

# СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВОДНЫХ СВЧ-УСТРОЙСТВ

В марте 2003 года компания “Электрейд-М” подписала дистрибьюторское соглашение с немецкой фирмой MICIAN ([www.mician.com](http://www.mician.com)), которая предлагает свой пакет  $\mu$ Wave Wizard, представляющий собой специализированное программное обеспечение для синтеза и оптимизации согласованных СВЧ-устройств на основе прямоугольных и круглых волноводов.

Программа  $\mu$ Wave Wizard интегрирует в себе большинство наиболее эффективных методов электромагнитного моделирования (*the efficient mode-matching, the fasthybrid mode-matching/boundary-contour and the mode-matching/finite-element Method*), наилучшим образом подходящих для расчёта следующих СВЧ-устройств:

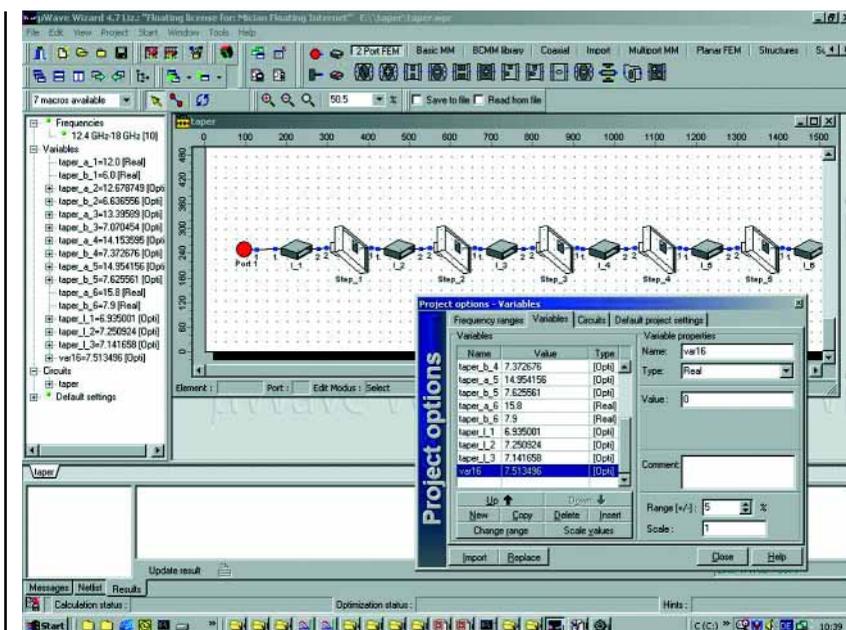
- ответвителей со связью по широкой или боковой стенке и различными видами отверстий;
- поляризаторов и ребристых фильтров;
- двухмодовых фильтров с настроечными винтами, эллиптических (Кауэра) фильтров;
- резонаторных фильтров, фильтров с закругленными диафрагмами, металлическими вставками и штырями;
- изгибов волноводов (срезанных, компенсированных, непрерывных, с отступом);
- гибридных переходов прямоугольный/круглый волновод;
- схем запитки мультипортовых антенн (решёток), делителей мощности, фазовращателей и трансформаторов;
- кольцевых (*rat-race*) ответвителей, двойных волноводных тройников

(*magic-T*), петлевых тройников (*folded magic-T*);

- преобразователей основных типов волн, широкополосных и шестипортовых преобразователей;
- диплексеров и мультиплексеров на основе ответвителей, различных фильтров на основе решётчатых и гребенчатых волноводов;
- комбинированных и встречно-штыревых фильтров;
- ответвлений электрического и магнитного типов, петлевых зондов, коаксиально-волноводных переходов (КВП);
- коаксиальных волноводных фильтров;

- фильтров на связанных резонаторах;
- компенсированных Т-образных соединений;
- компактных переходов прямоугольный/круглый волновод;
- конусообразных рупорных антенн с щелевыми решётками.

Основу пакета  $\mu$ Wave Wizard составляет набор библиотек базовых элементов, например, ступенчатых соединений с закруглёнными углами, разветвлений, изгибов, скосов, кросс-соединений, Т-соединений, Y-соединений, скруток, штырей, диафрагм и так далее (всего более 100 моделей). Все модели учитывают режим согласования мод.



**Рисунок 1** Настройка оптимизации волноводной структуры в пакете  $\mu$ Wave Wizard

Доступ к библиотекам осуществляется через удобные панели инструментов. Допускается формирование под-схем с последующей буферизацией матрицы рассеяния. Такой подход значительно упрощает построение сложных волноводных конструкций, таких как фильтры, мультиплексеры, поляризаторы, щелевые антенные решётки, фидеры запитки фазированных решёток. Отдельные части таких систем могут быть про-моделированы, оптимизированы и сгруп-пированы с другими элементами. Име-ется возможность синтеза оптимальной структуры фильтров и плавных переходов, которая впоследствии будет опти-мизирована (рис. 1).

Оптимизация выполняется чрезвы-чайно быстро благодаря технологии буферизации неиспользуемых в процессе оптимизации параметров.

Используются следующие методы оптимизации:

- эволюции (*evolution strategy*);
- градиента (*gradient*);
- экстремумов (*extreme method*).

