

Причем, все ключевые слова ЕСЛИ, ТО и ИНАЧЕ пишутся заглавными буквами.

### **Анализ строковых выражений**

Чтобы осуществить анализ введенных формул в справочной информации использовался анализатор строковых выражений с открытым исходным кодом Evaluator 3. Написан он на языке программирования VB.NET и осуществляет однопроходный расчет формул. За счет этого достигается скорость при анализе и вычислении результатов строк, а открытый исходный код дал мне возможность дописать эту библиотеку под свои нужды, в частности, добавить операторы сравнения для строк и дат.

### **Взаимодействие с пользователем**

Взаимодействие пользователя с автоматическим расчетом осуществляется через кнопку «**Расчет**». При нажатии появится диалоговое окно, в котором будет предложено продолжить расчет комплексов ГИС с потерей всех существующих данных.

После подтверждения расчета, производится удаление всех существующих данных (если таковые имелись) и осуществляется заполнение комплексов ГИС по выше описанной схеме.

В расчете также предусмотрено добавление дополнительных исследований в комплексы при необходимости. Для этого в новом появившемся окне пользователю требуется лишь указать какие исследования добавить и куда. Алгоритм сам на основании формул из справочника заполнит эти исследования.

После проведенных действий пользователя о подтверждении расчета необходимости добавления дополнительного задания, срабатывает проверка на достаточность данных для расчета. Последовательно проверяются все зависящие разделы и таблицы. Лишь при достаточности данных происходит расчет. В противном случае пользователю отображается сообщение, о невозможности произвести расчет и причину, а именно в какой таблице не хватает данных. Так мы не можем произвести расчет исследований, если не введена конструкция проектируемой скважины. Или не создан стратиграфический разрез.

В заключении хотелось бы отметить, что все цели по автоматизации и ускорению составления проекта и непосредственно раздела с комплексами геофизических исследований скважины успешно выполнены.

Пользователь может автоматически рассчитать комплексы ГИС, а также в ходе расчета добавлять дополнительные исследования и изменять алгоритм проведения исследований и интервалов записи этих исследований.

### **Литература**

- Нэш, Т. С# 2010: ускоренный курс для профессионалов / Т. Нэш. – СПб.: Вильямс. 2010. – 592 с.
- Фримен, Э. Паттерны проектирования/ Э. Фримен – СПб.: Питер. 2012. – 645 с.
- МакДональд, К. Oracle PL/SQL для профессионалов: практические решения/ К. МакДональд – DiaSoft. 2005. – 545 с.
- Роббинс, Д. Отладка приложений для Microsoft .NET/ Д. Роббинс. – СПб.: Питер. 2008. – 506 с.

**УДК 537.876**

*Иг. А. Фаняев*

**РАЗРАБОТКА ИСКУССТВЕННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ  
ВОЗМОЖНОСТИ ОГИБАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ СВЧ ВОЛНАМИ**

*В статье рассматривается рассеяние плоской электромагнитной волны на металлическом цилиндре, окруженном прямолинейными медными проводниками. Показана возможность частичного восстановления фронта волны позади цилиндра при определенных параметрах проводников и их местоположении в структуре. Восстановление фронта волны наблюдается в частотном диапазоне от 3 до 3,25 ГГц.*

Исследование скрyтия объектов от электромагнитных полей, распространяющихся в свободном пространстве, пробудило большой интерес после опубликованных работ Гринлиф и др. [1], Леонардт [2], Пендри и др. [3]. Наиболее распространённым типом структурных элементов метаматериалов являются разомкнутые кольцевые резонаторы (рисунок 1а). На основе таких метаматериалов было создано покрытие [4], которое содержало десять слоев (рисунок 1б), каждый из которых, в свою очередь, состоял из множества кольцевых резонаторов.

