

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет

Посвящается 150-летию А.С. Попова

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
РАДИОТЕХНИКИ И
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
«РТ-2009»**

**Материалы 5-й международной молодёжной
научно-технической конференции**

**20 — 25 апреля 2009 г.
Севастополь, Украина**



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЕБЕР»
Севастополь 2009

УДК 621.317+621.37+537.86
ББК 32
С56

Редакционная коллегия:

Гимпилевич Ю.Б., д-р техн. наук, проф., зав. каф. — председатель
Савочкин А.А., канд. техн. наук, доцент — зам. председателя
Афонин И.Л., д-р техн. наук, доцент
Михайлюк Ю.П., канд. техн. наук, доцент
Тыщук Ю.Н., ассистент

Научный редактор:

Гимпилевич Ю.Б., д-р техн. наук, проф.

The volume contains 302 reviewed papers, which will be presented at sessions: radio and telecommunications systems and devices; antennas and microwave devices; measurements and parameters control of signals, circuits, materials and engineering processes; techniques and means of digital information processing and computer technologies; electromagnetic compatibility of radio-electronic devices; components of radio-electronic and telecommunication devices; use of radio engineering methods, devices and systems in industry; radio physics and radio astronomy; information technologies in the process of teaching. The proceedings incorporate papers of 462 authors from 61 educational and industrial institutions of 8 countries: Armenia, Belarus, Germany, Georgia, the Netherlands, Russia, Ukraine and Turkey.

The conference proceedings are also released on CD.

The edition is intended for the wide circles of professionals in radioengineering and telecommunications. It will also be useful for graduate and postgraduate students who specialize in radioelectronics, telecommunications and radiophysics.

У збірку матеріалів включені 302 доповіді, що пройшли рецензування, і будуть представлені на секціях: радіотехнічні і телекомунікаційні системи і пристрої; антени і пристрої мікрохвильової техніки; вимірювання і контроль параметрів сигналів, кіл, матеріалів і технологічних процесів; методи і засоби цифрової обробки інформації і комп'ютерні технології; електромагнітна сумісність радіоелектронних засобів; компонентна база радіоелектроніки і телекомунікацій; застосування радіотехнічних методів, пристроїв і систем в народному господарстві; радіофізика і радіоастрономія; інформаційні і дистанційні технології в учбовому процесі. У збірці представлені доповіді 462 авторів з 61 учбового закладу і підприємства 8 країн: Вірменії, Білорусі, Німеччини, Грузії, Нідерландів, Росії, України, Туреччини.

Матеріали конференції видані також на компакт-диску.

Збірка призначена для широких кіл фахівців в області радіотехніки і телекомунікацій. Збірка також буде корисна студентам і аспірантам радіотехнічних, телекомунікаційних і радіофізичних факультетів вузів.

Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций (РТ-2009) : материалы
С56 5-й междунар. молодёжной научн.-техн. конф. / Севастопольский нац. технический ун-т.
Севастополь, 20 — 25 апреля 2009 г. — Севастополь : изд-во «Вебер», 2009. — 351 с.

ISBN 978-966-335-251-0

В сборник материалов включены 302 прошедших рецензирование доклада, которые будут представлены на секциях: радиотехнические и телекоммуникационные системы и устройства; антенны и устройства микроволновой техники; измерение и контроль параметров сигналов, цепей, материалов и технологических процессов; методы и средства цифровой обработки информации и компьютерные технологии; электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств; компонентная база радиоэлектроники и телекоммуникаций; применение радиотехнических методов, устройств и систем в народном хозяйстве; радиофизика и радиоастрономия; информационные и дистанционные технологии в учебном процессе. В сборнике представлены доклады 462 авторов из 61 учебного заведения и предприятия 8 стран: Армении, Беларуси, Германии, Грузии, Нидерландов, России, Украины, Турции.

Материалы конференции изданы также на бумаге.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов в области радиотехники и телекоммуникаций. Сборник также будет полезен студентам и аспирантам радиотехнических, телекоммуникационных и радиофизических факультетов вузов.

