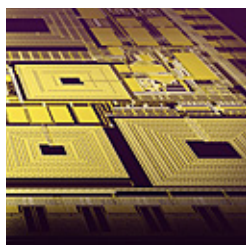
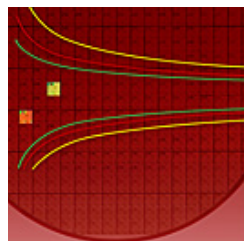
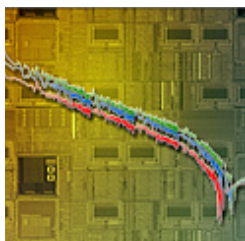
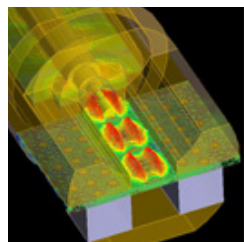


# Системы автоматизированного проектирования Keysight EEsof

Отраслевой стандарт в проектировании радиоэлектронных устройств



## Системы автоматизированного проектирования для всех этапов разработки

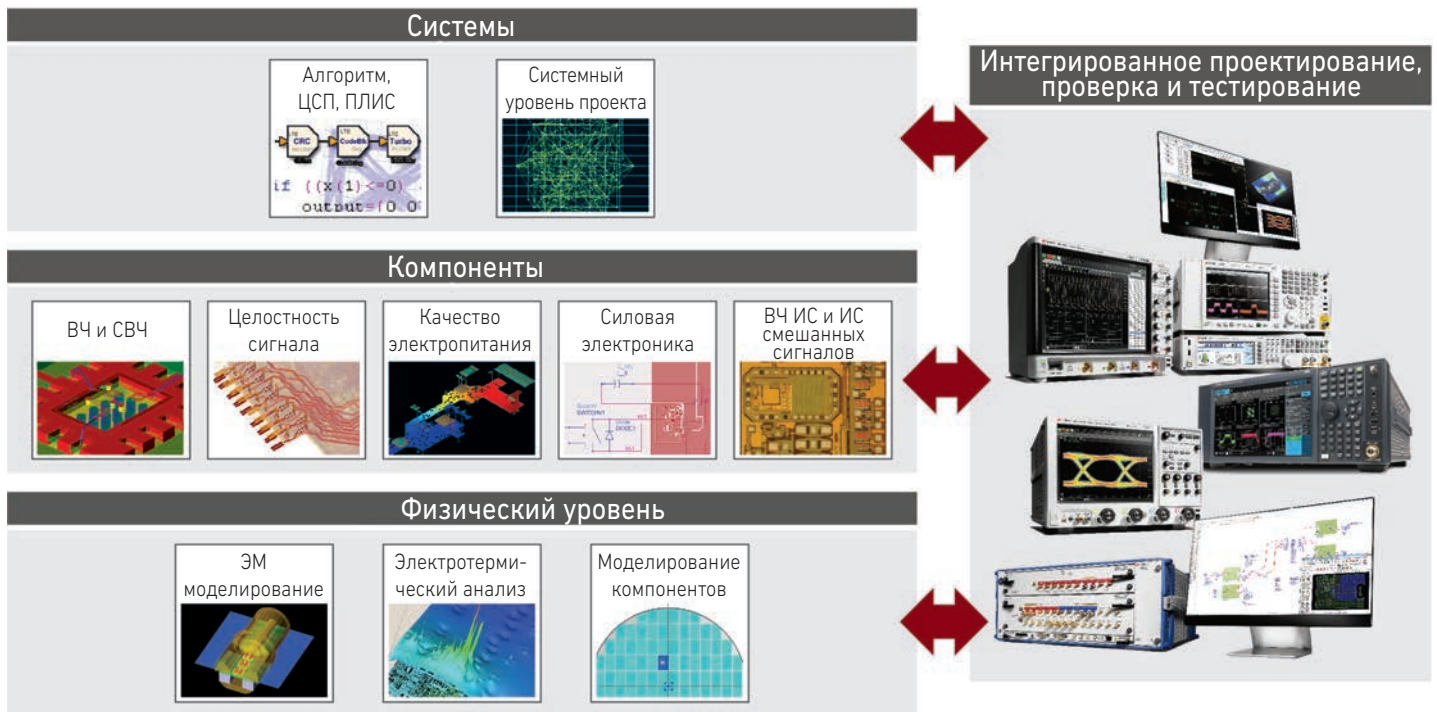
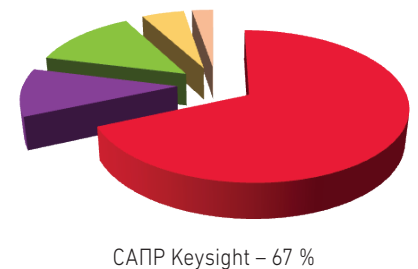


Рис. 1. Компания Keysight EEsop является ведущим производителем систем автоматизированного проектирования для разработки радиоэлектронных устройств.

Компания Keysight EEsop является ведущим производителем систем автоматизированного проектирования (САПР) для разработки радиоэлектронных устройств. Инженеры, занимающиеся разработкой и моделированием высокочастотных и высокоскоростных цифровых устройств, измерением целостности сигнала и качества электропитания, созданием моделей компонентов, обработкой сигналов и проектированием радиочастотных схем смогут быстрее создавать требуемые устройства, используя технологическую платформу на основе наших средств проектирования систем, компонентов и элементов на физическом уровне. Мы предлагаем полные интегрированные решения для проектирования таких устройств, как сотовые телефоны, беспроводные сети, радиолокационные системы, системы спутниковой связи и высокоскоростные цифровые проводные устройства. Наши приложения включают решения для проектирования на системном уровне (ESL), средства для оценки целостности сигналов и качества электропитания, аналоговых и смешанных схем, решения для моделирования ВЧ/СВЧ устройств для коммерческой беспроводной связи, аэрокосмической и оборонной промышленности. САПР Keysight совместима с собственным контрольно-измерительным оборудованием Keysight и используется для его разработки.

Пакеты САПР предлагают широчайший спектр гибких решений, легко адаптируемых к вашему маршруту проектирования и бюджету, и при необходимости могут быть расширены: вы можете добавлять необходимые методики расчета (симуляторы), модели и библиотеки. Мы предоставим вам высококлассное программное обеспечение и поддержку, необходимые для повышения производительности проектирования.



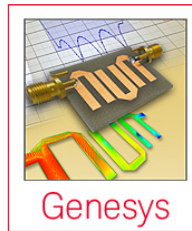
САПР Keysight – 67 %

Рис. 2. Компания Keysight – ведущий производитель средств проектирования и моделирования ВЧ устройств (из отчета Гари Смита о распределении долей на рынке САПР).

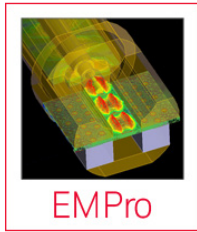
## САПР Keysight: первоклассные решения для всего цикла проектирования



Advanced Design System (ADS) является ведущей системой автоматизированного проектирования электронных устройств для приложений ВЧ, СВЧ, оценки целостности сигнала и качества электропитания. Система предназначена для применения в сфере беспроводной связи, компьютерных сетей, в аэрокосмической и оборонной промышленности.



Genesys – доступное по цене, точное и простое в обращении средство проектирования и моделирования ВЧ/СВЧ схем, предназначенное для разработчиков плат и модулей.



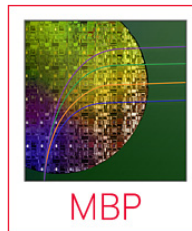
САПР Electromagnetic Professional (EMPro) является первой средой электромагнитного 3D моделирования, полностью интегрирующей ЭМ 3D моделирование со схемотехническим моделированием САПР ADS.



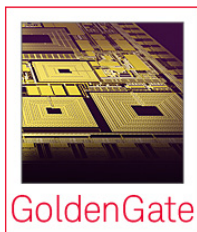
IC-CAP – решение для характеристики и анализа интегральных схем, являющееся промышленным стандартом моделирования поведения полупроводниковых устройств на постоянном токе и высоких частотах. IC-CAP позволяет извлекать точные компактные модели, которые можно использовать в высокоскоростных/цифровых, аналоговых и высокоомощных ВЧ приложениях.



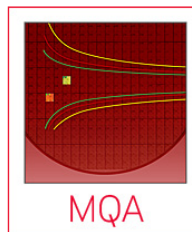
SystemVue представляет собой систему автоматизированного проектирования системного уровня (ESL), позволяющую системным инженерам и разработчикам алгоритмов совершенствовать физический уровень (PHY) беспроводных систем следующего поколения и средств связи в аэрокосмической/оборонной отрасли.



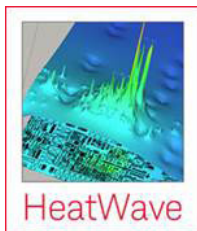
Model Builder Program (MBP) представляет собой универсальное решение, обеспечивающее высокую степень автоматизации и гибкости моделирования полупроводниковых приборов. MBP содержит мощные встроенные функции характеристики и моделирования, а также открытый интерфейс для настройки стратегии моделирования.



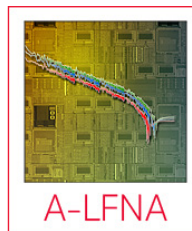
GoldenGate является решением для моделирования и анализа ВЧ ИС смешанных сигналов. ПО GoldenGate полностью интегрировано в среду аналогового проектирования ADE Cadence.



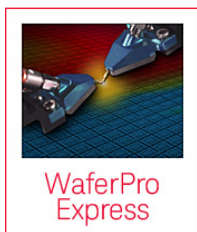
Model Quality Assurance (MQA) предлагает полное решение и интегрированную среду для разработчиков, не имеющих собственных производственных мощностей и производителей полупроводниковых приборов. MQA позволяет проверять, сравнивать и документировать библиотеки моделей SPICE.



HeatWave представляет собой систему электротермического моделирования для ИС и многоярусных SiP. Она рассчитывает 3D температурный профиль кристалла и передаёт сведения о температурах в схемотехническую систему моделирования, что позволяет точно учитывать тепловые эффекты.



Расширенный анализатор низкочастотного шума (A-LFNA) представляет собой лучшую систему для измерения параметров и анализа фликер-шумов (шумов 1/f) и случайного телеграфного шума (RTN).