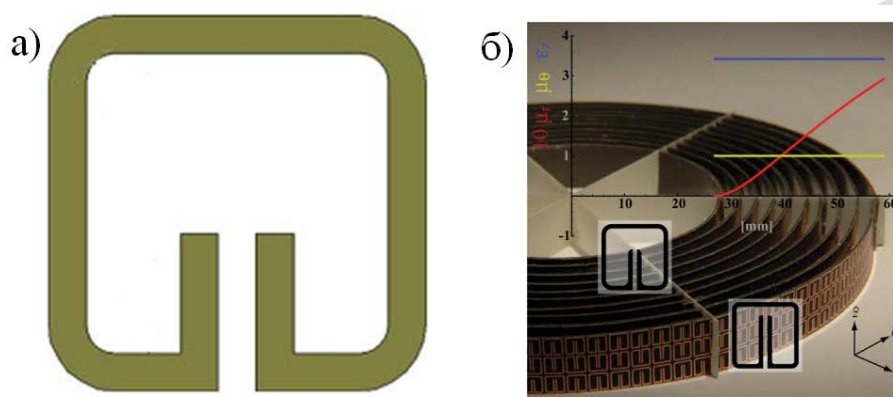


Рисунок 1 – Геометрия искусственной структуры:

а) разомкнутый кольцевой резонатор; б) цилиндрическая маскирующая оболочка на основе кольцевых резонаторов

Образец, изображенный на рисунке 1б, является первым экспериментальным образцом, с помощью которого была реализована возможность огибания цилиндрических объектов СВЧ волнами, но только для одной поляризации падающей волны.

На рисунке 2 показана геометрия искусственного маскирующего покрытия на основе киральных элементов (каноническая спираль), которое частично восстанавливает фронт волны за объектом для двух поляризаций падающей волны.

Используя метод конечных элементов, проведено моделирование рассеяния плоской электромагнитной волны на цилиндре, окруженном прямолинейными металлическими проводниками. Данная структура исследуется в диапазоне частот 2,85–3,55 ГГц. Вектор напряженности электрического поля параллелен оси цилиндра.

В процессе исследования были найдены оптимальные параметры структуры в исследуемом диапазоне частот. Параметры структуры являются следующими:

$$r=77,5 \text{ мм}; R=91 \text{ мм}; h=36 \text{ мм}; l=30 \text{ мм}; r_0=0,5 \text{ мм}; N= 30,$$

где  $r$  – радиус цилиндра;

$R$  – радиус структуры;

$h$  – толщина одного слоя структуры;

$l$  – длина проводника;

$r_0$  – радиус проводника;

$N$  – количество проводников в одном слое структуры.

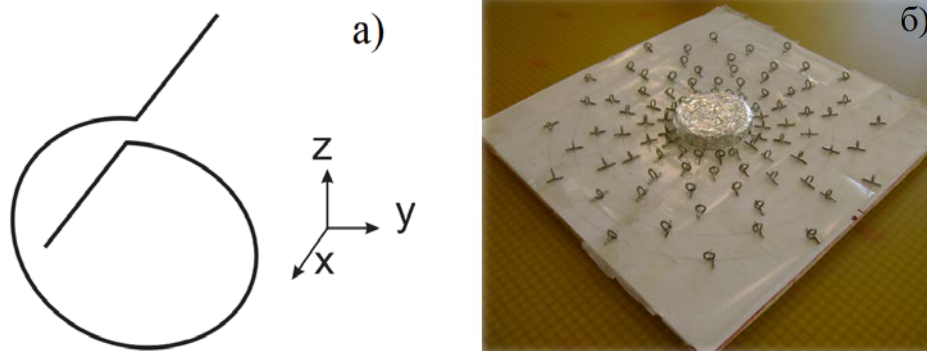


Рисунок 2 – Геометрия искусственного маскирующего покрытия:  
 а) каноническая спираль; б) маскирующее покрытие на основе канонических спиралей

На рисунке 3а показана геометрия структуры, состоящей из 4 слоев медных проводников, расположенных симметрично и однородно относительно скрываемого объекта.