УДК 621.317+621.37+537.86
ББК 32

ISBN 978-966-335-250-3 (book)
ISBN 978-966-335-251-0 (CD)

© Оргкомитет РТ-2009
© RT-2009 Organizing Committee

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Сопредседатели оргкомитета:

- Лукьянчук А.Г.**, проректор Севастопольского национального технического университета — координатор, Украина;
- Ильченко М.Е.**, чл.-корр. Национальной академии наук Украины, проректор Национального технического университета Украины «КПИ», Украина;
- Батура М.П.**, профессор, ректор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь;
- Братчиков А.Н.**, профессор технического университета «Московский государственный авиационный институт», Россия.

Заместители сопредседателей оргкомитета:

- Гимпилевич Ю.Б.**, профессор, зав. каф. Севастопольского национального технического университета — координатор, Украина;
- Нечаев Е.Е.**, профессор Московского государственного технического университета гражданской авиации, Россия;
- Кураев А.А.**, профессор, зав. каф. Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь.

Члены организационного комитета:

- Абрамов И.И.**, профессор Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь;
- Афонин И.Л.**, доцент Севастопольского национального технического университета, Украина;
- Баранов П.Е.**, профессор, директор института Одесского национального политехнического университета, Украина;
- Береза А.А.**, начальник Крымского филиала ГП «Украинский Государственный центр радиочастот»;
- Богач Н.В.**, директор Севастопольского филиала ЗАО «Модули управления ТЭЛ», Украина;
- Величко А.Ф.**, профессор, зав. отделом обработки радиосигналов ИРЭ им. А.Я. Усикова НАН Украины, Украина;
- Vertii A.**, prof., Director of International Laboratory For High Technologies, TUBITAK Marmara Research Center, Materials Institute, Turkey;
- Горобец Н.Н.**, профессор, зав. каф. Харьковского национального университета им. Каразина Н.В., Украина;
- Громоздин В.В.**, канд. техн. наук, директор ООО «Адалин», Украина;
- Gulbis Arnis**, assoc. prof. at Faculty of Electronics and Telecommunications, Riga Technical University, Latvia;
- Денисов Л.В.**, канд. техн. наук, заведующий лабораторией ООО «КБ коммутационной аппаратуры», Украина;
- Джандиери Г.В.**, профессор Грузинского технического университета, Грузия;
- Долгушев С.В.**, директор КБ «Радиосвязь» ООО «ТЕЛЕКАРТ - ПРИБОР», Украина;
- Ермолов П.П.**, канд. техн. наук, директор ООО «Крымский научно-технологический центр им. проф. А.С. Попова», Украина;
- Ершов В.Е.**, заместитель директора дирекции по производству ГАО «Черноморнефтегаз», Украина;
- Ivashina M.V.**, Ph. D., Senior Antenna Scientist, Astron, Netherlands Foundation for Research in Astronomy, the Netherlands;
- Jacques De Jonghe**, Site Manager, Melexis-Ukraine, Ukraine;
- Калюжный Л.И.**, канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Уранис», Украина;
- Карелина Л.А.**, инженер 1 категории Севастопольского национального технического университета, Украина;
- Катрич В.А.**, проректор Харьковского национального университета им. Каразина Н.В., Украина;
- Kees van 't Klooster**, European Space Agency, the Netherlands;
- Кулешов В.Н.**, профессор, зав. каф. технического университета «Московский государственный энергетический институт», Россия;
- Кучер Д.Б.**, д-р техн. наук, начальник каф. Севастопольского военно-морского института им. П.С. Нахимова, Украина;

