

# Agilent Genesys – недорогое и высокопроизводительное решение для моделирования ВЧ- и СВЧ-схем

Хау-Сянг Яп

Genesys представляет собой недорогую и высокопроизводительную систему автоматизированного проектирования компании Agilent Technologies, ориентированную на ВЧ- и СВЧ-устройства и системы, собранные на печатных платах. В отличие от других средств моделирования, которые просто анализируют схему, САПР Genesys уникальна тем, что автоматически синтезирует 11 категорий цепей, включая фильтры с сосредоточенными и распределёнными параметрами и согласующие цепи. Функции синтеза цепей сокращают время разработки с часов до минут, практически на порядок повышая производительность проектирования.

Кроме самого широкого в отрасли набора функций синтеза (рис. 1), Genesys предлагает разработчикам ВЧ- и СВЧ-устройств и систем тесно интегрированную, простую в обращении среду проектирования для ОС Windows. Эта среда позволяет импортировать/экспортировать схемы ВЧ- и СВЧ-устройств и систем для моделирования и документирования, редактировать топологию с интерактивным трёхмерным представлением и отображать результаты измерений и моделирования с интерактивными маркерами и возможностью настройки. Кроме того, САПР включает линейный симулятор в частотной области, работающий с S-параметрами и линейными цепями, нелинейный симулятор гармонического баланса в частотной области для нелинейных цепей в установленном режиме и нелинейный

симулятор во временной области для моделирования переходных процессов в нелинейных цепях. Другие возможности включают:

- симулятор ВЧ-систем и планировщик частот WhatIf;
- планарный 2,5D-электромагнитный симулятор (метод моментов) для анализа топологии и планарных антенн;
- прямую связь с программами Agilent EMPro, выполняющими 3D-электромагнитное моделирование с применением метода конечных элементов и метода конечных разностей во временной области;
- оптимизатор для обеспечения наилучших характеристик разрабатываемого устройства;
- статистический эмулятор параметров – анализ выхода годных, позволяющий прогнозировать влияние

разброса параметров компонентов на выход годной продукции;

- поддержку уравнений на языке Matlab при помощи средств Mathlang;
- интерфейс для связи более чем со 140 измерительными приборами, который можно использовать для импорта результатов измерений и экспорта результатов моделирования;
- составление отчётов для автоматического обновления проектной документации.

## Высокая производительность по низкой цене

Стоимость САПР Genesys на удивление невысока и составляет примерно 30% от стоимости ближайших аналогов, хотя Genesys предлагает при этом больше возможностей. САПР Genesys специально ориентирована на быструю разработку плат ВЧ- и СВЧ-устройств и предназначена для малых компаний и индивидуальных разработчиков, которые имеют ограниченный бюджет, но не могут жертвовать производительностью или точностью моделирования. Благодаря низкой цене и высокой производительности, САПР Genesys завоевала признание уже более 5000 пользователей во всём мире.

## Уникальные функции синтеза цепей, охватывающие широкий диапазон промышленных приложений

Синтез цепей представляет собой мощное средство, сокращающее долгие часы утомительной работы до нескольких минут. Даже у опытных разработчиков широкополосных согласующих цепей или специальных фильтров уходит на выполнение такой работы не менее, чем полдня. Функция синтеза цепей САПР Genesys позволяет просто ввести нужные характеристики согласующей цепи или фильтра (на что уходит всего несколько секунд), и нужная цепь автомати-