WaferPro Express предлагает унифицированную платформу, которая позволяет настраивать и выполнять измерения параметров полупроводниковых приборов, таких как транзисторы, и пассивных компонентов на уровне полупроводниковых пластин.

## Advanced Design System (ADS) – лучшая платформа для проектирования ВЧ и СВЧ устройств и систем контроля целостности сигнала и качества электропитания

САПР ADS является лучшей в отрасли системой автоматизированного проектирования ВЧ/СВЧ схем и контроля целостности сигнала и качества электропитания, предлагая среду программного моделирования, позволяющую выполнять совместную разработку ИС, корпусов и плат. В ADS впервые использованы самые инновационные и коммерчески успешные технологии, включая самый лучший набор средств системного, схемотехнического и электромагнитного моделирования, а также X-параметры\* для нелинейного моделирования. ADS предлагает единственную в отрасли среду проектирования интегральных схем, использующих несколько технологий, что позволяет объединять при моделировании многочисленные интегральные схемы, монтируемые на многослойную подложку и на печатную плату. САПР ADS гармонично объединяет все эти мощные инструменты в единую платформу проектирования, сопровождающую вас на всех этапах от выработки концепции до производства, что делает ADS главным инструментом ведущих компаний, работающих в сфере беспроводной связи, компьютерных сетей, в аэрокосмической и оборонной промышленности.

### Лучшие в отрасли технологии и многое другое

САПР ADS предлагает непревзойденный набор технологий моделирования, включая S-параметры, анализ по переменному току, метод гармонического баланса, высокочастотный SPICE, метод свертки, метод огибающей, моделирование высокоскоростных каналов, Keysight Ptolemy, 2.5D планарный ЭМ симулятор Momentum и полноценное 3D ЭМ моделирование по методу конечных элементов (FEM). И этот перечень далеко не полон.

Для сокращения сроков проектирования САПР ADS предлагает огромную базу данных для специальных приложений. Более 300 примеров охватывают все сферы применения – от отдельных цепей и функциональных узлов до учебных пособий и руководств, рассказывающих о том, как использовать ADS. Встроенные в САПР модули помощи в разработке (DesignGuide) вобрала в себя наш богатый опыт и передовую практику лучших разработчиков. Они предлагают готовые наборы настроек и способы представления данных, а также пошаговые инструкции для разработки таких устройств, как усилители, фильтры, смесители, ВЧ системы и т.п., с первого дня открывая простой доступ к мощным возможностям ADS.

Кроме того, компания Keysight тесно сотрудничает с производителями GaAs, GaN, InP, SiGe и кремниевых полупроводниковых

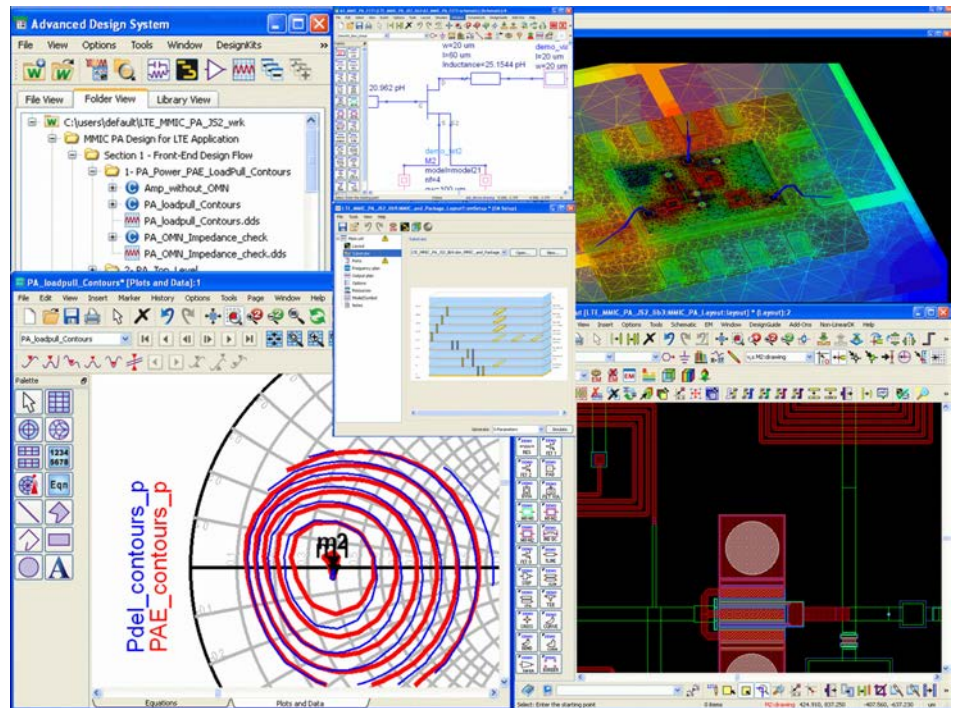


Рис. 3. ADS является лучшей в отрасли САПР электронных устройств, ориентированной на беспроводную связь, компьютерные сети, аэрокосмическую и оборонную промышленность, а также на приложения, обеспечивающие целостность сигнала.

приборов, что позволяет ей создавать и поддерживать библиотеки для технологических процессов, используемые в САПР ADS при проектировании РЧ ИС и МИС. И, наконец, все основные производители компонентов поверхностного монтажа поставляют нам новейшие библиотеки компонентов, содержащие тысячи моделей, в частности, для разработки в ADS ВЧ-печатных плат.

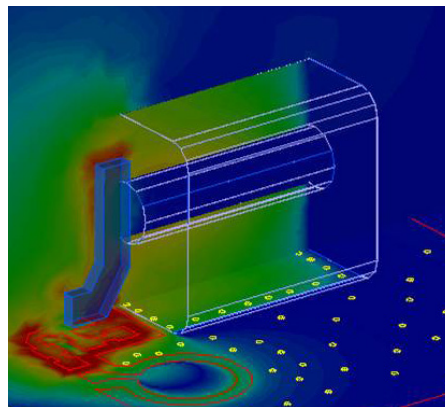


Рис. 4. Расширенный интегрированный 3D ЭМ анализ включает ЭМ моделирование по методу конечных элементов, оптимизацию и совместное моделирование с анализом цепей.

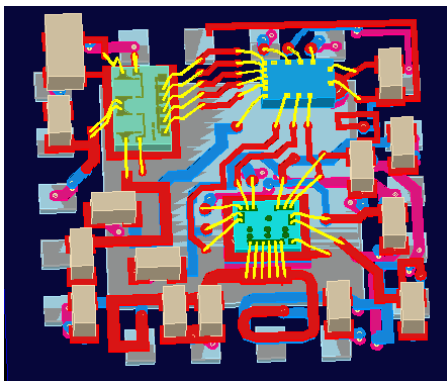
### Ключевые возможности ADS

- Полнофункциональная среда для создания схем и топологии
- Инновационные и лучшие в отрасли схемотехнические и системные симуляторы
- Прямой доступ к 2.5D планарным и 3D ЭМ методикам моделирования
- Точный и эффективный электротермический анализ для моделирования цепей, чувствительных к температуре
- Самое большое число библиотек для технологических процессов (PDK), создаваемых и поддерживаемых ведущими производителями компонентов
- Интеграция с маршрутом проектирования устройств в САПР таких компаний, как Cadence, Mentor и Zuken
- Панель оптимизации, поддерживающая управление процессом оптимизации в реальном времени (встроено 12 различных методов)
- Создание модели на основе X-параметров по принципиальной схеме и по результатам измерений с помощью нелинейного векторного анализатора Keysight NVNA
- Новейшие библиотеки беспроводных устройств, позволяющие проектировать и проверять на соответствие новейшим стандартам беспроводной связи

## САПР ADS ускоряет и оптимизирует проектирование – от выработки концепции до реализации

### Инновационная поддержка нескольких технологий

САПР ADS позволяет интерактивно находить компромиссы при проектировании ИС, многослойных подложек, корпусов, печатных плат или при их совместном проектировании. Интегральные схемы, разрабатываемые с использованием нескольких технологий, можно объединять и моделировать на уровне принципиальной схемы или на уровне полной электромагнитной 3D модели.



### Повышение производительности с помощью интегрированной среды проектирования

САПР ADS является лучшей в своём классе платформой для ВЧ и СВЧ проектирования, позволяющей разрабатывать полупроводниковые приборы на основе GaAs, GaN, SiGe, КНИ и ВЧ КМОП, выполнять электромагнитное и электротермическое моделирование, оптимизацию, последующую обработку данных, визуализацию и анализ, а также выполнять проектирование и проверку топологии (DRC/LVS) для РЧ ИС и МИС на основе кремния и GaAs, ВЧ модулей и многослойных подложек. Кроме того, САПР ADS работает с другими системами автоматизированного проектирования, что позволяет адаптировать ее к вашему маршруту разработки, а способность ADS работать с различными измерительными приборами обеспечивает уникальную интеграцию проектирования и измерений.

Эта хорошо зарекомендовавшая себя программная среда легко адаптируется к любым вашим потребностям. ADS может работать под управлением операционных систем Windows® и LINUX, обеспечивая полную совместимость файлов между разными платформами и сетями.