Романенко Д.Г., Манойлов В.Ф.,	директор ООО «НПП Мист», Украина; профессор, зав. каф. Житомирского государственного технического университета, Украина;
Неграш В.Г.,	директор молодежного центра Севастопольского национального технического университета, Украина;
Павленко Г.В., Письменецкий В.А.,	генеральный директор ОАО «Сэлма», Украина; профессор, зам. проректора по НИРС Харьковского Национального университета радиозлектроники, Украина;
Polivka Milan,	Ph. D., assistant of Department of Electromagnetic Field, Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague, Czech Republic;
Правда В.И.,	профессор, зав. каф. Национального технического университета Украины «КПИ», Украина;
Прудюс И.Н.,	профессор, директор института Национального университета «Львівська політехніка», Украина;
Рогожин М.В.,	канд. техн. наук, директор радиотелевизионного передающего центра АР Крым, Украина;
Ржевцева Н.Л.,	директор библиотеки Севастопольского национального технического университета, Украина;
Скрипник Ю.А.,	профессор Киевского национального университета технологий и дизайна, Украина;
Троцишин И.В., Трушкин А.Н.,	профессор, зав. каф. Хмельницкого Национального университета, Украина; доцент Севастопольского национального технического университета — <u>ученый секретарь</u> , Украина;
Чумаков В.И.,	профессор, зав. каф. радиозлектронных устройств Харьковского национального университета радиозлектроники, Украина;
Чалая А.Т., Шокало В.М.,	доцент, директор школы «Таврида», Украина; профессор, зав. каф. Харьковского национального университета радиозлектроники, Украина;
Юрцев О.А.,	профессор Белорусского государственного университета информатики и радиозлектроники, Республика Беларусь;
Яковенко Ю.Н.,	зам. директора по техническим вопросам севастопольского филиала ОАО «Укртелеком», Севастополь, Украина;
Яценко Н.В.,	технический директор Крымского филиала ЗАО «Киевстар Дж. Эс. Эм.», Украина.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель программного комитета:

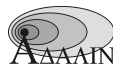
Гимпилевич Ю.Б.,	профессор, зав. каф. Севастопольского национального технического университета, Украина.
-------------------------	---

Члены программного комитета:

Бабуров Э.Ф.,	профессор Севастопольского национального технического университета, Украина;
Бердышев С.Н.,	старший преподаватель Севастопольского национального технического университета, Украина;
Головин В.В.,	канд. техн. наук, Севастопольский национальный технический университет, Украина;
Дубровка Ф.Ф.,	профессор, зав. каф. Национального технического университета Украины «КПИ», Украина;
Зиборов С.Р., Кочина М.Л.,	доцент Севастопольского национального технического университета, Украина; профессор Харьковского национального университета радиозлектроники, Украина;
Колчигин Н.Н.,	профессор, зав. каф. Харьковского национального университета им. Каразина В.Н., Украина;
Лебедев О.Н.,	профессор Национального технического университета Украины «КПИ», Украина;
Левкович В.Н.,	доцент, зав. каф. Белорусского государственного университета информатики и радиозлектроники, Республика Беларусь;
Лобкова Л.М.,	профессор Севастопольского национального технического университета, Украина;

- Михайлюк Ю.П.,
Обуховец В.А.,** доцент Севастопольского национального технического университета, Украина;
профессор, декан Таганрогского государственного радиотехнического университета ЮФУ, Россия;
- Проценко М.Б.,
Савочкин А.А.,
Сакало С.Н.,** профессор, зав. каф. Одесской национальной академии связи, Украина;
доцент Севастопольского национального технического университета, Украина;
профессор, декан Харьковского национального университета радиозлектроники, Украина;
- Саламатин В.В.,
Трушкин А.Н.,** доцент Севастопольского национального технического университета, Украина;
доцент Севастопольского национального технического университета — ученый секретарь, Украина;
- Тыщук Ю.Н.,** ассистент Севастопольского национального технического университета, Украина;
- Чердынцев В.А.,** профессор Белорусского государственного университета информатики и радиозлектроники, Республика Беларусь;
- Чалая А.Т.,
Широков И.Б.,
Щекатурин А.А.,
Яненко А.Ф.,** доцент, директор школы «Таврида», Украина;
доцент Севастопольского национального технического университета, Украина;
доцент Севастопольского национального технического университета, Украина;
профессор Национального технического университета Украины «КПИ», Украина.