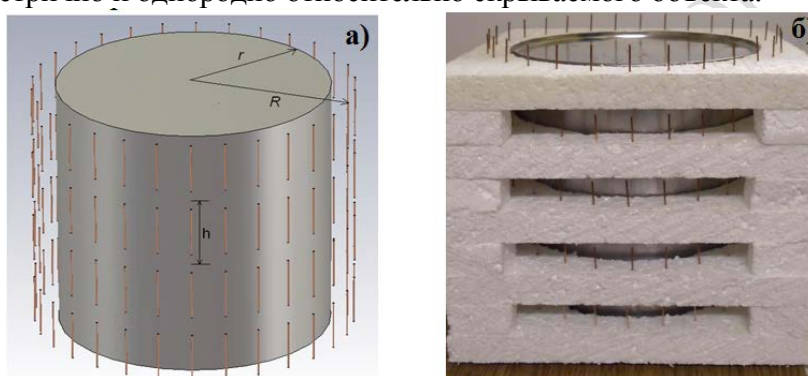


Рисунок 3 – Геометрия искусственной структуры:  
 а) в моделировании; б) в эксперименте

На рисунке 4а показано рассеяние плоской электромагнитной волны на металлическом цилиндре. Из рисунка видно, что за цилиндром образуется шлейф или так называемая тень, в результате взаимодействия волны с цилиндром. На рисунке 4б изображено огибание плоской электромагнитной волной цилиндра с прямолинейными не резонансными проводниками.

Из рисунка 4б следует, что плоский фронт волны за цилиндром с искусственной структурой на частоте 3,1 ГГц восстанавливается, при этом рассеяние волны о структуру уменьшается.

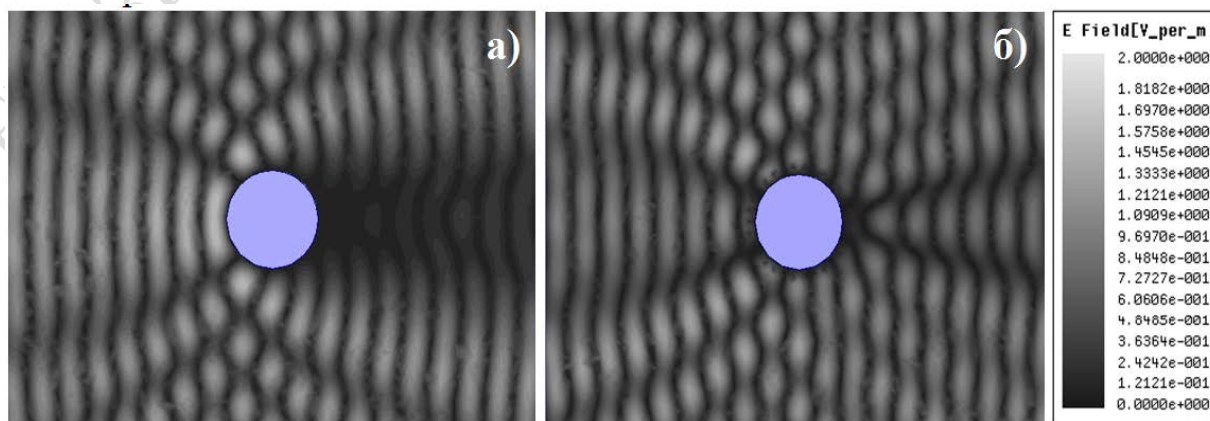


Рисунок 4 – Распределение напряженности электрического поля на частоте 3,1 ГГц:  
 а) металлический цилиндр без искусственной структуры; б) металлический цилиндр, окруженный

## искусственной структурой на основе не резонансных проводников

На основании полученных результатов был изготовлен образец искусственной структуры, состоящий из 4 слоев прямолинейных проводников и цилиндра высотой 17 см (рисунок 3б). В качестве крепления проводников в структуре использовался пенопласт, так как он является радиопрозрачным и не влияет на результаты измерений.

