



**4-й Международный
радиоэлектронный форум
«Прикладная радиоэлектроника.
Состояние и перспективы
развития»**

МРФ–2011

Том I

КОНФЕРЕНЦИЯ

**«ИНТЕГРИРОВАННЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ
СИСТЕМЫ
И ТЕХНОЛОГИИ»**

Часть 1

Украина, г. Харьков, 2011

Сугак В.Г., Букин А.В., Бондаренко И. С., Сугак А.В. О ПРОТИВОРЕЧИИ ДАННЫХ ПОДПОВЕРХНОСТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ МОДЕЛЯМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОД ГРУНТА	281
Тишуков А.В., Ярыгин А.П. ЭФФЕКТИВНАЯ ПЛОЩАДЬ РАССЕЯНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ С РАЗЛИЧНЫМИ РАДИАЛЬНЫМИ ЗАКОНАМИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ	285
Ермак Г.П., Варавин А.В., Васильев А.С., Попов И.В. АВТОДИННЫЙ ДАТЧИК КОНТРОЛЯ ЗАНЯТОСТИ ПУТИ И СКОРОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	287
Мартынчук А.А. РЕШЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ РАДИОЛОКАЦИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПОЛНОГО ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВА	290
Михайлюк Ю.П., Начаров Д. В. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА КОРРЕКЦИИ ЦИФРОВЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ В СЛОЖНЫХ МЕТЕОУСЛОВИЯХ ...	297
Стрелков А.И., Жилин Е.И., Стрелкова Т.А., Бутрым Т.В. ОБНАРУЖЕНИЕ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ В ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ.....	299
Стрелков А.И., Кальной С.Е., Жилин Е.И., Коротков В.В. ОСОБЕННОСТИ ОБНАРУЖЕНИЕ СИГНАЛОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ В АКУСТООПТИЧЕСКОМ АНАЛИЗАТОРЕ СПЕКТРА	301
Стрелков А.И., Кальной С.Е., Стрелкова Т.А., Коротков В.В. О ВЛИЯНИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗВУКОВЫХ ЭФФЕКТОВ НА РАБОТУ АКУСТООПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА	304
Мочалин Е.В., Мурга В.В., Горельников С.А. РЕФРАКЦИЯ ЛУЧА В ПРИЗЕМНЫХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИИ.....	306
Мурга В.В., Любич И.В., Мельков С.М., Эссельбах Р.В. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЛОКАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ КАЛИБРОВКИ ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО НЕПОДВИЖНОЙ МИШЕНИ.....	311
Артюх А. В., Дорошенко В.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЯ ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА С КОНИЧЕСКИМ ОТРАЖАТЕЛЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО ТИПА	315
Басецкий В.Л., Зарудный А.А. МОДЕЛЬ ГЕНЕРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗЛУЧАТЕЛЯ РЕЗОНАНСНОГО ЛИДАРА.....	318
Басецкий В.Л., Зарудный А.А. ИЗЛУЧАТЕЛЬ ПОВЫШЕННОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЯРКОСТИ ДЛЯ ПЕРЕДАТЧИКА РЕЗОНАНСНОГО ЛИДАРА	321
Блишун А.П., Дорошенко В.А. МЕТОД СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ДИФРАКЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА НЕЗАКНУТОМ КОНИЧЕСКОМ ОТРАЖАТЕЛЕ.....	323
Богословский А.В., Разиньков С.Н. СИНТЕЗ ЩЕЛЕВЫХ РЕШЕТОК С НУЛЯМИ ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ И МАКСИМАЛЬНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ НАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ПОЛУОГРАНИЧЕННЫХ ПЛОСКОСТЯХ	325
Голубцов М.Е., Русов Ю.С. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ПАССИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ АДАПТИВНЫХ АНТЕНН КА-ДИАПАЗОНА	327
Козарь А.И. ВЛИЯНИЕ СКАЧКА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА РАССЕИВАЮЩИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЗОНАНСНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАГНИТОДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТРУКТУР	331
Оргиш П.И. СИНТЕЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ МІМО РЛС.....	335
Самоковит В.И., Седышев Ю.Н., Тютюнник В.А., Шевченко А.Ф. ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ГРАНИЦ ДАЛЬНЕЙ ЗОНЫ МНОГОЧАСТОТНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК С ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ТОКОВ В РАСКРЫВЕ.....	339