Репозиторий БарГУ



ОРГАНИЗАТОРЫ И СПОНСОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Севастопольский национальный технический университет,

г. Севастополь;

ЗАО «Киевстар Дж. Эс. Эм.», г. Киев;

ООО «Уранис», г. Севастополь;

ООО «Адалин», г. Севастополь;

ГАО «Черноморнефтегаз», г. Симферополь;

ООО «Телекарт-прибор», г. Одесса;

ООО «НПП Мист», г. Севастополь;

ГП РТПЦ АРК, г. Симферополь;

ООО «Школа «Таврида», г. Севастополь;

ДП «Мелексис-Украина», г. Киев;

Крымский научно-технологический центр им. проф. А. С. Попова,
г. Севастополь.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ОАО «Укртелеком», г. Киев;

IEEE AP/C/EMC/SP Joint Kharkov Chapter of the Ukraine Section.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА БЛОЧНОЙ МАТРИЧНОЙ ПРОГОНКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Наранович О.И.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Синицын А.К.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Кафедра вычислительных методов и программирования
ул. Коммунистическая, 27, г. Барановичи, 225320, Брестская обл., Республика Беларусь
Тел.: +375 163 499079; e-mail: narok@tut.by

Abstract — A method of block matrix run for a case of a longitudinal-irregular waveguide with dielectric inserts.

1. Введение

В [1] для решения краевых задач в случае продольно нерегулярных волноводов с вакуумным заполнением предложена эффективная процедура решения, удачно совмещающая метод преобразования координат, последующее сведение задачи к системе ОДУ на основе метода прямых, парциальные условия излучения на входном и выходном сечениях и метод блочной матричной прогонки [2]. В качестве иллюстрации возможности метода решена задача о подборе рефлектора круглого волновода в виде резонансной канавки, компенсирующей отражение симметричной Н-волны от тонкого диэлектрического окна [1].

2. Основная часть

Рассмотрим решение двумерного уравнения эллиптического типа

$$\frac{1}{r} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{e(r, z) W^2}{r} u - \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{b' \partial u}{b \partial r} \right) - \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{b' \partial u}{b \partial z} \right) + \frac{1}{b^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1 + (b' r)^2}{r} \frac{\partial u}{\partial r} \right) = 0.$$

Граничное условие на стенке волновода $u(1, z) = 0$ на оси — $u(0, z) = 0$.

В соответствии с методикой [2] выберем на интервале $\{0 \leq r \leq 1\}$ равномерную сетку

$w_{hr} = \{r_j = j h_r, h_r = 1/m, j = 0 \dots m\}$, обозначим

$\mathbf{u} = \{u(r_1, z), \dots, u(r_{m-1}, z)\} = \{u_1(z), \dots, u_{m-1}(z)\}$,

$u_0 = u_m = 0$ и решим систему ОДУ вида

$$\frac{d}{dz} \left(E(z) \frac{d\mathbf{u}}{dz} \right) + \frac{d}{dz} (Q(z) \mathbf{u}) + Q(z) \frac{d\mathbf{u}}{dz} + G(z) \mathbf{u} = 0. \quad (1)$$

Матрицы G и Q имеют следующие ненулевые коэффициенты:

$$g_{j, j+1} = g_{1, 2} = - \left(\frac{b'}{b} \right) \frac{1}{2h_r} + \frac{c_{j+1/2}}{b^2 h_r^2}; \quad c_j = \frac{1 + (b' r_j)^2}{r_j};$$

$$g_{j, j-1} = \left(\frac{b'}{b} \right) \frac{1}{2h_r} + \frac{c_{j-1/2}}{b^2 h_r^2};$$

$$g_{j, j} = -g_{1, 1} = \frac{e(z, r_j) W^2}{r_j} - \frac{c_{j-1/2} + c_{j+1/2}}{b^2 h_r^2};$$

$$q_{1, 2} = -q_{j, j-1} = q_{j, j+1} = -\frac{b'}{2b h_r}; \quad j=2 \dots m-1,$$

где b — толщина нерегулярного волновода, e — диэлектрическая проницаемость.

Матрица E содержит только ненулевые диагональные элементы, равные $1/r_j, j = 1 \dots m-1$.

