

Department of Radio Receivers and Television.  
Head of department.

Mirvoda Denis Vasilievich  
Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.  
E-mail: rpru@tsure.ru.  
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.  
Phone: 8(8634)371-626.  
Department of Radio Receivers and Television  
Assistant.

УДК 681.3.06

**М.А. Цурканов, Н.Н. Кисель, С.Г. Грищенко**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТА CST MICROWAVE STUDIO™ ДЛЯ  
АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ АНТЕННА-ОБТЕКАТЕЛЬ**

*Выполнено 3D-моделирование антенной системы, укрытой обтекателем, в пакете CST Microwave Studio. Приведены результаты расчетов диаграммы направленности антенны и распределения напряженности электрического поля в ближней зоне.*

*Антенна; обтекатель.*

**M.A. Tsurkanov, N.N.Kisel, S.G. Grishchenko**

**3D ELECTROMAGNETIC SIMULATION OF SYSTEM:  
ANTENNA-RADOME USING CST MICROWAVE STUDIO™**

*This article demonstrates the simulation of an electrically large antenna with radome. The design and numerical results are presented using the CST MICROWAVE STUDIO.*

*Antenna; radome.*

Разработки антенных устройств в настоящее время невозможны без использования современных технологий проектирования, учитывающих разнообразную топологию структуры, включая возможности оптимизации и выбора наилучшего решения. Одним из примеров такого моделирования является пакет CST MICROWAVE STUDIO™. Это один из лучших инструментов 3D-моделирования антенн и устройств СВЧ.

В настоящей работе рассмотрено решение задачи моделирования системы обтекатель-антенна на основе пакета CST MICROWAVE STUDIO™.

В рамках пакета CST MICROWAVE STUDIO возможно представление структуры в виде 3D-модели, а также схематическое представление в виде терминалов с изображением соответствующих портов. Такой способ дает возможность быстро и просто включать EM структуру в анализируемую СВЧ-

схему. Имеется возможность выполнить декомпозицию сложной ЕМ структуры, разбив ее на отдельные более простые части.

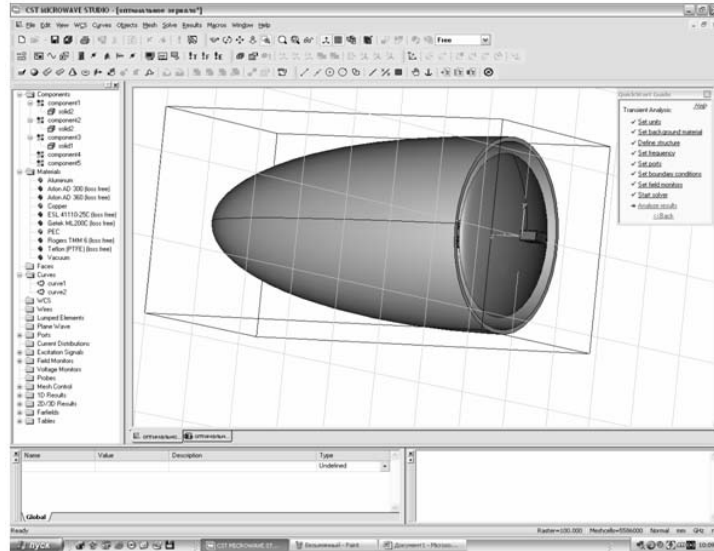


Рис. 1. Геометрия решаемой задачи

Поэтапно задается исследуемая геометрия объекта (рис. 1), источник возбуждения (рис. 2) и задаются порты- источники ввода электромагнитной энергии (рис. 3), граничные условия (рис. 4), после этого выполняется декомпозиция объекта исследования (рис. 5).