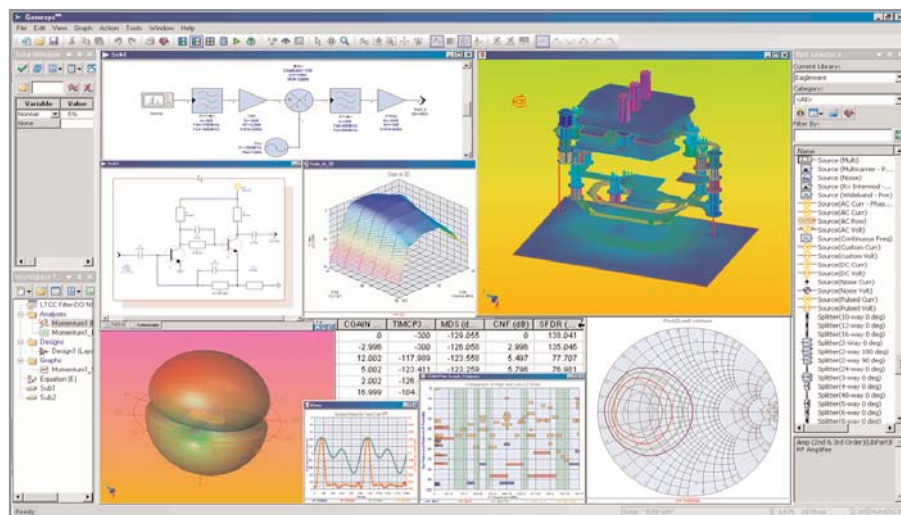


Рис. 1. САПР ВЧ- и СВЧ-схем Agilent Genesys

чески генерируется в электрической схеме и в топологии печатной платы (рис. 2). Такое сокращение времени работы с часов до секунд повышает производительность труда как минимум в 10 раз. Кроме того, можно дополнительно оптимизировать характеристики цепи или проанализировать её структуру с помощью встроенного электромагнитного симулятора Momentum. Применение этого инструмента позволяет гарантировать точность характеристик ещё до изготовления устройства.

САПР Genesys поставляется с одиннадцатью функциями синтеза, включая синтез классических фильтров с сосредоточенными параметрами (например, фильтров Чебышева, Баттерворта, Бесселя и эллиптических фильтров) и синтез узкополосных или широкополосных согласующих цепей с сосредоточенными и распределёнными параметрами для сложных частотно-зависимых нагрузок. Кроме того, Genesys предлагает функцию «М/фильтр» для синтеза СВЧ-фильтров с распределёнными параметрами (более 60 топологий) и функцию «S/фильтр». Функция синтеза «М/фильтр» автоматически создаёт топологию для последующего ЭМ-анализа в интегрированном симуляторе Momentum и включает возможность синтеза полосковых резонаторных фильтров. Функция синтеза «S/фильтр» использует расширенный прямой синтез и технологию трансформации цепи для создания специальных фильтров, таких как режекторные или симметричные фильтры, без заранее определённой схемы. Для упрощения аппаратной реализации эта функция предоставляет выбор из всех возможных альтернативных схем.

Кроме того, Genesys предлагает расширенные функции синтеза 13 типов линий передачи с преобразованием сосредоточенных/распределённых параметров и автоматической вставкой разрывов. Эти функции синтеза конвертируют идеальные линии передачи в реальные физические, такие как микрополосковые или полосковые линии, позволяя инженеру выбирать нужную подложку. Кроме того, САПР Genesys позволяет синтезировать активные фильтры, аналоговые эквалайзеры, генераторы, аналоговые системы ФАПЧ, схемы управления сигналами и смесители.