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЯ ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА С КОНИЧЕКИМ ОТРАЖАТЕЛЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО ТИПА

Артюх А. В., Дорошенко В.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

61166, г. Харьков, пр. Ленина, 14, каф. Высшей математики, тел. (057)-702-14-36

E-mail: ant_artjukh@mail.ru, a_y_2009@mail.ru

In this work the mathematical model of a slotted cone with the interior screen excitation by the magnetic radial dipole in time domain is considered. The problem solution algorithm includes the Green's function apparatus, Meler-Fock integral transforms and the method of Riemann-Hilbert problem. The original problem is reduced to a Fredholm type SLAE solution, and the rigorous solutions are derived. The numerical analysis for one of the magnetic field components depending on the time parameter and angular antenna characteristics is made.

Введение. Возбуждение импульсными источниками структурами специального вида, содержащих ленты, цилиндр, шар или конус, относится к актуальным задачам моделирования электродинамических процессов. Это обусловлено применением такого типа широкополосных антенн к разрешению проблем в радиотехнике, радиолокации, телевидении и космической связи.

Для исследования отраженного поля во временной области зачастую используются численные методы, которые позволяют избежать стандартную процедуру обращения с помощью преобразования Фурье. Однако область применимости данных методов ограничена условием на бесконечности. Поэтому для однозначной разрешимости поставленной задачи необходимо задать дополнительное, «поглощающее» условие, что вызывает определенные трудности. В связи с этим более приоритетными являются аналитические или численно-аналитические методы, которые позволяют проводить не только количественный, но и качественный анализ полученных результатов и не требуют введения «поглощающих» условий.

В работе используется аналитико-численный метод, позволяющий избежать процедуры обращения во временную область и введение «поглощающих» условий. Для этого применяется аппарат функции Грина, интегральное преобразование Мелера-Фока и метод регуляризации. В результате получено строгое решение, на основании которого проведен численный эксперимент для исследования поведения поля при изменении различных параметров антенны.

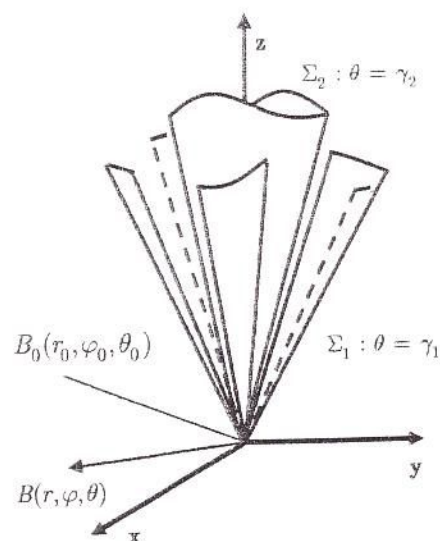
Цель работы: исследование модельной задачи импульсного возбуждения конической структуры специального вида.

Постановка задачи. Коническая антенна Σ состоит из двух полубесконечных идеально проводящих конусов Σ_1 (сплошной экран) и Σ_2 (конус со щелями) ($\Sigma = \Sigma_1 \cup \Sigma_2$) с углами полураскрыва γ_1 и γ_2 соответственно (Рис. 1).

В сферической системе координат конус Σ_j задается уравнением $\theta = \gamma_j$. Источником электромагнитных волн является магнитный радиальный диполь, расположенный в точке B_0 .