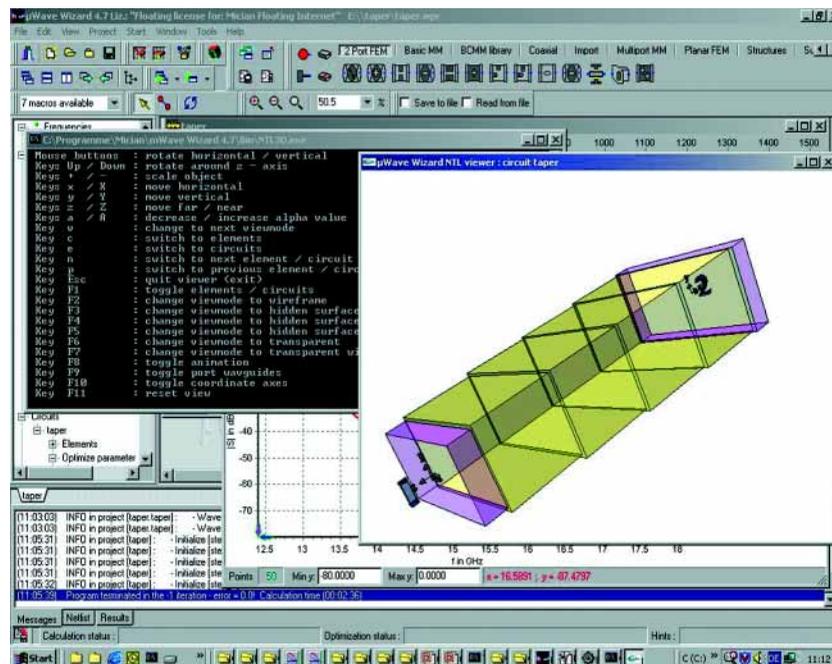
Кроме того, имеется возможность анализа количества выхода годных из-делий с оптимизацией допусков на за-данные параметры.

Для визуализации разработанной структуры в пакете имеется модуль NTL-3D Viewer, который позволяет просма-тривать трёхмерное изображение кон-струкции и выводить её описание в по-пулярных форматах механических САПР DXF и STL (рис. 2).

Пакет  $\mu$ Wave Wizard имеет откры-тую архитектуру, использует API интер-фейс и COM-технологии, что в комби-нации с возможностью использования макроскриптов на языке Visual Basic позволяет пользователям строить соб-ственные процедуры синтеза и оптими-зации, а также использовать COM мо-дули других программ, например, CST Microwave Studio или AWR Microwave Office.

Дополнительный модуль позволяет учитывать сферическое распротране-ние электромагнитных волн и рассчиты-вать диаграммы направленности антен-ных решёток, рупорных, ребристых и про-чих антенн.

В самое ближайшее время компа-ния MICIAN планирует выпустить новую версию программы, которая будет вы-полнять синтез не только волноводных, но и планарных частотно-избиратель-ных структур.



**Рисунок 2** Просмотр трёхмерного изображения разработанного устройства

Для целей оценки на сайте компа-нии MICIAN ([www.mician.com](http://www.mician.com)) предлага-ется демоверсия пакета  $\mu$ Wave Wizard, которая представляет собой ограни-ченную по функциональности и отно-сительно старую версию 3.5 програ-мы. Для более серьёзного тестирова-ния в офисе компании “ЭлекТрейд-М” ([info@eltm.ru](mailto:info@eltm.ru)) можно получить самую свежую полнофункциональную версию программы с ограниченной по време-ни лицензией, а также полный комп-лект документации.

## ИЗ ИСТОРИИ КОМПАНИИ MICIAN

Компания MICIAN была основана доктором Петером Крауссом (Peter Krauss) и доктором Яном Райтером (Jan Reiter) в 1998 году. До конца 1999 года доктор Петер Краусс как частное лицо работал над кодом системы Wasp-Net компании MiG (ядро и пользователь-ский интерфейс) вплоть до версии 3.41. Другой нынешний сотрудник (MICIAN доктор Томас Сивердинг (Thomas Sieverding) был одним из основателей MiG (Microwave Innovation Group), ко-торую покинул в 1999 году. Основной целью новой кооперации было созда-ние мощного программного продукта для моделирования волноводных СВЧ-уст-ройств.

В 2000 году компания выпустила версию собственного программного про-дукта, получившего название  $\mu$ Wave

Wizard. В течение этого года все усилия компании были нацелены на модерни-зацию вычислительного ядра и разработ-ку нового пользовательского интерфе-йса, в результате чего в начале 2001 года на свет появилась версия 4.0.

Компания MICIAN никогда не ста-вила своей целью реализацию абсо-лютно всех известных математических методов электромагнитного моделиро-вания. Было принято решение сфокуси-роваться на быстром и хорошо извест-ном методе согласованных мод (*Mode-Matching Technique*) и его производных с целью создания продукта, использующего использование трёхмерных методов мо-делирования любыми возможными спо-собами.

В начале 2001 года к компании присоединился доктор Ральф Бейер (Ralf Beyer), который совместно с доктором Яном Райтером занялся разработкой новых теоретических и математических подходов, использующих новые типы структур и призванных повысить бы-стродействие существующих алгоритмов метода согласованных мод. Ранее док-тор Ральф Бейер работал под руко-водством профессора Фритца Арндта (Fritz Arndt) в Бременском Универ-ситете.

Все ведущие специалисты компании MICIAN проработали в области раз-работки программных продуктов для электромагнитного моделирования как

единая команда в течение последних двенадцати лет. Все они являются действительными членами IEEE и имеют большой опыт проектирования СВЧ-схем и антенн.

Компания MICIAN разработала ряд оригинальных математических методов, которые были описаны в различных пуб-

ликациях: IEEE MTT, IEEE MTT-S, ANTEM, EuMW и др.

Компания имеет партнёрские соглашения с известными производителями программного обеспечения для проектирования СВЧ-устройств Applied Wave Research (AWR) и Computer Simulation Technology (CST).

В настоящее время пользователями системы  $\mu$ Wave Wizard являются ведущие производители СВЧ-оборудования, такие как Custom Microwave и другие.

Компания поощряет различные учебные программы и имеет устойчивые связи с известными университетами Европы и Америки.