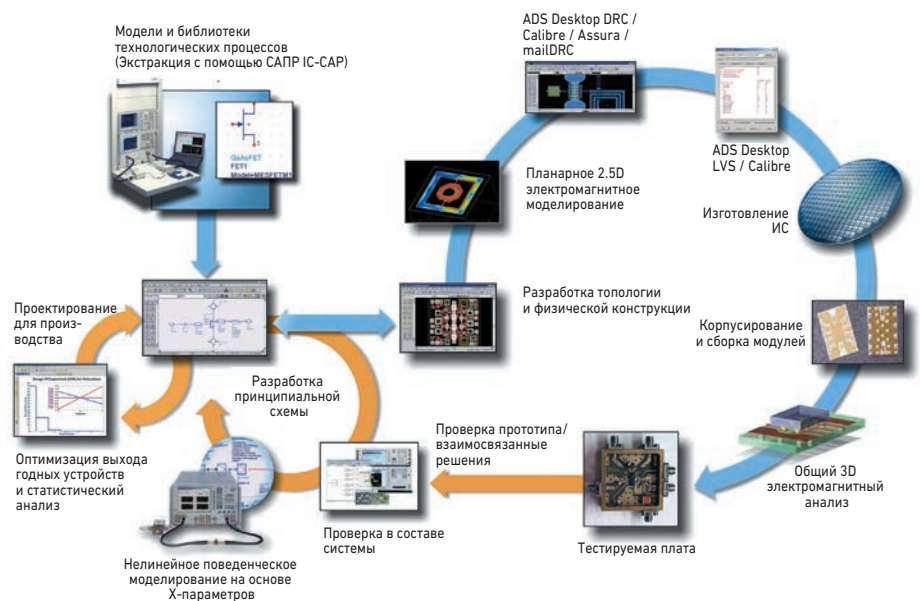
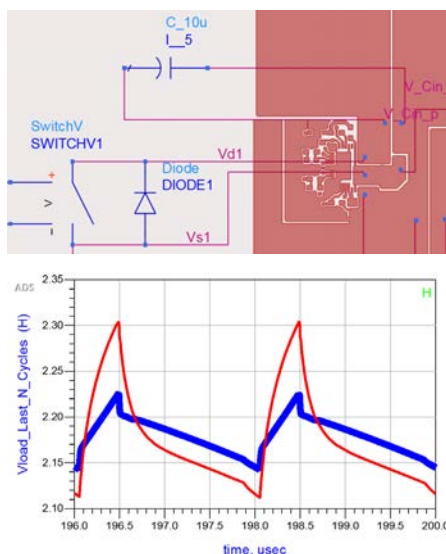


Рис. 5. САПР ADS объединяет все хорошо зарекомендовавшие себя ВЧ технологии, технологии обеспечения целостности сигнала, технологии смешанных сигналов и технологии электромагнитного моделирования в единую и гибкую интегрированную среду.



### Силовая электроника

В отличие от слаботочной электроники, которая большей частью занята обработкой сигналов, силовая электроника управляет электроэнергией: генерирует, преобразует и передаёт её от источника в нагрузку. Эта технология находит применение в различных отраслях промышленности, включая производство и распределение электроэнергии, автомобилестроение и бытовую электронику.

Высокая крутизна фронтов современных импульсных преобразователей электроэнергии, использующих транзисторы на основе SiC и GaN, заставляет задуматься о применении САПР. Одной только традиционной системы SPICE уже недостаточно, поскольку она работает лишь во временной области и только с элементами с сосредоточенными параметрами. Она не способна учитывать особенности физической топологии, которые могут оказывать доминирующее влияние на характеристики изделия. САПР ADS и среда EMPro позволяют выполнять моделирование во временной и частотной областях, причём для элементов как с сосредоточенными, так и с распределёнными параметрами. Такое моделирование позволяет анализировать работу устройств по показателям качества, таким как КПД, и показателям надёжности, таким как стойкость к скачкам напряжения.

## САПР ADS поддерживает комплексные процедуры анализа целостности сигнала и качества электропитания

### Решение проблем проектирования печатных плат современных высокоскоростных устройств

Когда скорость передачи данных цифровых интерфейсов переступает гигабитный порог, непредсказуемые явления становятся нормой. Решения для анализа целостности сигнала и качества электропитания компании Keysight включают средства проектирования и моделирования, помогающие преодолеть проблемы разработки печатных плат для многогигабитных цифровых устройств. САПР ADS предлагает лучшие в отрасли технологии моделирования во временной и частотной областях, объединённые в единый процесс, что помогает преодолеть проблемы обеспечения целостности сигнала и качества электропитания и гарантирует создание совместимых устройств.

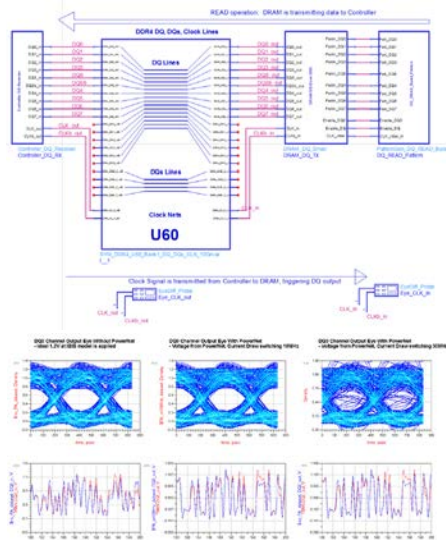


Рис.6. САПР ADS поддерживает лучшую в отрасли технологию моделирования каналов.

### Всеобъемлющий анализ каналов

С помощью САПР ADS и других инструментов компании Keysight можно:

- Анализировать линии связи между ИС путём моделирования каналов, цепей и физического уровня.
- Точно импортировать модели на основе S-параметров из частотной области в схематехнические симуляторы и симуляторы каналов, работающие во временной области, с помощью патентованных алгоритмов причинно-следственных связей и пассивности
- Определять сверхмалые профили BER за считанные секунды (вместо нескольких дней) с помощью статистического и побитного режимов симулятора каналов
- Импортировать модели трансиверов в формате IBIS (традиционном и AMI) и в виде таблицы соединений (незашифрованной или зашифрованной ключом Keysight)
- Генерировать модели IBIS AMI всего за несколько дней вместо месяцев

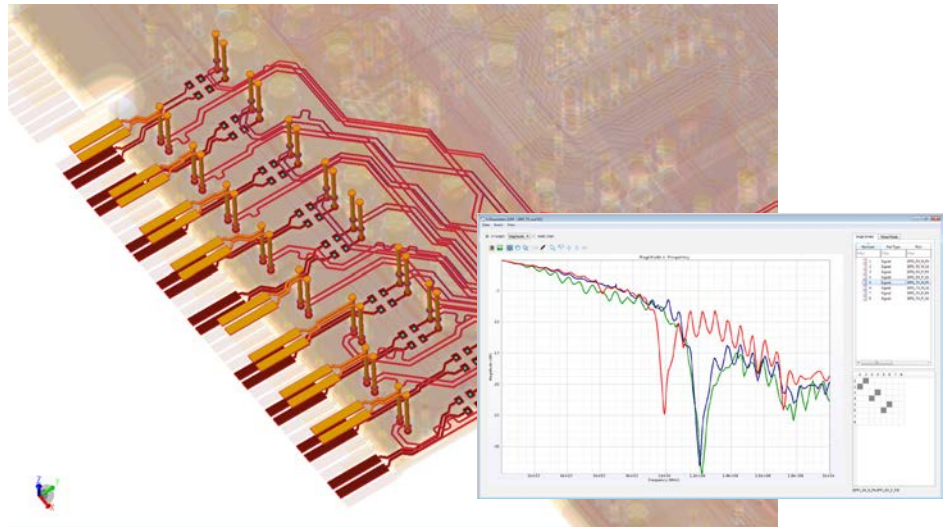


Рис.7. SIPro использует композитную ЭМ технологию для быстрого моделирования больших и сложных печатных плат и извлечения точных моделей высокоскоростных соединений, и всё это внутри САПР ADS.

### Быстрый и точный ЭМ анализ после создания топологии

САПР ADS использует инновационные ЭМ технологии, объединяющие точность, скорость и вычислительную мощность, необходимые для моделирования больших и сложных печатных плат с многогигабитными линиями передачи данных. С помощью входящих в состав ADS ЭМ симуляторов SIPro и PIPro вы можете:

- Импортировать готовую топологию печатной платы из систем проектирования Cadence, Mentor, Zuken и т.п. для ЭМ анализа проблем качества электропитания и целостности сигнала
- Быстро настраивать анализ целостности сигнала и качества электропитания в одной и той же среде с помощью специализированной сетевой модели применения
- Извлекать точные модели S-параметров высокоскоростных каналов, учитывающие взаимовлияние сигналов, неидеальности заземления, слоёв питания и влияние переходных отверстий
- Выполнять анализ качества электропитания для измерения падения напряжения на постоянном токе, импеданса на переменном токе и резонансов в слоях питания
- Автоматически генерировать схемы испытательных стендов в ADS по результатам ЭМ анализа целостности сигнала и качества электропитания

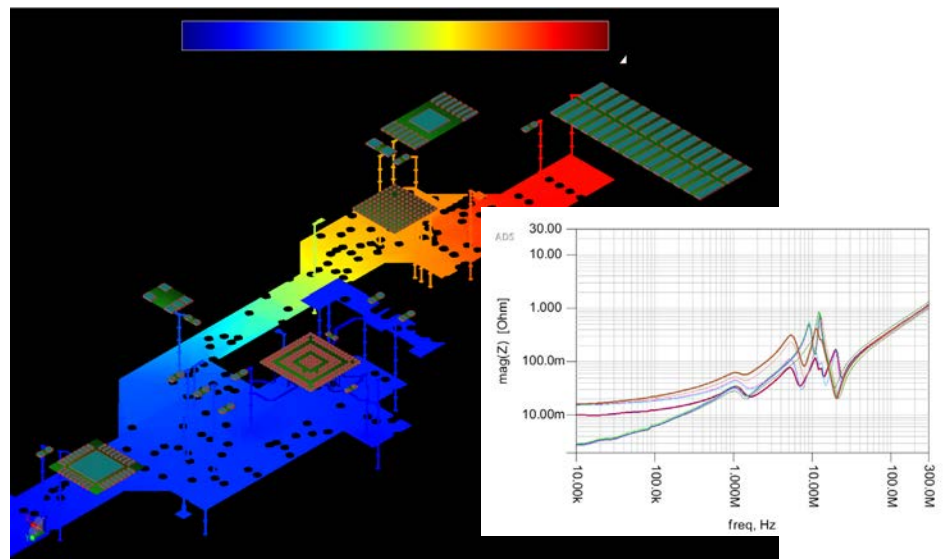


Рис. 8. Симулятор PIPro в ADS позволяет анализировать качество электропитания, включая анализ падения напряжения на постоянном токе, анализ импеданса на переменном токе и анализ резонансов в слоях питания.