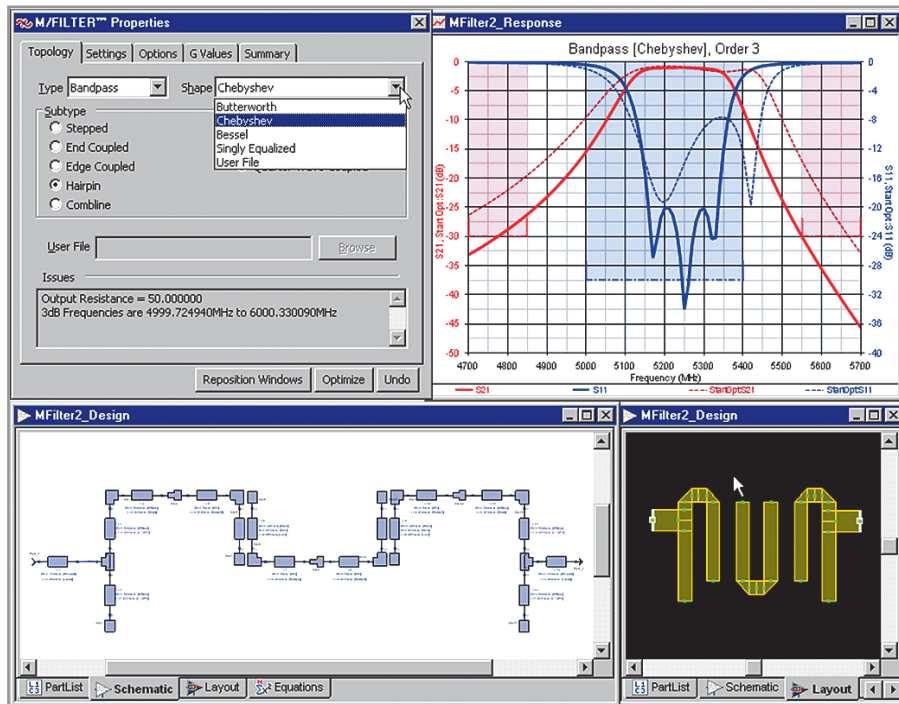


Рис. 2. Синтез СВЧ-фильтра в САПР Agilent Genesys

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЧ-/СВЧ-СХЕМ

САПР Genesys поставляется с тремя мощными схемотехническими симуляторами для специальных приложений. Линейный симулятор предназначен для быстрого линейного моделирования, ручной подстройки и оптимизации линейных цепей с использованием S-параметров. Его можно представить как находящийся внутри ПК удобный виртуальный анализатор цепей, который помогает инженерам быстро проектировать и анализировать линейные схемы.

Нелинейный симулятор установившегося режима, использующий технологию гармонического баланса и работающий в частотной области, предназначен для анализа спектральных компонентов сигнала в каждом узле цепи. Его можно использовать для анализа и оптимизации кривых сжатия динамического диапазона усилителей, фазового шума задающих генераторов и коэффициентов преобразования смесителей. Его можно представить как виртуальный анализатор спектра, позволяющий отображать спектр фазы и амплитуды.

И, наконец, нелинейный симулятор переходных процессов, использующий метод свёртки во временной области и работающий с частотно-зависимыми моделями, например, на основе S-параметров, не поддерживаемыми традиционными системами SPICE. Его можно использовать

для анализа переходных процессов в схемах, например, поведения генератора в процессе запуска, анализа импульсных характеристик усилителей и смесителей и т.п. Его можно представить как виртуальный СВЧ-осциллограф.

### СОЗДАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ВЧ-СИСТЕМ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЧАСТОТ, СВОБОДНЫХ ОТ ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫХ ИСКАЖЕНИЙ

Как правило, разработка ВЧ-устройств начинается с анализа блок-диаграммы. Она помогает разработчикам определить характеристики, которые они хотят получить, одновременно позволяя системным инженерам визуализировать наиболее эффективную и недорогую реализацию. После этого системный инженер с помощью электронных таблиц выполняет примерную оценку запаса по усилению и шуму в условиях недостатка информации об интермодуляционных составляющих, которые могут генерировать нелинейные усилители, смесители и генераторы.

Симулятор архитектуры ВЧ-систем Genesys Spectrasys позволяет преодолеть эту неопределённость, которая может приводить к дорогостоящим аппаратным ошибкам (рис. 3). Это достигается путём моделирования блок-схемы устройства с учётом согласования импедансов и паразитных нелинейных сигналов, которые

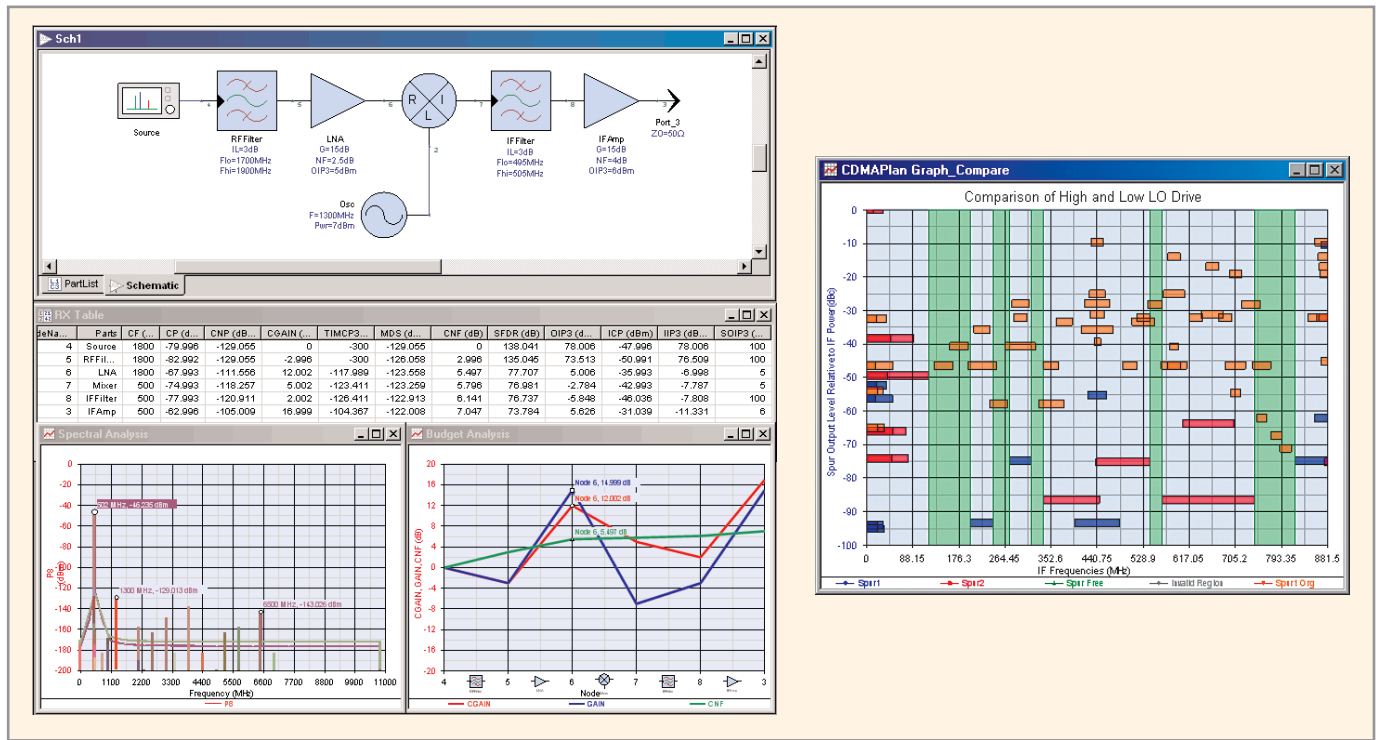


Рис. 3. Spectrasys моделирует и отображает блок-диаграмму системы и использует уникальные функции диагностики неисправностей, позволяющие инженеру быстро выявлять и устранять источники паразитных сигналов

могут распространяться в системе. Уникальные средства диагностики Spectrasys позволяют выявлять исходные причины возникновения паразитных сигналов в любом узле системы. Разработчик просто наводит курсор на мешающий паразитный сигнал на диаграмме спектра и может выявить источник помехи и устранить его.

Выбор оптимальных промежуточных частот для исключения паразитных сигналов в коммуникационной системе выполняется быстро и просто с помощью симулятора планирования частоты Genesys WhatIF. Он в графической форме представляет все интермодуляционные составляющие и их амплитуды на интуитивно понятной диаграмме спектра, отображая незанятые полосы частот зелёным цветом, что упрощает планирование системных частот. Это позволяет исключить утомительную ручную проверку таблиц интермодуляционного смещения.

### СОВМЕСТНОЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ И СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В системный симулятор Spectrasys можно вставлять блоки на уровне схем,

что упрощает проверку интеграции разрабатываемых устройств ещё до аппаратной реализации. Для совместного схемотехнического и системного моделирования с целью полной проверки системы до изготовления или поставки дорогостоящего оборудования, могут использоваться новейшие нелинейные модели на основе X-параметров\*, создаваемые с помощью нелинейного векторного анализатора цепей (NVNA) или в САПР ADS.

### СОВМЕСТНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ И СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В состав Genesys входит тесно интегрированный 3D-планарный симулятор Momentum GXF, который без труда выполняет совместное моделирование с симуляторами линейных и нелинейных цепей. Это позволяет выполнять интегральный анализ распределённых ВЧ-/СВЧ-топологий наряду со связанными компонентами с сосредоточенными параметрами, такими как бескорпусные конденсаторы, резисторы или транзисторы, без неудобств и ошибок, обусловленных ручным совмещением электромагнитной и схемотехнической моделей.

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Планарное электромагнитное моделирование полезно для учёта эффектов взаимовлияния ВЧ-/СВЧ-элементов топологии и для анализа излучения планарных антенн или фазированных антенных решёток. Входящее в состав Genesys приложение Momentum GXF представляет собой самый надёжный и гибкий 3D-планарный электромагнитный симулятор, вобравший в себя более 20 лет опыта разработки (рис. 4). Он предлагает уникальную прямоугольную сетку и технологию исправления импортированных структур, которые обеспечивают высокую производительность и надёжную сходимость для любой топологии. Кроме получения S-параметров любой планарной структуры, инженеры могут также просматривать анимированные представления поверхностных токов, что позволяет выявлять паразитные связи, отражения и резонансы. Кроме того, с помощью интерактивного средства объёмного просмотра можно рассматривать диаграммы направленности антенн в дальней зоне под любым углом.

Если вы имеете дело с произвольными непланарными 3D-электромагнит-

\*X-parameters является товарным знаком компании Agilent Technologies. Формат X-параметров и лежащие в их основе уравнения открыты и документированы. Более подробную информацию можно найти на странице [www.agilent.com/find/eesof-x-parameters-info](http://www.agilent.com/find/eesof-x-parameters-info)