Для нахождения электромагнитного поля в присутствии конической структуры и источника вводим потенциал Дебая. Потенциал Дебая $v(\vec{r}, t)$, соответствующий отраженному от конической структуры полю, удовлетворяет следующим условиям в любой момент времени:

1) трехмерному волновому уравнению:



$$\left(\Delta - \frac{1}{a^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) v(\vec{r}, t) = -F(\vec{r}, t), \quad \vec{r} \notin \Sigma, \quad (1)$$

$$F(\vec{r}, t) = \frac{1}{\mu r} M_r \delta(\vec{r} - \vec{r}_0) f(t - t_0), \quad \varepsilon \mu = \frac{1}{a^2};$$

2) начальному условию:

$$v \equiv 0 \equiv \frac{\partial v}{\partial t}, \quad t \leq t_0; \quad (2)$$

3) краевому условию:

$$\frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{\partial v}{\partial t} \right) \Big|_{\Sigma} = 0 \quad (3)$$

4) условию ограниченности энергии.

В данной постановке задача математической физики (1) – (4) имеет единственное решение.

Метод решения. Для решения поставленной начально-краевой задачи воспользуемся аппаратом функции Грина $G(\vec{r}, t)$, которая связана с потенциалом Дебая соотношением:

$$v(\vec{r}, t) = \frac{M_r}{r_0 \mu} \int_0^{t-t_0} G(\vec{r} - \vec{r}_0, z) f(t - t_0 - z) dz.$$

Искомая функция $G(\vec{r}, t)$ может быть представлена в виде:

$$G(\vec{r}, t) = G_0(\vec{r}, t) + G_1(\vec{r}, t), \quad (4)$$

$$G_0(\vec{r}, t) = \frac{\delta[t - t_0 - R/a]}{4\pi R} \quad (5)$$

где $G_0(\vec{r}, t)$ – функция Грина в свободном пространстве и $G_1(\vec{r}, t)$ соответствует рассеянному полю. С целью нахождения функции Грина воспользуемся интегральным преобразованием Мелера-Фока:

$$G_1(\vec{r}, t) = \int_0^{+\infty} i h \pi \tau \hat{G}_1 P_{-1/2+i\tau} (chb) d\tau, \quad (6)$$

$$\hat{G}_1 = -\frac{a}{r} \eta \left(t - t_0 - \frac{r + r_0}{a} \right) \sum_{m=-\infty}^{+\infty} a_{m\tau} b_{m\tau}^p (\gamma_p, \theta_0) U_{m,i\tau}(\theta, \varphi), \quad p = 1, 2. \quad (7)$$

Здесь $a_{m\tau}$, $b_{m\tau}^p$ – известные коэффициенты, $U_{m,i\tau}(\theta, \varphi)$ – функция, описанная в [1] с неизвестными коэффициентами, для нахождения которых воспользуемся методом регуляризации. Вследствие использования краевого условия и условия сопряжения в щелях получаем СЛАУ 2-го рода фредгольмовского типа вида

$$y_0 \left(-A_{i\tau} + \ln \frac{1 - u_2}{2} \right) + \sum_{p=1}^{+\infty} y_p \frac{\tilde{\varepsilon}_{p,2}}{p} [P_p(u_2) + P_{-p}(u_2)] = \ln \frac{1 - u_2}{2} - A_{i\tau} C_{i\tau}, \quad (8)$$

$$y_0 [P_n(u_2) + P_{-n}(u_2)] + 2 \sum_{p=1}^{+\infty} y_p \tilde{\varepsilon}_{p,2} [V_{n-1}^{p-1}(u_2) + V_{-n-1}^{p-1}(u_2)] - 2y_n = P_n(u_2) + P_{-n}(u_2), \quad n \neq 0, \quad (9)$$