## EMPro – среда 3D электромагнитного моделирования, интегрированная с маршрутом проектирования в САПР ADS

САПР Electromagnetic Professional (EMPro) представляет собой среду создания 3D объектов и моделирования с целью анализа объемного электромагнитного взаимодействия высокоскоростных, ВЧ и СВЧ компонентов. Преимущества САПР EMPro включают: наличие современной конструкторской среды проектирования, анализа и моделирования, высокопроизводительных технологий моделирования в частотной и временной областях, а также интеграцию с лучшей в отрасли средой проектирования высокочастотных и высокоскоростных устройств САПР ADS. EMPro позволяет создавать 3D модели компонентов, которые можно использовать для совместного ЭМ моделирования с 2D топологиями и схемами в среде Advanced Design System (ADS). С помощью современного и простого графического интерфейса разработчики могут быстро создавать любые объемные структуры и использовать расширенные функции создания скриптов.

**Основные возможности EMPro:**

Современная эффективная среда моделирования монолитных 3D объектов

EMPro – удобный инструмент для построения произвольных 3D структур и импорта готовых файлов CAD. Вы можете создавать 3D формы, добавлять свойства материала, настраивать параметры моделирования и просматривать результаты – и все это, не покидая среду EMPro.

**Технология моделирования в частотной и временной областях**

В EMPro можно анализировать объемные структуры, причем с помощью того же FEM симулятора, что и в САПР ADS. Симулятор FEM использует метод конечных элементов – широко применяемую в ВЧ и СВЧ приложениях технологию моделирования в частотной области. Для проектов, в которых имеются электрически большие компоненты, такие как антенны, или для анализа целостности сигнала может быть использован симулятор на основе метода конечных разностей (FDTD), работающий во временной области.

**Интеграция с САПР ADS**

В EMPro можно создавать 3D модели компонентов с необходимым набором параметров и загружать их в проект топологии, создаваемый в САПР ADS. Затем может использоваться FEM симулятор для смешанного ЭМ моделирования 2D топологий и 3D компонентов.

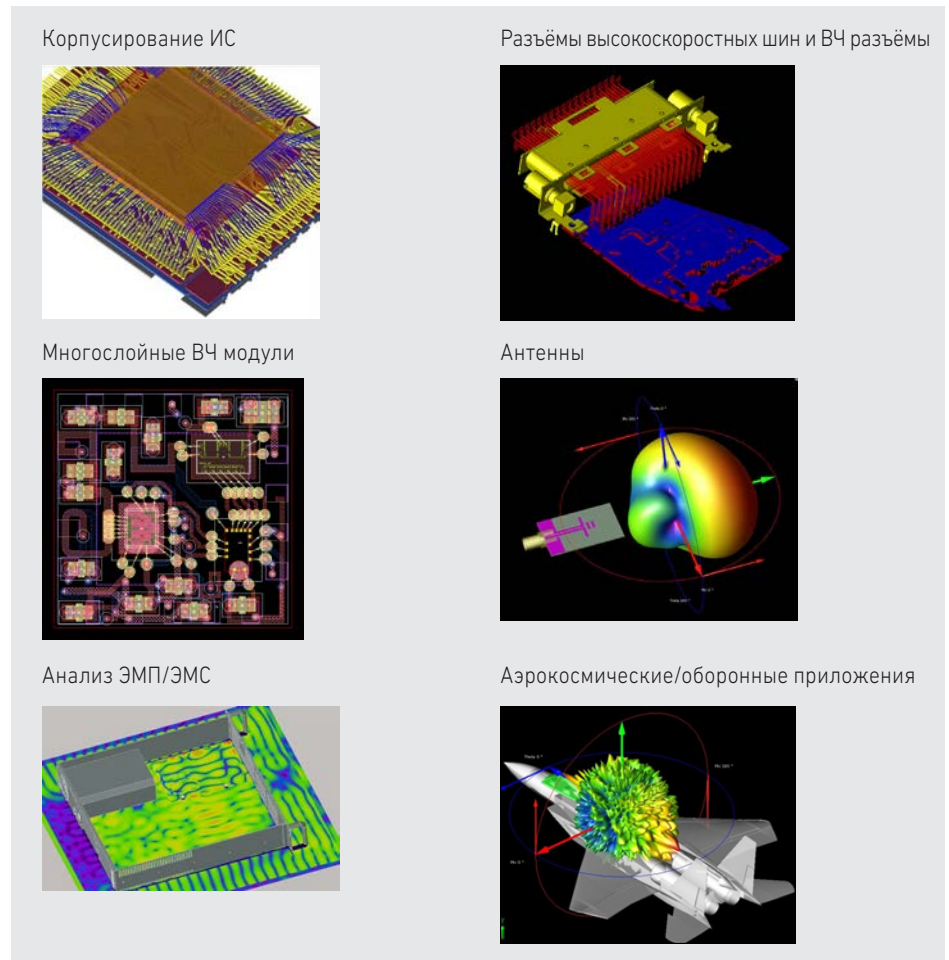


Рис. 9. EMPro используется в разнообразных приложениях для 3D ЭМ моделирования.

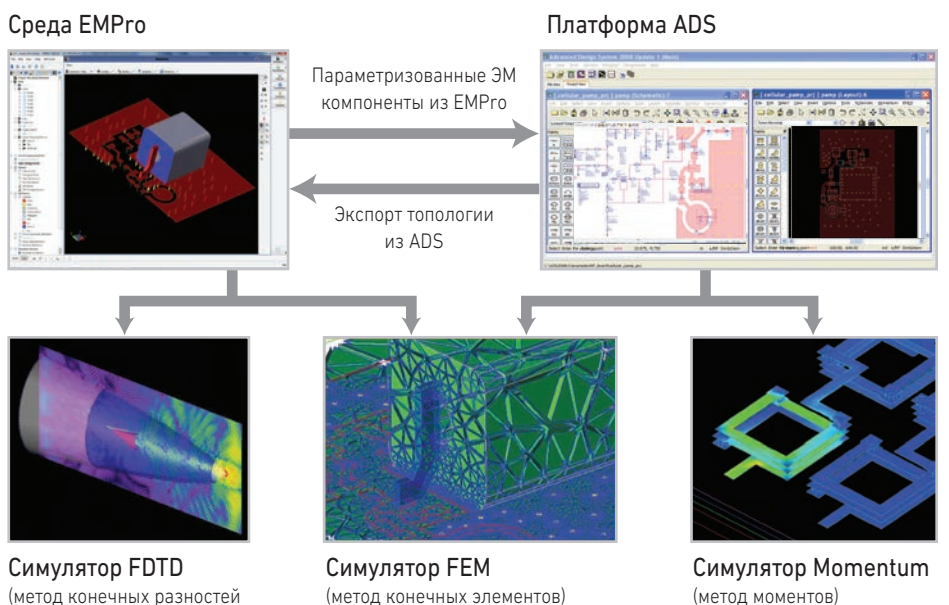
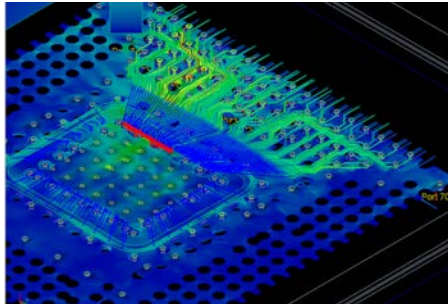


Рис. 10. Компания Keysight предлагает различные технологии ЭМ моделирования, интегрированные с маршрутом проектирования в САПР ADS. EMPro добавляет в этот маршрут среду для 3D моделирования.

## Keysight предлагает широчайший выбор технологий ЭМ моделирования

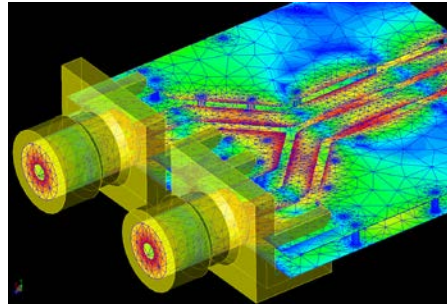
### Метод Momentum



Симулятор Keysight Momentum является ведущим инструментом 2.5D планарного электромагнитного (ЭМ) моделирования, предназначенным для моделирования и анализа пассивных цепей. Для точного моделирования соединений и паразитных эффектов в сложных многослойных структурах он использует метод моментов (MoM) в частотной области.

Momentum интегрирован в САПР ADS, Genesys и GoldenGate вместе с инструментами Cadence, Mentor и Zuken.

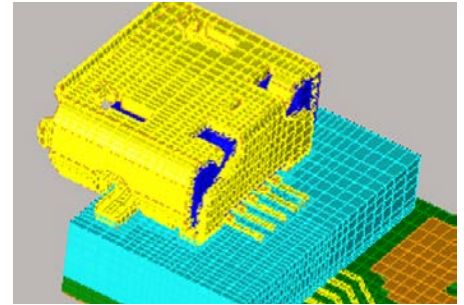
### Метод конечных элементов (FEM)



Симулятор Keysight FEM опирается на хорошо зарекомендовавший себя метод конечных элементов. В отличие от 2.5D планарных симуляторов, эта технология позволяет работать с объемными структурами произвольной формы.

Симулятор Keysight FEM интегрируется с САПР ADS, поэтому разработчикам не понадобится экспортировать проект топологии в ЭМ симуляторы сторонних фирм. Кроме того, симулятор FEM может использоваться в EMPro для работы с 3D моделями, импортированными из других САПР или созданными самостоятельно.

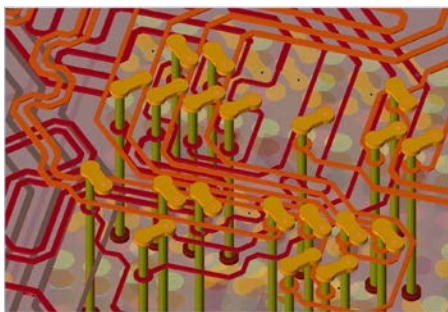
### Метод конечных разностей во временной области (FDTD)



Симулятор Keysight FDTD использует метод конечных разностей во временной области. Подобно FEM, FDTD может работать с объемными структурами произвольной формы, но если FEM создает в ходе решения большую матрицу, FDTD обновляет значения полей в каждом интервале времени, используя для этого итерационный процесс.

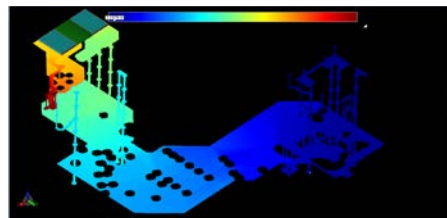
Симулятор Keysight FDTD может использоваться в EMPro для работы с 3D моделями, импортированными из других САПР или созданными самостоятельно.