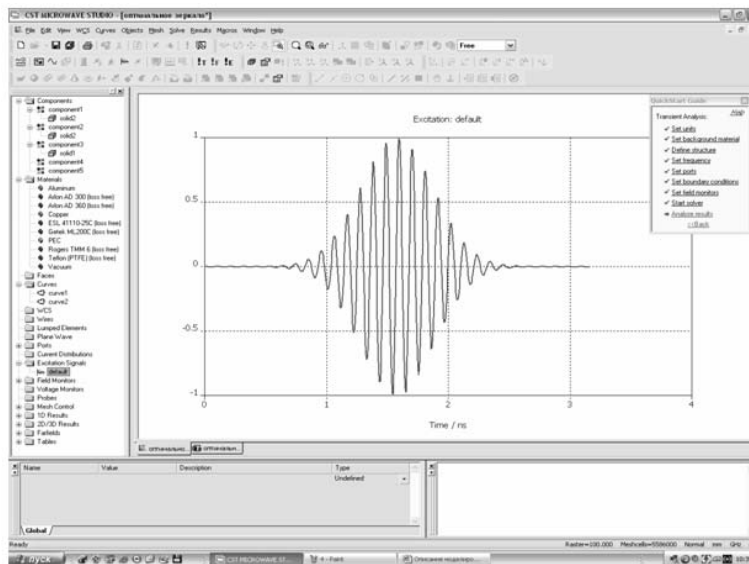


Рис. 2. Вид источника возбуждения

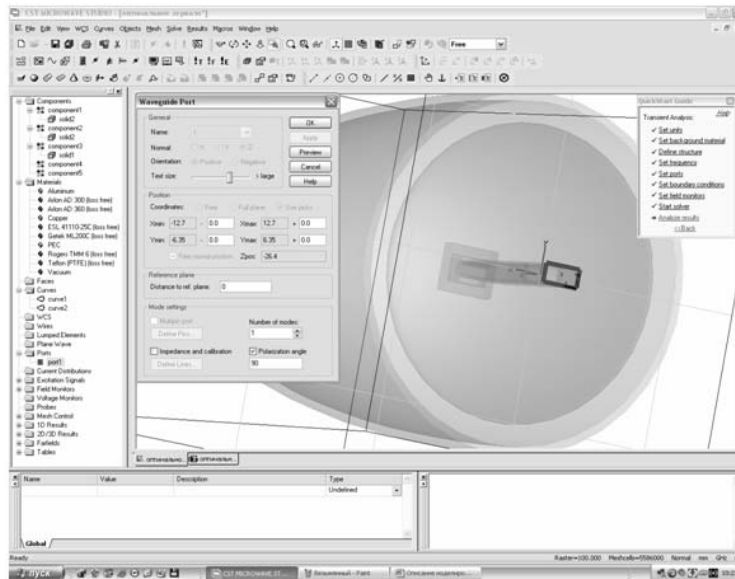


Рис. 3. Задание портов в задаче

В основу численных расчетов положен метод интегрирования системы уравнений с помощью базовых функций, определенных на конечном пространстве (FIT), сначала предложенная в [1]. Алгоритм FIT по сравнению с методом конечных элементов Finite Difference Time Domain (**FDTD**) в [2] позволяет использовать не ступенчатые аппроксимации сложных искривленных структур, а их точное моделирование. Алгоритм FIT дискретизирует уравнения Максвелла в интегральной форме.