Для решения краевой задачи для системы (1) введем сетку по z

$w_{hz} = \{z_k = (k-1)h_z, h_z = L/n, k = 1 \dots n+1\}$, обозначим

$\mathbf{u}^k = \mathbf{u}(z_k)$ и построим конечно-разностную схему

второго порядка точности:

$$\left[E^{k-1/2} - 0.5h_z (Q^{k-1} + Q^k) \right] \mathbf{u}^{k-1} + \left[-E^{k-1/2} - E^{k+1/2} + h_z^2 G^k \right] \mathbf{u}^k + \left[E^{k+1/2} + 0.5h_z (Q^{k+1} + Q^k) \right] \mathbf{u}^{k+1} = 0.$$

Парциальные граничные условия излучения, описанные в [1], при замене интеграла по методу трапеций приводятся к матричному виду

$$\frac{d\mathbf{u}^{\mathbf{r}1}}{dz} + b^0 \mathbf{u}^{\mathbf{r}1} = \mathbf{g}^{\mathbf{r}0}; \quad \frac{d\mathbf{u}^{\mathbf{r}n+1}}{dz} + b^L \mathbf{u}^{\mathbf{r}n+1} = 0; \quad (2)$$

$$b_{ki}^0 = -h_r \left[\sum_{i=1}^p \frac{jk_i^0}{h_{0i}} J_1(m_{0i} r_k) r_k J_1(m_{0i} r_i) + \sum_{i=p+1}^N \frac{k_i^0}{h_{0i}} J_1(m_{0i} r_k) r_k J_1(m_{0i} r_i) \right]$$

$$b_{ki}^L = h_r \left[\sum_{i=1}^p \frac{jk_i^L}{h_{0i}} J_1(m_{0i} r_k) r_k J_1(m_{0i} r_i) + \sum_{i=p+1}^N \frac{k_i^L}{h_{0i}} J_1(m_{0i} r_k) r_k J_1(m_{0i} r_i) \right];$$

$$g_k^0 = -2j \sum_r k_r^0 a_r^+ r_k J_1(m_{0r} r_k).$$

Для (2) используем аппроксимацию второго порядка точности:

$$(-3\mathbf{u}^{\mathbf{r}1} + 4\mathbf{u}^{\mathbf{r}2} - \mathbf{u}^{\mathbf{r}3}) + 2h_z b^0 \mathbf{u}^{\mathbf{r}1} = 2h_z \mathbf{g}^{\mathbf{r}0};$$

$$(3\mathbf{u}^{\mathbf{r}n+1} - 4\mathbf{u}^{\mathbf{r}n} + \mathbf{u}^{\mathbf{r}n-1}) + 2h_z b^L \mathbf{u}^{\mathbf{r}n+1} = 0. \quad (3)$$

Введем вектор неизвестных $\mathbf{x} = \{\mathbf{u}^{\mathbf{r}1}, \mathbf{u}^{\mathbf{r}2}, \dots, \mathbf{u}^{\mathbf{r}n+1}\}$ и запишем систему (1) (3) в виде $A\mathbf{x} = \mathbf{d}$. Для решения таких СЛАУ с блочно ленточной матрицей была разработана экономичная реализация прямого метода Гаусса с выбором главного элемента — метод блочной матричной прогонки [2].

3. Заключение

Таким образом, алгоритм реализации метода на упакованном массиве из стеков позволил оптимизировать процесс решения СЛАУ в зависимости от имеющихся вычислительных ресурсов компьютера.

4. Список литературы

- [1] Кураев А.А. Расчет параметров диэлектрической диафрагмы круглого волновода, не отражающей Н01-волну. / А.А. Кураев, О.И. Наранович, А.К. Синицын // Техника и приборы СВЧ. — 2008. — № 1. — С. 10 — 15.
- [2] Наранович О.И., Синицын А.К. Программная реализация решения двумерного уравнения эллиптического типа методом блочной матричной прогонки на стеках. / О.И. Наранович, А.К. Синицын // Мат. 3-ей Междунар. молодежной научно-технической конф. «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций» (РТ-2007). — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. — С. 306.