### SIPro: быстрее полноволнового 3D ЭМ симулятора



Композитная ЭМ технология SIPro обеспечивает точность на высокой частоте, высокую скорость и большую вычислительную мощность, необходимые для проектирования современных печатных плат высокой плотности. Благодаря автоматической генерации электрических схем, извлеченные ЭМ модели можно непосредственно применять в симуляторе переходных процессов и симуляторе каналов САПР ADS, что позволяет выполнять полный анализ каналов.

### PIPro: точный и эффективный анализ качества электропитания



Симулятор PIPro позволяет анализировать качество электропитания, включая анализ падения напряжения на постоянном токе, анализ импеданса на переменном токе и анализ резонансов в слоях питания. PIPro интегрирован в САПР ADS и использует общие настройки и среду анализа. Методы ЭМ моделирования в PIPro оптимизированы для работы с цепями питания, поэтому данный симулятор работает быстрее и эффективнее других неспециализированных ЭМ симуляторов.



# SystemVue – кратчайший путь от идеи до готового оборудования – для проектирования систем на физическом уровне

## Основные преимущества

- Лучшее в своём классе качество ВЧ сигнала по сравнению с другими современными средами проектирования физического уровня позволяет разработчикам трактов модулирующего сигнала выполнять виртуализацию ВЧ тракта и устранять избыточные допуски
- Превосходная интеграция с системами тестирования ускоряет адаптацию к реальным условиям и упрощает процесс проектирования на основе моделирования на всех этапах – от разработки архитектуры до проверки готового изделия
- Наличие типовых моделей для многих приложений, включая 5G, РЛС, системы спутниковой связи и многое другое

## Основные возможности SystemVue

- Совмещенное проектирование ВЧ/ЦСП для более точного разделения на системном уровне
- Полиморфное моделирование на языках C++, MATLAB Script, VHDL или с помощью графических блоков
- Корректно работающие с искажениями ВЧ модели с поддержкой X-параметров
- Библиотеки для разработки на языках HDL (ПЛИС) и C++ (ЦСП) для вычислений с фиксированной запятой и аппаратных вычислений
- Эталонные библиотеки физического уровня для 4G/5G, РЛС/РЭБ, систем спутниковой связи и многое другое
- Интеграция результатов моделирования с результатами измерений с помощью скриптов

## Основные возможности Spectrasys

- Точный анализ ВЧ систем, результаты которого можно применять в динамических сценариях системного уровня
- Быстрая диагностика причин ухудшения характеристик системы
- Простота, сравнимая с электронными таблицами, но с более широкими возможностями обработки
- Полное нелинейное моделирование ВЧ характеристик и шума с помощью X-параметров

SystemVue представляет собой интегрированную среду, предназначенную для мультидоменного моделирования и проверки электронного оборудования на системном уровне. Она позволяет инженерам-системотехникам и разработчикам алгоритмов совершенствовать физический уровень (ФУ) беспроводных устройств и аэрокосмических/оборонных систем следующего поколения. SystemVue упрощает работу, объединяя популярные интерфейсы моделирования и разработки ЦСП, точные инструменты ВЧ САПР, стандартные и специальные алгоритмы и средства связи с контрольно-измерительным оборудованием в единую, высокопроизводительную среду. В результате SystemVue «говорит на языке ВЧ», объединяет модельно-ориентированное проектирование в нескольких областях и вдвое сокращает время разработки и проверки физического уровня.

### Маршрут проектирования системного уровня



Рис. 11. SystemVue объединяет иерархически организованный подход, перебрасывающий мост между ВЧ схемами и схемами модулирующего сигнала и позволяющий подключаться к основным технологиям проектирования цифровых и ВЧ устройств. Платформа, стоящая на «рубеже аналого-цифрового преобразования» способна создавать превосходные архитектуры.

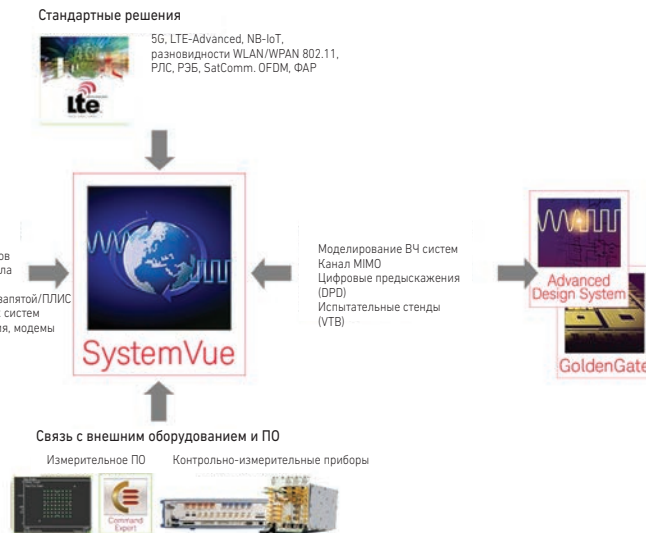
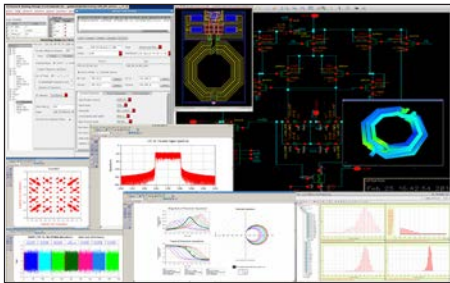


Рис. 12. SystemVue представляет собой САПР системного уровня, объединяющую междоменные возможности в одной интегрированной среде.

## GoldenGate – широкие возможности моделирования и анализа для проектирования ИС с ВЧ/смешанными сигналами

### Основные возможности:

- GoldenGate полностью совместим с платформами Cadence IC5 и IC6
- Скорость и функциональность GoldenGate позволяют определять все параметры ВЧ трансиверов, включая паразитные эффекты, еще до передачи в производство
- Анализ больших и малых сигналов, включая моделирование по постоянному току, переходные процессы, моделирование по переменному току, гармонический баланс, огибающую, свертку, шум, анализ выхода годных устройств, рассогласование и косимуляцию Verilog-AMS
- Включает набор средств автоматизации для быстрого анализа характеристик схемы и диагностики проблем в ИС с ВЧ/смешанными сигналами на ранних этапах разработки
- Является частью уникальной технологии проектирования ИС с ВЧ/смешанными сигналами компании Keysight, объединяющей анализ и проектирование ВЧ систем, подсистем и компонентов в рамках единого процесса разработки



GoldenGate предлагает систему для разработчиков ИС с ВЧ/смешанными сигналами (ВЧ/СС), позволяющую быстро моделировать схемы, контролировать технические характеристики и проверять потенциальный выход годных устройств при изготовлении сложных ВЧ ИС высокой степени интеграции. Разработчики могут с уверенностью моделировать блоки, комбинации блоков, полные тракты приема/передачи и анализировать влияние шума, искажений, паразитных сигналов и других многочисленных эффектов, встречающихся в современных ВЧ/СС ИС. Кроме того, разработчики могут анализировать пригодность схем к производству с помощью стандартных для отрасли методов, таких как «Статистический анализ Монте-Карло», а также с помощью уникальных методов анализа статистического рассогласования и процессов.

Все эти инструменты позволяют выполнять всеобъемлющее моделирование, проверку и анализ цепей, интегрируемые в среду проектирования аналоговых устройств компании Cadence. Разработчики могут гладко переходить от создания схем к настройке испытательных стендов, моделированию и анализу, достигая глубокого понимания характеристик изделия и оценивая пригодность к производству до передачи в производство, что позволяет избежать дорогостоящих ошибок и переработки проекта.



Рис. 13. Помимо традиционных аналоговых симуляторов GoldenGate поддерживает инновационные методы моделирования ВЧ цепей, предлагая множество решений для проектирования, анализа и проверки ВЧ ИС.

### Всеобъемлющее решение для проектирования и проверки ВЧ ИС

GoldenGate является частью общего процесса проектирования ВЧ/СС ИС, который начинается с создания схемы и гладко протекает до этапа тестирования прототипа. Изначально схема создается в редакторе схем Cadence Virtuoso. Затем схема моделируется в GoldenGate, что обеспечивает гладкий переход к моделированию. Расширенный анализ модели, включая несущую, огибающую, быструю огибающую, шум и переходные процессы, можно использовать в сочетании с такими специфическими операциями, как анализ нагрузки, оптимизация, свипирование параметров, метод Монте-Карло/метод углов и быстрое рассогласование, что позволяет оценить «реальное» поведение и процент выхода годных устройств. Результаты моделирования можно просматривать в программе просмотра результатов Cadence или с помощью богатого набора функций отображения ВЧ данных Data Display компании Keysight.

После создания топологии ИС можно выполнить моделирование и анализ извлеченных паразитных сигналов с помощью GoldenGate. Дополнительное ЭМ моделирование паразитных взаимодействий и пассивных ВЧ компонентов выполняется в симуляторах Momentum и программе EMPro. Для проверки соответствия общего поведения системы соответствующим стандартам беспроводной связи используется совместное моделирование с системным симулятором Keysight SystemVue. Окончательные измерения параметров прототипа и дополнительное моделирование схем и устройств выполняются с помощью контрольно-измерительного оборудования Keysight и ПО IC-CAP.

## Genesys – недорогое, производительное ПО для проектирования ВЧ/СВЧ устройств

### Основные достоинства

- Самый широкий в отрасли набор возможностей автоматического синтеза ВЧ/СВЧ схем
- Моделирование ВЧ систем и частотное планирование с интерактивной системой диагностики проблем
- Симуляторы линейных и нелинейных ВЧ цепей с функциями оптимизации и статистического анализа для обеспечения высокого процента выхода годных высокопроизводительных устройств
- 3D планарный электромагнитный симулятор для анализа печатных плат и антенн, позволяющий учитывать влияние топологии платы до ее изготовления
- В 3 раза дешевле конкурирующих продуктов с меньшей функциональностью

### Минимальные эксплуатационные расходы

- Лицензия на Genesys включает первый год поддержки и обновления по цене примерно на треть меньше любого другого продукта с эквивалентными возможностями.
- Стоимость постоянной бессрочной лицензии на Genesys меньше стоимости одногодичной лицензии на многие другие средства проектирования ВЧ/СВЧ устройств с меньшими возможностями.
- Для проектов с ограниченным бюджетом имеются лицензии на Genesys с ограниченным сроком действия, позволяющие дополнительно сократить расходы.