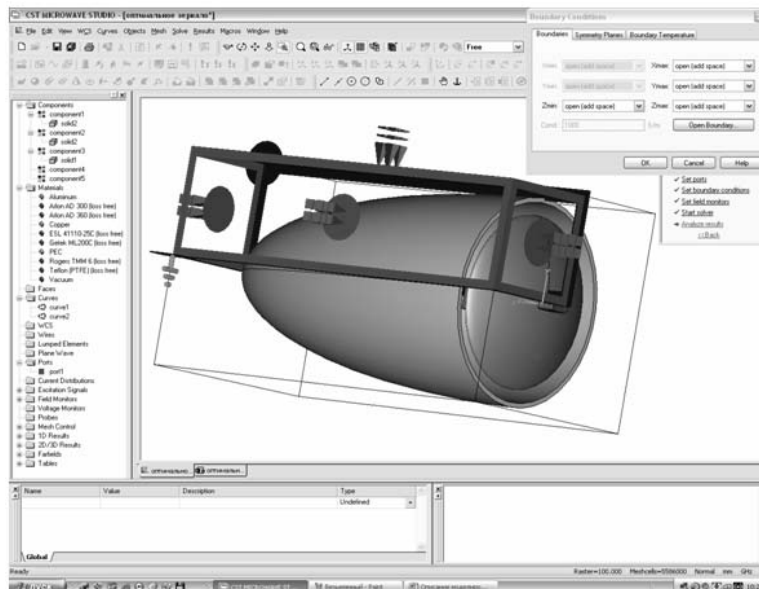


Рис. 4. Задание граничных условий

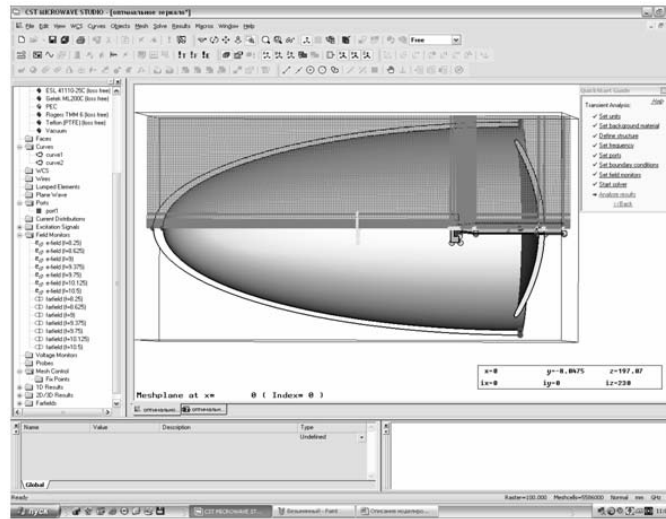


Рис. 5. Меширование задачи

Главным преимуществом вычислительных технологий компании CST является использование аппроксимации для идеальных граничных условий (Perfect Boundary Approximation, PBA). При моделировании 3D-структур, содержащих поверхности сложной кривизны, использование классической прямоугольной сетки разбиения приводит к необходимости использовать слишком мелкую сетку и неоправданно большое число ячеек. Использование тетраэдральной сетки частично решает проблему и позволяет снизить требования к вычислительным ресурсам.

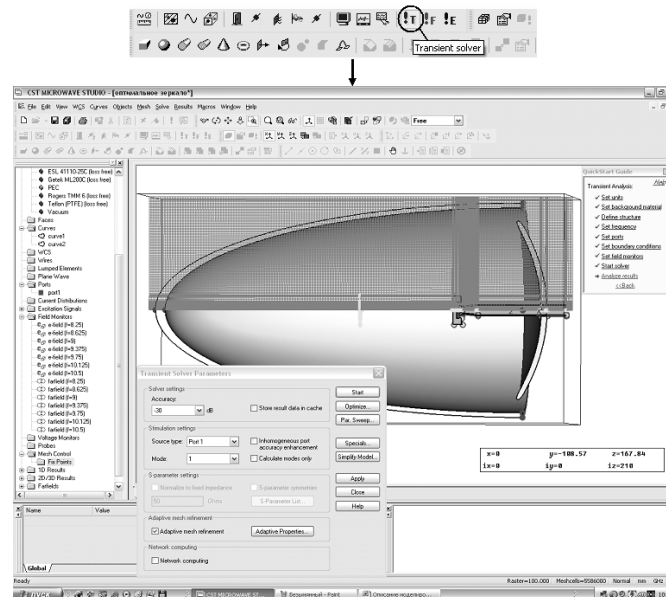


Рис. 6. Подготовка к запуску программы на решение

После выполнения подготовительных этапов (рис. 1-5) программа запускается на решение (рис. 6). На рис. 7-8 приведено распределение напряженности электрического поля в ближней зоне для системы обтекатель-антенна-облучатель Катлера и диаграмма направленности системы антенны в E-плоскости.