Экспериментальные исследования были проведены в безэховой камере. Измерения мощности сигнала проводились с помощью рупорной антенны, находящейся за структурой на расстоянии 30 см. В моделировании интенсивность электрического поля измерялась на плоскости, расположенной на расстоянии 30 см от края цилиндра. Площадь плоскости в моделировании равна площади раскрытия приемной рупорной антенны в эксперименте.

На рисунке 5 представлен график частотной зависимости нормированной интенсивности прошедшей волны за цилиндром с прямолинейными проводниками и за цилиндром без покрытия.

Как следует из моделирования, интенсивность прошедшей волны для искусственного образца на частоте 3,1 ГГц значительно превышает интенсивность за цилиндром без покрытия. При этом интенсивность волны за цилиндром, окруженным искусственной структурой, на 53 % больше, чем для цилиндра без покрытия. Так как прямолинейные проводники являются не резонансными, то восстановление волнового фронта наблюдается в широком диапазоне частот от 3 ГГц до 3,25 ГГц. Из экспериментальной кривой следует, что максимум интенсивность волны за цилиндром с проводниками наблюдается в диапазоне частот от 3,4 до 3,55 ГГц.

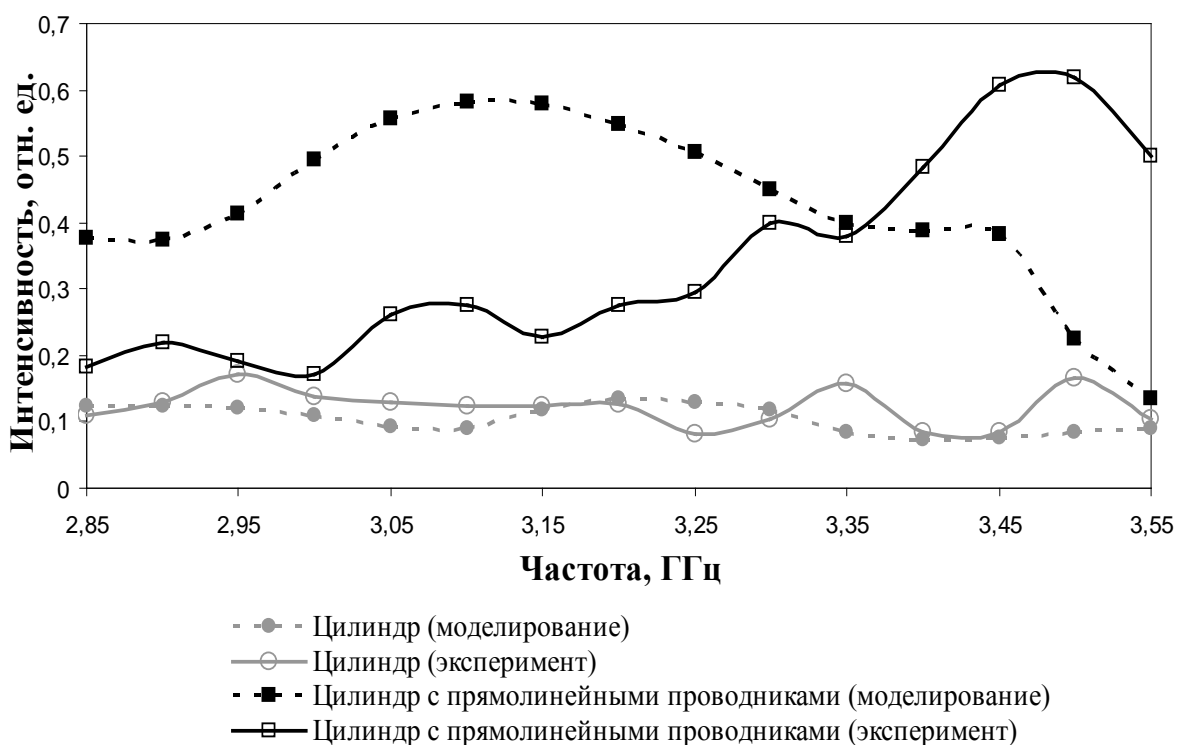


Рисунок 5 – График частотной зависимости интенсивности прошедшей волны относительно падающей

## Литература

- 1 Greenleaf, A. On nonuniqueness for Calderon's inverse problem/ A. Greenleaf, M. Lassas, G. Uhlmann // Math. Res. Lett. – 2003. – Vol. 10, No. 5-6. – pp. 685–693.
- 2 Leonhardt, U. Optical conformal mapping Science. – 2006. – Vol. 312. – pp. 1777–1780.
- 3 Pendry, J.B. Controlling electromagnetic fields / J.B. Pendry, D. Schurig and D.R. Smith

// Science. – 2006. – Vol. 312. – pp. 1780–1782.

4 Steven, A. C. Full-wave simulations of electromagnetic cloaking structures / Steven A. Cummer, Bogdan-Ioan Popa, David Schurig, and David R. Smith // Phys. Rev. E 74. – 036621. – 2006.

УДК 535(031)

*Т. В. Федосик*

## **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛА НА ЕГО ЛАЗЕРНЫЙ НАГРЕВ**

*Проведено численное моделирование температурного поля, создаваемого лазерным источником в приповерхностной области медного образца. В используемой модели учтено изменение тепловых параметров материала в процессе его нагрева. Проанализировано влияние температурной зависимости тепло – и теплопроводности на температуру лазерного нагрева на различной глубине и при различной длительности импульса.*

Лазерные технологии используются в различных областях науки и производства. Важным фактором лазерной обработки материалов является изменение их физических свойств, что и является основой лазерной обработки изделий с целью упрочнения и повышения износоустойчивости и, как следствие, увеличение срока эксплуатации. Для того чтобы изменить механические, физико-химические свойства материала следует осуществлять его лазерную термообработку в интервале температур, не превышающих температуру плавления. Аналогичные ограничения следует использовать и при лазерной электрохимической модификации поверхности материала.

Перечисленные практические приложения лазерного воздействия основываются на экспериментальном и теоретическом исследовании температурных полей, создаваемых лазерным источником в приповерхностном слое материала. Существуют различные модели описания температурных полей, в рамках которых представляется возможным проанализировать влияние физических свойств материала и технологических параметров лазерного излучения на координатное и временное распределения температуры в зоне лазерного воздействия и в его окрестности.

Целью данной работы является численный анализ влияния тепловых параметров металла на распределение температурного поля, создаваемого лазерным излучением в зоне его воздействия. Необходимо учитывать то, что в процессе нагрева металла значения тепловых параметров меняются. При этом необходимо проанализировать следующие вопросы: как изменяются значения тепловых параметров металла при изменении температуры нагрева металла; как влияют значения тепловых параметров материала на зависимость температуры от времени воздействия лазерного излучения в течение одного импульса; как влияют значения тепловых параметров материала на глубину проникновения температурного поля.

Численное моделирование температурного поля осуществлялось в математическом приложении MathCAD-15. В процессе построения температурного поля была выбрана модель одномерной тепловой волны, распространяющейся вглубь мишени по нормали к поверхности, то есть радиальное растекание тепла полагалось пренебрежимо малым. Уравнение, описывающее температурное поле в рамках модели плоской тепловой волны, имеет вид [1]:

$$T(z, t) = (2AI/k)\sqrt{\chi t} \cdot \text{ierfc}\{z/2\sqrt{\chi t}\}, \quad (1)$$

где  $T(z, t)$  – температура на глубине  $z$  в момент времени  $t$ ;

$A$  – поглощательная способность металлов в твердой фазе;