Genesys – доступное по цене, точное, простое в обращении средство проектирования и моделирования ВЧ/СВЧ цепей, специально предназначенное для разработчиков печатных плат и подсистем. Автоматический синтез согласующих цепей, фильтров, задающих генераторов, смесителей, линий передачи, систем ФАПЧ и схем распределения сигналов позволяет быстро проектировать эти компоненты даже начинающим инженерам. В настоящее время Genesys является наиболее востребованным пакетом в связи с отсутствием на рынке эквивалентного по возможностям ПО, имеющего столь доступную цену.

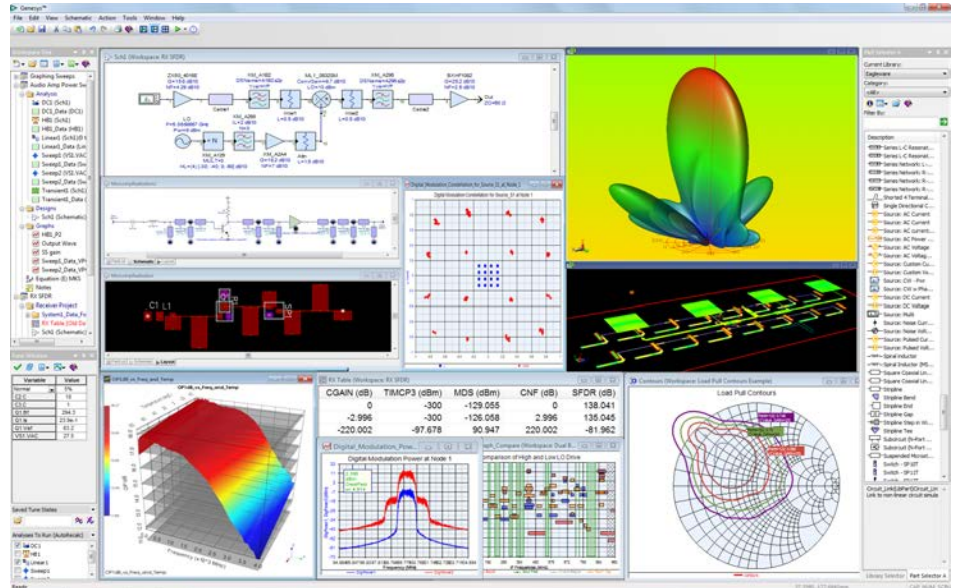


Рис. 14. Genesys является недорогим и точным инструментом для разработки и моделирования ВЧ/СВЧ печатных плат и подсистем.

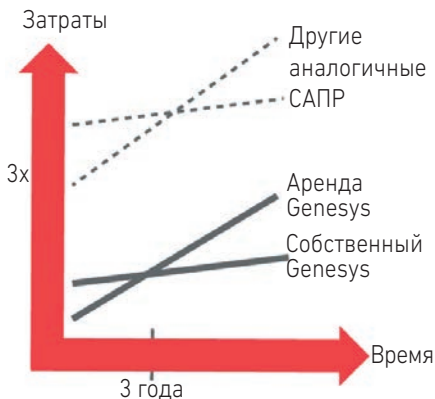
Интегрированный 3D планарный электромагнитный симулятор упрощает проверку ВЧ/СВЧ печатных плат, содержащих ВЧ компоненты с сосредоточенными и распределёнными параметрами, до передачи их в производство. Для выполнения ЭМ моделирования он автоматически отделяет ВЧ компоненты с распределёнными параметрами, такие как микрополосковые линии, фильтры и антенны, от компонентов с сосредоточенными параметрами и объединяет полученные результаты с результатами схемотехнического моделирования, что позволяет выполнять совместное ЭМ моделирование печатных плат с максимальной точностью и непревзойдённой простотой.

Система ВЧ моделирования и быстрого планирования частот пакета Genesys позволяет оптимизировать структурные схемы систем по производительности. Уникальная система анализа проблем выявляет блоки и сигнальные тракты, приводящие к ухудшению параметров, что позволяет исключить дорогостоящие ошибки аппаратной реализации на ранних этапах проектирования. Библиотеки моделей от производителей системных компонентов позволяют точно оценивать параметры систем, собранных из серийно выпускаемых компонентов, до приобретения этих компонентов.

Genesys надежно защищает ваши инвестиции, окупаясь уже в первый год эксплуатации. Для дополнительной защиты инвестиций при выходе потребностей разработчика за рамки проектирования печатных плат и отдельных модулей, Keysight предлагает вариант обмена с доплатой, который можно использовать при покупке САПР ADS для разработки СВЧ ИС и модулей ВЧ-SiP (систем в корпусе).

Рис. 15. Экономическая эффективность пакета убедительно подтверждается продажей более чем 5000 лицензий, поскольку за счет сокращения затрат Genesys окупается уже в первый год эксплуатации.

### Расходы на эксплуатацию Genesys



## HeatWave – моделирование с учётом тепловых эффектов

### Основные достоинства

- Позволяет схемотехническому симулятору учитывать влияние температуры на параметры исследуемых цепей, что помогает устранить негативные тепловые эффекты до передачи изделия в производство
- Вычисляя точный профиль рабочей температуры внутри ИС, HeatWave выявляет горячие точки и флуктуации температуры в прецизионных схемах
- Расширяет возможности выявления проблем надёжности, износа и срока службы за счёт применения точных и реалистичных данных о температуре

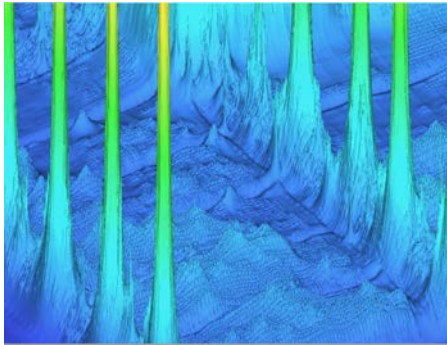


Рис. 16. Подробная объёмная карта температуры ИС с высокой степенью детализации, построенная с помощью высокоразрешающего электротермического анализа (публикуется с разрешения Государственного университета Северной Каролины).

ПО электротермического анализа HeatWave представляет собой термический симулятор для ИС и многоярусных SiP. HeatWave рассчитывает полный температурный профиль кристалла с пространственным разрешением, соответствующим вашим устройствам и соединительным линиям, и передаёт эти данные в схемотехнический симулятор, что позволяет точно учитывать тепловые эффекты в процессе моделирования.

Поскольку характерные геометрические размеры источников энергии и маршрутов теплопередачи внутри кристалла имеют субмикронный масштаб, методы термического моделирования и численных расчётов должны соответствовать таким характерным размерам. Результатами моделирования являются объёмные температурные профили, построенные с необходимым разрешением и точностью.

HeatWave может работать с несколькими системами проектирования ИС, включая Cadence Virtuoso. Кроме того, в состав САПР ADS входит версия симулятора HeatWave для работы с ВЧ ИС и монолитными СВЧ ИС.

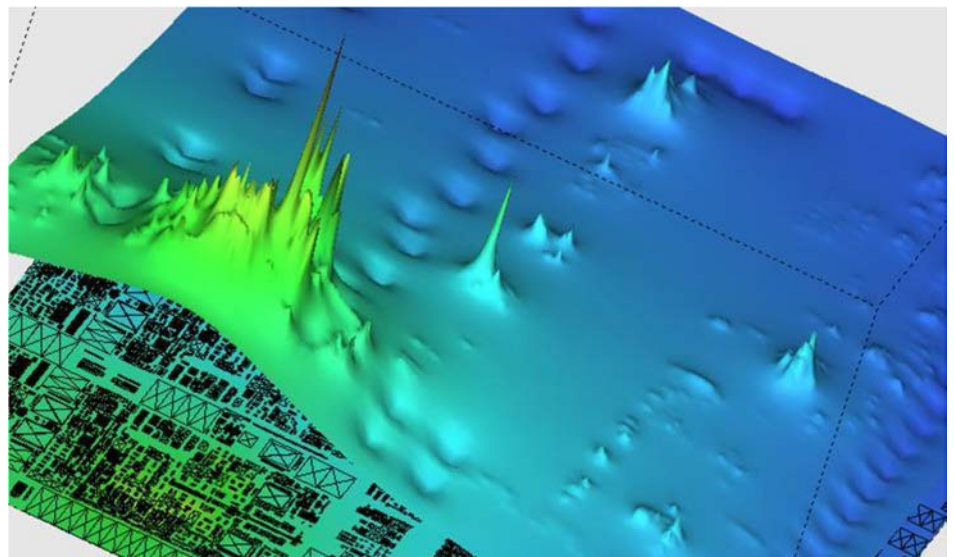


Рис. 17. Диаграмма поверхностных температур, демонстрирующая пики, рассчитанные по реальной мощности, рассеиваемой каждым устройством, и каналы теплопередачи, обусловленные теплопроводностью бугорков припоя.

### Применение

#### Моделирование цепей с точным учётом тепловых эффектов

HeatWave информирует схемотехнический симулятор о распределении температур в конкретном образце, которое рассчитывается на основе полной информации о геометрии образца, свойствах материалов, рассеяния энергии и особенностей корпуса.

#### Анализ надёжности и срока службы

Температура является одной из основных причин большинства отказов ИС, таких как электромиграция, температурная нестабильность, отрицательное/положительное смещение, зависящий от времени диэлектрический пробой и т.п. HeatWave рассчитывает реальную температуру всех компонентов и участков проводников, что позволяет точно оценивать надёжность и интенсивность отказов.

#### Термическое моделирование неполной топологии

HeatWave можно использовать в качестве инструмента температурного планирования, что помогает предотвратить опасные перегревы на ранних этапах разработки. HeatWave может предоставлять точные результаты термического моделирования одной или нескольких областей кристалла, используя теоретически рассчитанное представление топологии и распределения энергии для других частей частично разработанного кристалла.