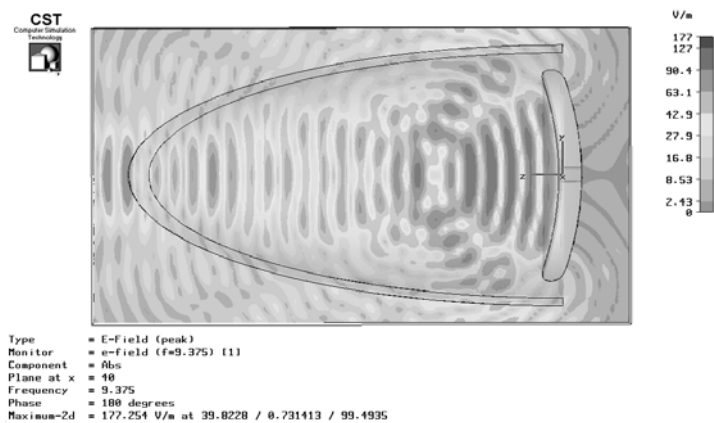


Рис. 7. Распределение напряженности электрического поля в E-плоскости

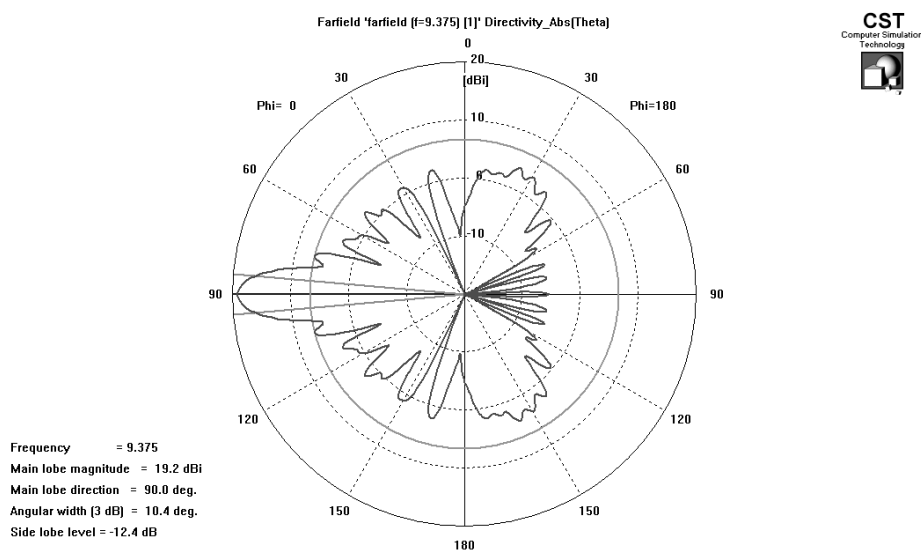


Рис. 8. Диаграмма направленности антенны в E-плоскости

Преимущества использования CST MICROWAVE STUDIO™ очевидны: во-первых, удобный интерфейс и возможность расчета произвольной геометрии как обтекателя, антенны и облучателя, во-вторых, оптимизация параметров обтекателя по заданной целевой функции.

Цурканов Михаил Александрович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: dekanat-rtf@tsure.ru, dekanat-rtf@tit.sfedu.ru.

347928, Россия, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 8(8634)371-634.

Студент.

Кисель Наталья Николаевна

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: dekanat-rtf@tsure.ru, dekanat-rtf@tit.sfedu.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 8(8634)371-634.

Кафедра антенн и радиопередающих устройств.

Доцент.

Грищенко Сергей Григорьевич

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: grishchenko@tsure.ru, grishchenko@tit.sfedu.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 8(8634)371-883.

Радиотехнический факультет.

Декан.

Tsurkanov Mikhail Alexandrovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: dekanat-rtf@tsure.ru, dekanat-rtf@tit.sfedu.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 8(8634)371-634.

Student.

Kisel Natalya Nikolaevna

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: dekanat-rtf@tsure.ru, dekanat-rtf@tit.sfedu.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 8(8634)371-634.

Department of Antennas and Radio Transmitters.

Associate professor.

Grishchenko Sergei Grigoryevich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: grishchenko@tsure.ru, grishchenko@tit.sfedu.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.  
Phone: 8(8634)371-883.  
Dean of the college Radio Engineering.  
Professor.

УДК 534.222.2

**П.П. Пивнев, А.В. Воронин**

**ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИГНАЛОВ  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ГАС  
С ПАРАМЕТРИЧЕСКИМИ АНТЕННАМИ В ВОЛНОВОДАХ**

*Целью работы является повышение дальности действия гидроакустических систем с параметрическими антеннами в мелком море. Цель работы достигается путем применения многокомпонентных сигналов накачки форма которых зависит от параметров волновода.*

*Многокомпонентные сигналы; параметрическая антенна; акустический волновод; дисперсия акустических волн.*

**P.P. Pivnev, A.V. Voronin**

**APPLICATION OF MULTICOMPONENT SIGNALS FOR INCREASE  
OF RANGE OF ACTION OF HYDROACOUSTIC SYSTEMS WITH  
PARAMETRICAL AERIALS IN WAVE GUIDES**

*The work purpose is increase of range of action of hydroacoustic systems with parametrical aerials in the small sea. The work purpose is reached by application of multicomponent signals of a rating which form depends on wave guide parametres.*

*Multicomponent signals; the parametrical aerial; an acoustic wave guide; a dispersion of acoustic waves.*

Была поставлена задача повышения дальности действия гидроакустических систем с параметрическими антеннами в мелком море (плоском естественном волноводе) и в искусственных волноводах. Нами предложено использовать многокомпонентные сигналы накачки для повышения дальности действия. Однако в средах с дисперсией, которыми являются волноводы, необходимо провести исследования разрушается сигнал в волноводе или нет и принять меры по увеличению дальности действия.

Ранее [1-3] было показано, что увеличение эффективности генерации волн при нелинейном взаимодействии в низкочастотном диапазоне волн разностной частоты возможно применением взаимодействия многокомпонентных сигналов накачки. При этом генерируется многокомпонентный сигнал волн разностной частоты.

В этих работах показано, что вычисление сигнала волны разностной частоты можно производить используя выражение: