

Министерство образования и науки Украины  
Севастопольский национальный технический университет

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
РАДИОТЕХНИКИ И  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
«РТ-2008»**

**Материалы 4-й международной молодёжной  
научно-технической конференции**

**21–25 апреля 2008 г.  
Севастополь, Украина**



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЕБЕР»  
Севастополь 2008

УДК 621.317+621.37+537.86  
ББК 32  
С56

Редакционная коллегия:

*Пашков Е. В.*, д-р техн. наук, проф., и. о. ректора СевНТУ. – председатель  
*Гимпилевич Ю. Б.*, д-р техн. наук, проф., зав. каф. – зам. председателя  
*Савочкин А. А.*, канд. техн. наук, доцент  
*Афонин И. Л.*, канд. техн. наук, доцент  
*Михайлюк Ю. П.*, канд. техн. наук, доцент  
*Тыщук Ю. Н.*, ассистент

Научный редактор:

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

Сучасні проблеми радіотехніки та телекомунікацій (РТ-2008): Матеріали 4-ї міжнар. молодіжної наук.-техн. конф., 21-25 квітня 2008 р. – Севастополь: Вид-во «Вебер», 2008. – 403 с.

Збірник містить матеріали, присвячені теоретичним і практичним питанням сучасної радіотехніки та телекомунікацій.

Modern Issues in Radio Engineering and Telecommunications (RT-2008): Materials of the 4<sup>th</sup> International Young Scientist Conference. Sevastopol, April 21-25, 2008. – Sevastopol: Weber Publ. Co., 2008. – 403 pp.

The book contains materials of reports on actual theoretical and practical problems of modern radio engineering and telecommunication.

**Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций (РТ-2008) : Материалы**  
С56 4-й междунар. молодёжной научн.-техн. конф. / Севастопольский нац. техн. ун-т /  
Севастополь, 21-25 апреля 2008 г. – Севастополь: Изд-во «Вебер», 2008. – 403 с.

ISBN 978-966-335-196-4

Сборник содержит материалы, посвященные теоретическим и практическим вопросам современной радиотехники и телекоммуникаций.

УДК 621.317+621.37+537.86  
ББК 32

ISBN 978-966-335-196-4

© Оргкомитет РТ-2008  
© RT-2008 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;
- 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;
- 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 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;
- Калашников А.П.**, председатель правления, ОАО «Бром», Украина;
- 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;
- Луцай Г.К.**, директор ООО «НПП Мист», Украина;

- Манойлов В.Ф.**, профессор, зав. каф. Житомирского государственного технического университета, Украина;
- Неграш В.Г.**, директор молодежного центра Севастопольского национального технического университета, Украина;
- Павленко Г.В.**, генеральный директор ОАО «Сэлма», Украина;
- Письменецкий В.А.**, 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;
- Прудиус 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.**, профессор, зав. каф. Хмельницкого национального университета, Украина;
- Трушкин А.Н.**, доцент Севастопольского национального технического университета — ученый секретарь, Украина;
- Чумаков В.И.**, профессор, зав. каф. радиозлектронных устройств Харьковского национального университета радиозлектроники, Украина;
- Чалая А.Т.**, доцент, директор школы «Таврида», Украина;
- Шокало В.М.**, 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:

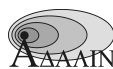
- Гимпилевич Ю.Б.**, профессор, зав. каф. Севастопольского национального технического университета, Украина.

### Члены программного комитета:

- Бабуров Э.Ф.**, профессор Севастопольского национального технического университета, Украина;
- Дубровка Ф.Ф.**, профессор, зав. каф. Национального технического университета Украины «КПИ», Украина;
- Обуховец В.А.**, профессор, декан Таганрогского государственного радиотехнического университета ЮФУ, Россия;
- Кочина М.Л.**, профессор Харьковского национального университета радиозлектроники, Украина;
- Колчигин Н.Н.**, 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.**, доцент Севастопольского национального технического университета, Украина;

- Проценко М.Б.,** профессор, зав. каф. Одесской национальной академии связи, Украина;  
**Савочкин А.А.,** доцент Севастопольского национального технического университета, Украина;  
**Сакало С.Н.,** профессор, декан Харьковского национального университета радиозлектроники, Украина;
- Саламатин В.В.,** доцент Севастопольского национального технического университета, Украина;  
**Трушкин А.Н.,** доцент Севастопольского национального технического университета — ученый секретарь, Украина;
- Чердынцев В.А.,** профессор Белорусского государственного университета информатики и радиозлектроники, Республика Беларусь;
- Чалая А.Т.,** доцент, директор школы «Таврида», Украина;  
**Широков И.Б.,** доцент Севастопольского национального технического университета, Украина;  
**Яненко А.Ф.,** 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 — генеральный спонсор;

ООО «Телекарт-прибор», г. Одесса;

ГАО «Черноморнефтегаз», г. Симферополь;

Company «Melexis», Ieper, Belgium;

ГП «Радиотелевизионный передающий центр АР Крым»,  
г. Симферополь;

ООО «Уранис», г. Севастополь;

ООО «Адалин», г. Севастополь;

Промышленная группа «Таврида Электрик», г. Москва;

ООО «НПП Мист», г. Севастополь;

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.

# МЕТОД РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПРОДОЛЬНО-НЕРЕГУЛЯРНОГО ВОЛНОВОДА С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ОКНОМ

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, кв. 27, г. Барановичи, 225320, Брестская обл., Республика Беларусь  
Тел.: +375 16 499079; e-mail: narok@tut.by

*Abstract* — Calculation and research of parameters of a longitudinal-irregular wave guide with a dielectric window are considered.

## 1. Введение

Диэлектрические вставки специальной формы используются во многих элементах волноводной СВЧ-техники — замедляющие системы, диэлектрические окна, и др. Ввиду этого актуальным является разработка эффективных методов расчета нерегулярных волноводов с частичным диэлектрическим заполнением. В [1] такие задачи решаются на основе метода преобразования координат и неполного метода Галеркина, который, однако, для нерегулярного волновода во многих случаях оказывается неустойчивым. Решение этих задач прямым методом сеток требует значительных вычислительных затрат.

В докладе предлагается устойчивый, эффективный метод расчета параметров продольно-нерегулярного волновода с диэлектрическими вставками, который объединяет полезные качества метода преобразования координат и метода сеток. В качестве иллюстрации возможностей метода решена задача о подборе неоднородности волновода в виде резонансной канавки, компенсирующей отражение Н волны от тонкого диэлектрического окна.

## 2. Основная часть

Для решения выше обозначенных волноводных задач использована процедура решения, удачно совмещающая метод преобразования координат, последующее сведение к системе ОДУ на основе метода прямых и метода блочной матричной прогонки, эффективно реализующей прямой метод Гаусса с выбором главного элемента для полученной СЛАУ при использовании техники хранения и работы с разреженными матрицами [2].

На вход продольно-нерегулярного волновода падает  $H_{01}$ -волна. Она частично отражается от диэлектрической вставки, частично поглощается (если  $\varepsilon$ -комплексное), частично проходит. С помощью разработанной нами программы была рассчитана зависимость коэффициента отражения  $K$  от толщины диэлектрического окна  $D_\varepsilon$  для различных  $\varepsilon$ . Коэффициент отражения окна при практически используемых  $D_\varepsilon \approx 0,5...1$  достигает значительной величины, хотя при довольно большом, (резонансном) значении  $D_\varepsilon$  равном половине длины волны в диэлектрике, величина отражения  $K$  становится ничтожно малой. Реализация «тонкого» диэлектрического окна с малым отражением в этом случае может быть осуществлена с помощью компенсирующей канавки. При определенных размерах, положении канавки и толщине диэлектрика возможен резонансный эффект,

приводящий к резкому уменьшению коэффициента отражения.

Рис.1 иллюстрирует эту ситуацию. Как видно, между диэлектриком и канавкой устанавливается пол волны, т.е. система диэлектрик-канавка эквивалентна полуволновому трансформатору. Получена зависимость толщины диэлектрика, соответствующая первому минимуму  $K$ .

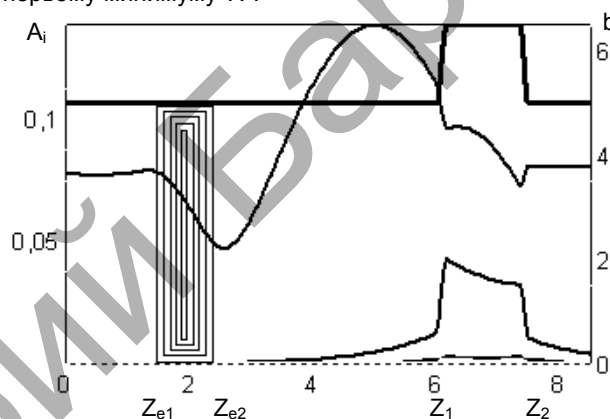


Рис.1 — Положение диэлектрика и канавки при минимальном отражении

Установлены следующие закономерности: с увеличением радиуса волновода  $b$  уменьшается  $K$ , однако для поддержания коэффициента отражения  $K < 0,005$ , необходимо использование диэлектрического окна толщиной  $D_\varepsilon \approx 0,5...1$ . При увеличении радиуса волновода до 8...10 сохранение минимального отражения волны достигается при резком увеличении высоты канавки. Расстояние между канавкой и диэлектриком практически не изменяется.

## 3. Заключение

Разработана программа, позволяющая рассчитывать электродинамику симметричных Н волн в нерегулярном волноводе с частичным диэлектрическим заполнением. Найдены параметры диэлектрического окна и канавки, позволяющие получить резонансный эффект, приводящий к резкому уменьшению коэффициента отражения рабочей Н-волны.

## 4. Список литературы

- [1] Ильинский А.С. Колебания и волны в электродинамических системах с потерями / А. С Ильинский, Г. Я. Слепян. — М.: Изд-во МГУ, 1983. — 233 с.
- [2] Наранович О.И. Численное моделирование фильтров симметричных  $H_{01}$ -волн методом блочной матричной прогонки / О.И. Наранович, А.К. Синицын // Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники, 2007. — №10. — С. 57 — 63.