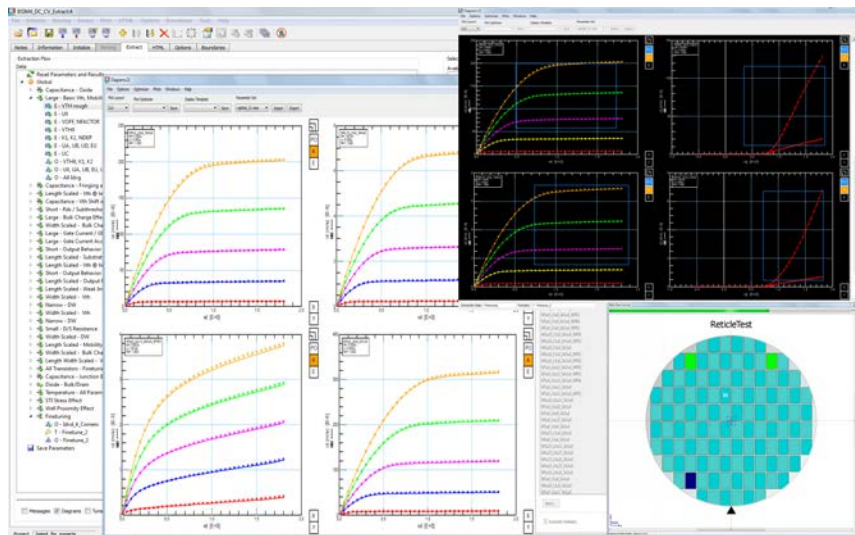
## Лучшие решения для моделирования и измерения параметров устройств на основе кремния и элементов III-V группы

Наши продукты и лучшие решения предназначены для измерения параметров и моделирования передовых полупроводниковых приборов КМОП и приборов на основе соединений элементов III-V группы. Компания Keysight является единственным производителем, предлагающим комплексные решения для сквозного моделирования – от автоматических измерений, точного извлечения моделей и всеобъемлющих типовых испытаний до окончательной проверки библиотек для технологических процессов (PDK). Компания предлагает всеобъемлющие услуги моделирования, поддерживаемые опытными инженерами и хорошо оборудованными лабораториями. Ниже перечислены наши ключевые программные и аппаратные решения для моделирования и измерения параметров.



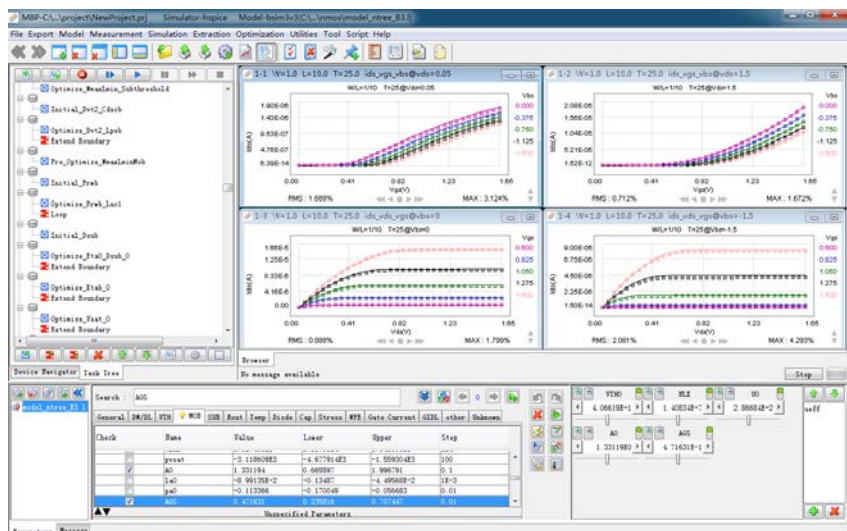
## ПО измерения параметров и анализа интегральных схем (IC-CAP)

IC-CAP идеально подходит тем, кто занят разработкой собственных специальных решений для моделирования, а также тем, кто моделирует полупроводниковые приборы на основе соединений. IC-CAP позволяет писать специальные процедуры извлечения, создавать диалоговые окна для взаимодействия с пользователем и автоматизировать процесс извлечения. IC-CAP открывает доступ к передовым моделям полупроводниковых приборов на основе химических соединений, таким как модели Keysight HBT и Keysight NeuroFET, основанные на технологии нейронной сети. Кроме того, ПО IC-CAP WaferPro компании Keysight представляет собой быстрое автоматизированное решение для измерения однослойных и многослойных полупроводниковых пластин.



## Model Builder Program (MBP)

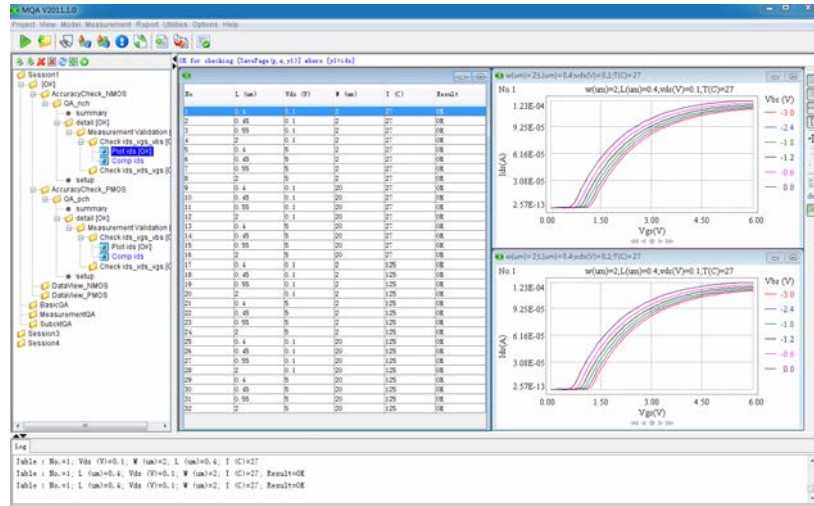
MBP представляет собой готовую платформу для моделирования полупроводниковых приборов, объединяющую функции моделирования, извлечения параметров моделей и оптимизации. MBP поддерживает все популярные компактные модели, включая новейшие модели BSIM-CMG, BSIM-IMG и BSIM6 для цепей постоянного/переменного тока и ВЧ цепей. Кроме того, MBP поддерживает макромодели (подсхемы) и модели Verilog-A. MBP поддерживает автоматическое извлечение. Открытый интерфейс позволяет настраивать оптимизацию процесса, определять заданные параметры устройств и настраивать функции графического интерфейса.



## Полные решения для сквозного моделирования

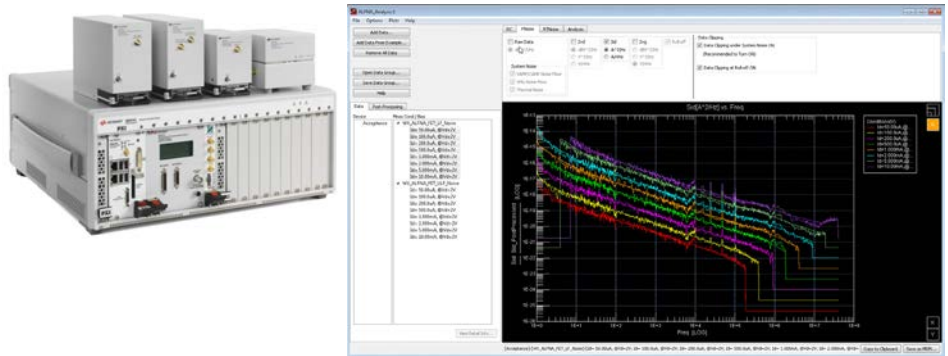
### Model Quality Assurance (MQA)

MQA представляет собой всеобъемлющий набор процедур, интерфейсов и утилит для проверки моделей SPICE, который предлагает автоматические процедуры оценки качества и составления отчётов, как для кремниевых полупроводниковых приборов, так и для приборов на основе элементов III-V группы. MQA удовлетворяет острый спрос промышленности на строгую проверку качества моделей, построение характеристик моделей и настройку заданных параметров с помощью всеобъемлющего набора правил через простые в обращении интерфейсы и утилиты.



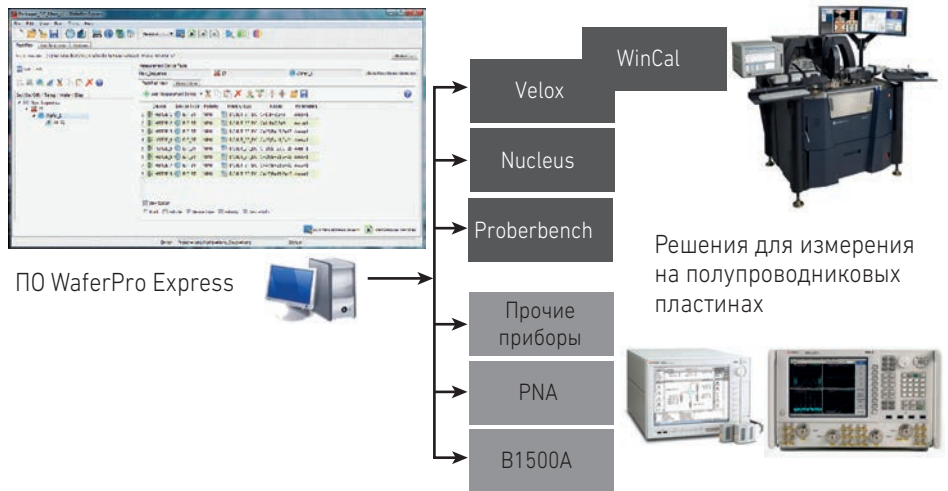
### Расширенный анализатор низкочастотного шума

Расширенный анализатор низкочастотного шума E4727A позволяет выполнять быстрые, точные и воспроизводимые измерения низкочастотного шума различных полупроводниковых приборов. Благодаря тесной интеграции с ПО WaferPro Express компании Keysight, инженеры, занятые моделированием и измерением параметров устройств, могут добавить измерения шума в обширный набор существующих измерений, уже включающий быстрые измерения по постоянному току, измерения ёмкости и S-параметров в ВЧ диапазоне, и всё это при автоматическом управлении зондовой станцией. Анализатор предназначен для измерения на полупроводниковых пластинах, а также для работы с дискретными компонентами и схемами.



