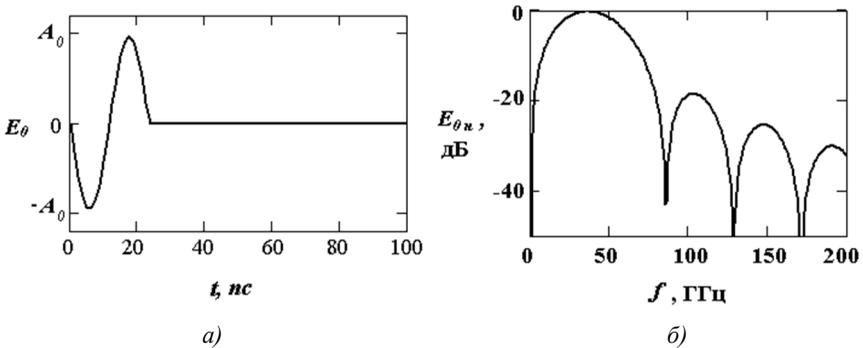


Рис. 2. Временное и частотное представление импульса, возбуждающего апертуру антенны

Парциальная напряженность поля на фиксированной частоте в точке наблюдения на оси антенны описывается выражением:

$$E(\omega) = \frac{ik}{4\pi} \cdot \int_S \frac{E_0(\omega) f(x, y) \exp(-ikr)}{r} dS,$$

где $E_0(\omega)$ - парциальная амплитуда напряженности поля возбуждающего аперттуру антенны импульса; $f(x, y)$ - функция распределения поля по раскрыву рупора; $r = \sqrt{\rho^2 + z^2}$ - расстояние от точки излучения на аперттуре антенны до точки наблюдения (рис. 1).

Для фокусировки импульсного излучения в данной точке необходимо аперттуру излучения возбуждать асинхронно, т.е. точки на раскрыве антенны возбуждаются с различной задержкой так, что в точку фокусировки от различных точек аперттуры импульсы приходят синхронно.

При этом в функцию распределения поля по аперттуре вводится дополнительный фазовый множитель, учитывающий неравномерность во времени возбуждения различных точек аперттуры $\exp(i\omega\Delta t)$, где Δt - время задержки импульса, приходящего в точку наблюдения от произвольной точки на аперттуре антенны, по отношению к центральной точке аперттуры.

При нахождении точки наблюдения в фокусе можем записать:

$$\Delta t = (z_{\rho F} - z_F)/c = \left(\sqrt{\rho^2 + z_F^2} - z_F \right) / c,$$

где $z_{\rho F}, z_F$ - расстояние от точки на аперттуре и от центра аперттуры антенны до точки фокусировки, соответственно; c - скорость света.

На рисунке 3 приведены результаты расчетов парциального множителя ослабления излучения на фиксированной частоте 40 ГГц (рис. 3а) и в полосе частот на фиксированном удалении от антенны $z = 20$ м (рис. 3б). При этом на рисунках приведены зависимости в отсутствие фокусировки (штриховая линия) и при фокусировке в точке на удалении $z_F = 20$ м от антенны (сплошная линия).

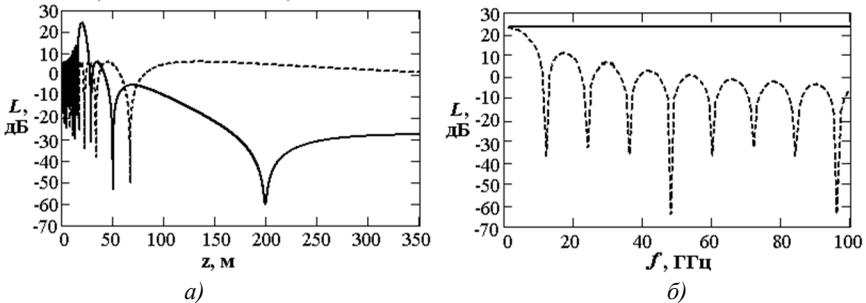


Рис. 3. Зависимости парциального множителя ослабления от удаления (а) и в широкой полосе частот (б)

Анализ рис. 3 показывает, что при фокусировке импульсного излучения множитель L в точке фокуса может значительно возрастать (на десятки децибел) по сравнению с его значением в отсутствие фокусировки, однако, при этом уровень множителя ослабления значительно снижается в других

точках (рис. 3а). Кроме того, парциальный множитель ослабления в точке фокусировки не зависит от частоты (рис. 3б), что объясняется синхронным сложением импульсов поля, создаваемых различными точками апертуры антенны.

Список литературы

1. *Авдеев, В.Б.* Помехи и сбои при воздействии мощных наносекундных импульсов на приёмо-передатчики сотовой и мобильной связи / В.Б. Авдеев, Д.В.Авдеева, А.В. Бердышев, Г.В. Макаров, С.Н. Панычев, А.П. Ярыгин // Известия ВУЗов. Радиоэлектроника. – 2004. – Т. 47. – № 10. – С. 47–53.

2. *Авдеев, В.Б.* Оптимальные частоты и квазиоптимальные импульсы в каналах передачи энергии для электромагнитного поражения радиоэлектронных объектов // Радиотехника. – 2002. – № 1. – С. 67–72.

3. *Авдеев, В.Б.* Методика оценки дальности функционального подавления мобильных радиостанций мощными сверхкороткими импульсами внутри здания / В.Б. Авдеев, А.В. Бердышев, А.Н. Катруша // Телекоммуникации. 2006. № 12. С. 18–21.

4. *Содин, Л.Г.* Импульсное излучение антенны (электромагнитный снаряд) // Радиотехника и электроника. – 1991. – Т. 36. – № 5. – С. 1014–1022.

5. *Содин, Л.Г.* Характеристики импульсного излучения антенны (электромагнитного снаряда) // Радиотехника и электроника. – 1992. – Т. 37. – № 5. – С. 849–857.

6. *Содин, Л.Г.* Импульсное излучение антенны // Радиотехника и электроника. – 1998. – Т. 43. – № 2. – С. 166–174.

7. *Содин, Л.Г.* Фокусировка электромагнитного снаряда // Радиотехника и электроника. – 1998. – Т. 43. – № 2. – С. 238–243.

Материал поступил в редколлегию 08.10.19.

DOI: 10.30987/conferencearticle_5e028210adac69.83965567

УДК 681.51

Э.Р. Латыпова, А.И. Ахметзянова, Р.Х. Ганцев
(г. Уфа, Уфимский государственный авиационный технический университет)

E.R. Latypova, A.I. Akhmetzyanova, R.Kh. Gantsev
(Ufa, Ufa State Aviation Technical University)

ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ ТИТАНА

PROCESS CONTROL INSTRUMENT FOR ELECTROCHEMICAL
POLISHING OF TITANIUM

Разработано измерительное устройство для управления процессом электрохимического полирования титановых изделий. Представлена структурная схема, блок-схема алгоритма работы устройства, 3D модель установки, проведено макетирование, показана эффективность его работы.