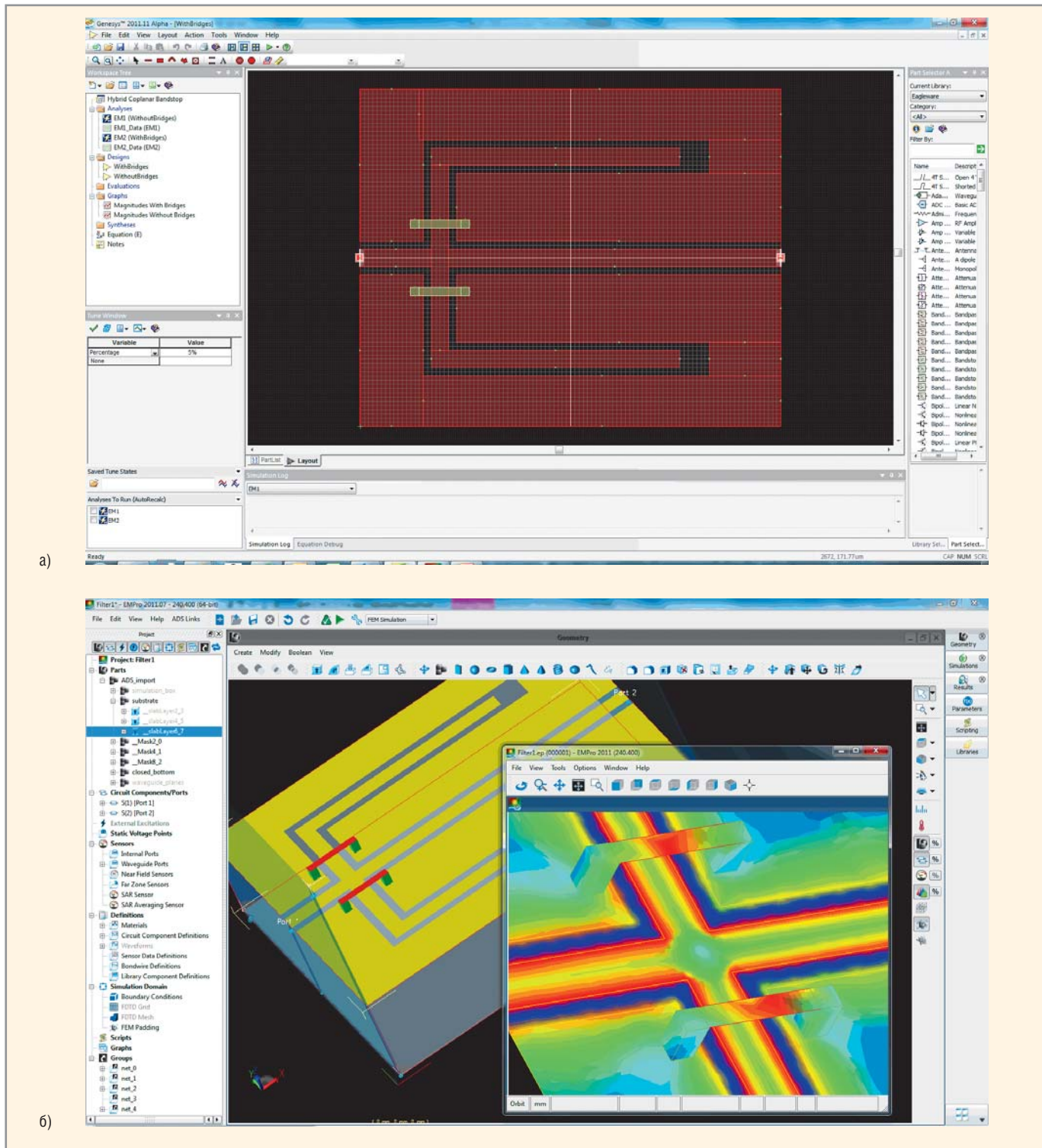


Рис. 4. Топологию Genesys (а) можно одним щелчком мыши экспортировать в Agilent EMPro (б) для полного 3D ЭМ-моделирования

ными эффектами для таких элементов, как экраны или интегрированные схемы с волноводами, то для полноты анализа вам понадобится полный 3D-электромагнитный симулятор, такой как Agilent EMPro. Одним щелчком мыши Genesys экспортирует свою планарную ВЧ-/СВЧ-топологию, вместе с портами и свойствами материала подложки, в EMPro для немедленного моделирования. Это позволяет обойтись без утомительного повторного ручно-

го ввода описания объёмных структур, размещения портов и свойств материалов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Благодаря полному набору всех необходимых функций в простой среде Windows, Genesys является мощным и удобным инструментом в арсенале любого проектировщика. Он даже вдохновил авторов на написание книг по проектированию ВЧ- и СВЧ-устройств.

Постоянная работа компании Agilent по продвижению и поддержке САПР Genesys гарантирует, что ценные знания не потеряют актуальности в течение нескольких десятилетий. Кроме того, компания Agilent поддерживает эксклюзивную загрузку рабочей среды Genesys. Разработчики могут использовать эти рабочие среды в качестве отправной точки для собственных проектов или в качестве превосходных обучающих примеров.