здесь $u_2 = \cos \frac{\pi d_2}{l}$, $P_n(u)$ – функция Лежандра,

$$A_{i\tau} = -\frac{1}{1 - C_{i\tau}} \frac{ch \pi \tau}{\pi \sin^2 \gamma_2} \frac{1}{\frac{d}{d\gamma_2} P_{-1/2+i\tau}(\cos \gamma_2) \frac{d}{d\gamma_2} P_{-1/2+i\tau}(-\cos \gamma_2)},$$

$$C_{it} = \frac{\frac{d}{d\gamma_1} P_{-1/2+i\tau}^{m+nN}(\cos \gamma_1) \frac{d}{d\gamma_2} P_{-1/2+i\tau}^{m+nN}(-\cos \gamma_2)}{\frac{d}{d\gamma_1} P_{-1/2+i\tau}^{m+nN}(-\cos \gamma_1) \frac{d}{d\gamma_2} P_{-1/2+i\tau}^{m+nN}(\cos \gamma_2)},$$

$$\left[N(n+\nu) \right] \frac{|n|}{n} (1 - \varepsilon_n^{(1)}) = \frac{(-1)^{(n+\nu)/N} \operatorname{ch} \pi \tau \Gamma(1/2 + i\tau + (n+\nu)N)}{\pi \Gamma(1/2 + i\tau - (n+\nu)N)} \frac{1}{P_{-1/2+i\tau}^{(n+\nu)N}(\cos \gamma_2) P_{-1/2+i\tau}^{(n+\nu)N}(-\cos \gamma_2)}.$$

После решения данной системы получим выражение для функции Грина, и, как следствие, для потенциала Дебая.

Численное решение. Численно изучено распределение составляющей поля H_θ во временной области при фиксированных расстояниях от источника до вершины конуса r_0 , расстоянии от вершины конуса до точки наблюдения r , угла полураскрыва конуса γ , угла θ точки наблюдения при условии, что $\theta > 2\gamma$ и $t > (r+r_0)/a$, где a — скорость распространения сигнала в среде. На рис. 2 даны кривые зависимости составляющей электрического поля H_θ от временного параметра ξ при различных фиксированных значениях ширины щели.

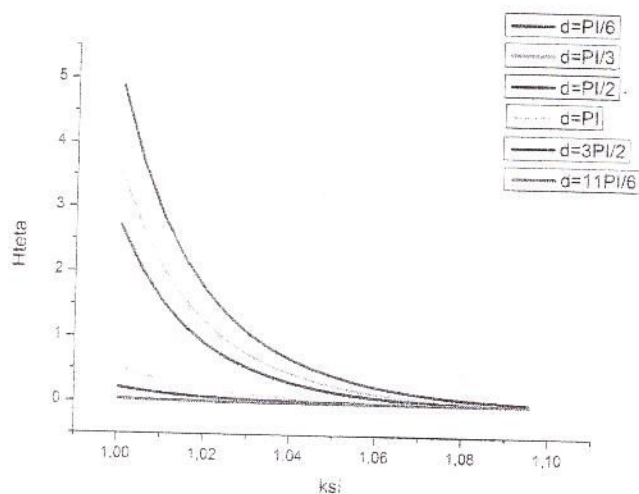


Рис. 2. Зависимость H_θ от ширины щели d .

Выводы. В работе проведено исследование модельной задачи импульсного возбуждения конической структуры специального вида. Строгое решение найдено с помощью аппарата функции Грина и интегрального представление Мелара-Фока. Показано, что решение электродинамической задачи эквивалентно решению системы алгебраических линейных уравнений с вполне непрерывным оператором. Найдено численное решение распределения одной из составляющих магнитного поля в зависимости от ширины щели.

Литература.

1. Дорошенко В. А., Кравченко В. Ф. Дифракция электромагнитных волн на незамкнутых конических структурах. / Под ред. В.Ф. Кравченко. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 272 с.
2. Борисов В.В. Электромагнитные поля неустановившихся токов. — СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1996. — 208с.