### ПО для измерения на полупроводниковых пластинах WaferPro Express

WaferPro Express предлагает унифицированную измерительную платформу, которая существенно облегчает интеграцию программного обеспечения. Это ПО позволяет настраивать и выполнять автоматические измерения таких полупроводниковых устройств, как транзисторы и интегральные схемы, на уровне полупроводниковых пластин. Оно может управлять приборами и зондовыми станциями Keysight (включая контроль температуры) и предлагает мощные процедуры обработки данных и отображения результатов. Современный и интуитивно понятный интерфейс пользователя WaferPro Express позволяет сократить число шагов, необходимых для настройки автоматических измерений.



## Работайте эффективнее, пользуясь всемирной службой технической поддержки компании Keysight

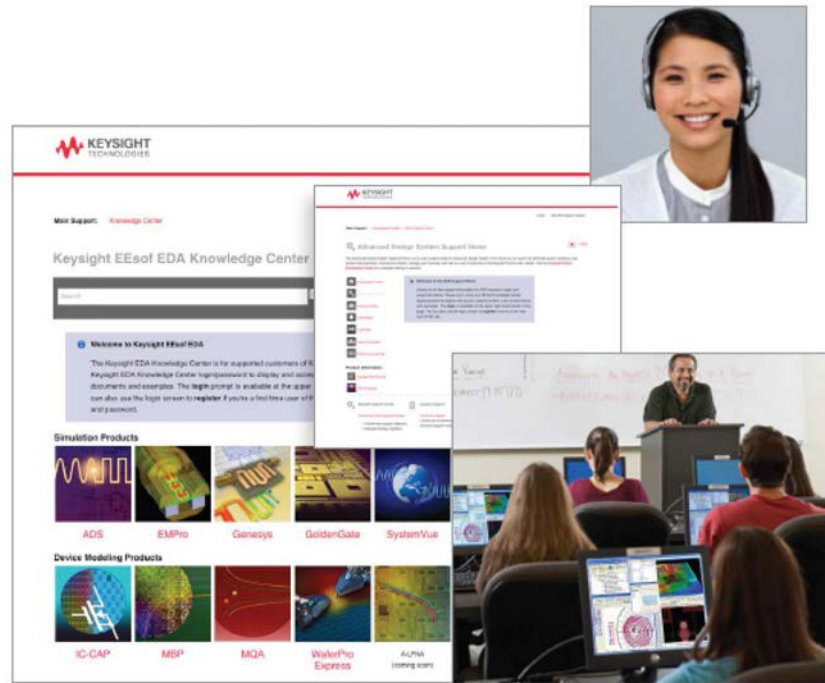
Компания Keysight стремится к полному удовлетворению своих заказчиков. Мы стараемся предоставить нужное ПО, поддержку и консультации, способствующие повышению продуктивности вашей работы и обеспечивающие долговременный успех. Новичок вы или опытный пользователь, помощь службы поддержки Keysight пригодится вам на всех этапах.

### Важные обновления ПО

Keysight регулярно улучшает и обновляет ПО для проектирования. Вы можете получить важные обновления, которые включают новые возможности, улучшения интерфейса пользователя, исправление ошибок, пакеты обновлений и последние версии приложений для повседневного применения. Используя последние версии САПР по мере их появления, вы можете поддерживать продуктивность своей работы на максимальном уровне.

### Всемирная телефонная поддержка

Группы региональной технической поддержки Keysight имеют опыт работы со всеми продуктами и поддерживаемыми платформами. Группы формируются из высококвалифицированных инженеров, большинство которых обладает богатым опытом проектирования и высшим техническим образованием. Какие бы вопросы у вас ни возникли – по установке оборудования, по сложным схемотехническим или системным проблемам, ваш звонок будет перенаправлен к специалисту, который постарается как можно скорее вам помочь.



### Поддержка через интернет

Сайт поддержки Keysight с центром знаний круглосуточно предоставляет информационные ресурсы для разработчиков. Центр знаний содержит тысячи справочных документов и сотни загружаемых примеров, которые созданы нашими инженерами в дополнение к примерам и документации, поставляемым в комплекте с ПО. Помимо этого, из центра знаний можно загрузить обновления для ранее выпущенного ПО. Функция «Мой центр поддержки» позволяет подавать заявки и запросы, касающиеся дефектов и усовершенствований, и управлять ими в онлайн-режиме. Кроме того, в центре знаний вы найдёте бесплатные видеоматериалы и краткие ознакомительные электронные курсы. Для доступа к центру знаний нужно обладать действующим контрактом на обслуживание.

### Обучение заказчиков

Повысьте эффективность проектирования за счёт соответствующей настройки инструментов Keysight и достигните полного понимания того, как применить инструменты САПР к вашим разработкам. Компания Keysight предлагает программы обучения заказчиков, которые включают образовательные недели, классы со свободным набором и специализированные курсы на территории заказчика.

### Премиальные услуги

Премиальные услуги обычно оказываются по месту эксплуатации, чтобы помочь вашей коллективе использовать инструменты Keysight на рабочем месте. Консультант Keysight поможет разработчикам в настройке, применении и адаптации инструментов Keysight в конкретном контексте проектирования. Цель премиальных услуг заключается в повышении продуктивности разработки и сокращении сроков продвижения изделий на рынок за счёт реализации соответствующих технологических процессов.

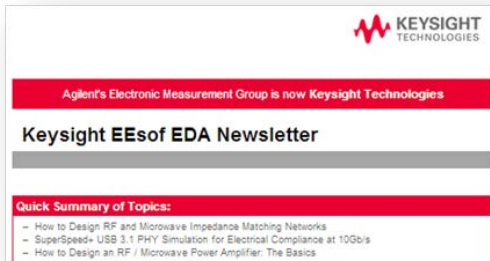
### Консультационные проекты

Получите доступ к сторонним специалистам, которые помогут вам создать готовое решение, отвечающее вашим требованиям, и сократить время продвижения разрабатываемых изделий на рынок. После глубокого анализа ваших потребностей, компания Keysight составляет техническое задание, которое определяет содержание, сроки и условия поставок для создания специализированных решений в соответствии с вашими требованиями.

## Будьте на связи

Компания Keysight EEs of заинтересована в установке долгосрочных отношений с заказчиками и создала специально для вас целый ряд сетевых сообществ. Полный список сетевых сообществ Keysight EEs of приведен на странице [www.keysight.com/find/eesof-online-communities](http://www.keysight.com/find/eesof-online-communities).

### Подпишитесь на ежемесячные новости



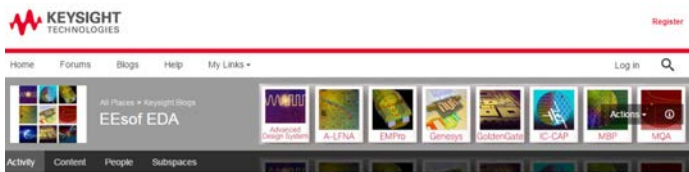
<http://www.keysight.com/find/eesof-visitreg>

### Зарегистрируйтесь для участия в ежемесячных технических веб-семинарах

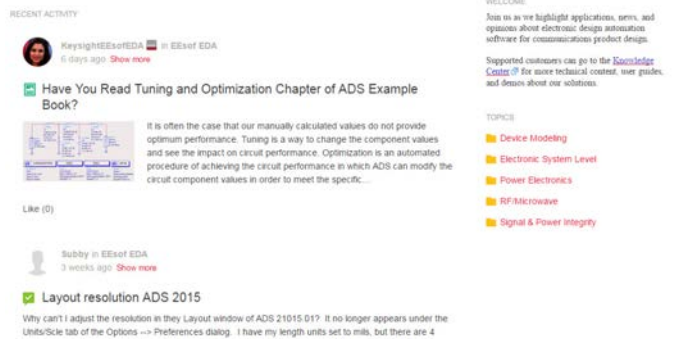


[www.keysight.com/find/eesof-innovations-in-eda](http://www.keysight.com/find/eesof-innovations-in-eda)  
[www.keysight.com/find/eesof-tutorials-signal-integrity](http://www.keysight.com/find/eesof-tutorials-signal-integrity)

### Подпишитесь на блог Keysight EEs of



Log in to follow, share, and participate in this community.



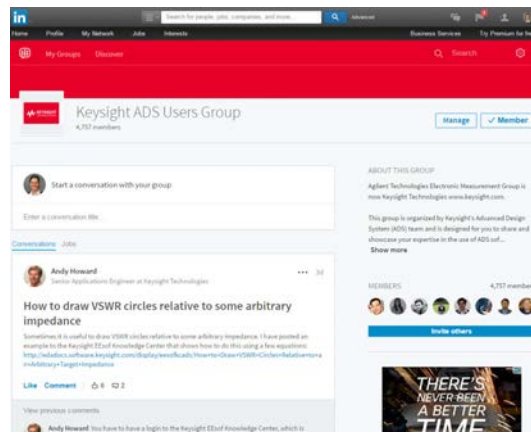
<https://community.keysight.com/community/keysight-blogs/eesof-eda>

### Смотрите учебные и технические видеоролики



[www.youtube.com/user/KeysightEesof](http://www.youtube.com/user/KeysightEesof)  
[www.keysight.com/find/eesof-videos-YouKu](http://www.keysight.com/find/eesof-videos-YouKu)

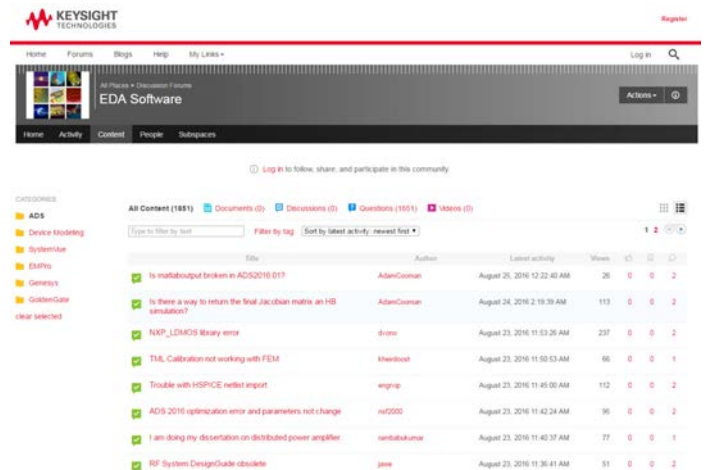
### Присоединитесь к нашим группам на LinkedIn



- Группа пользователей САПР ADS
- Группа моделирования устройств
- Группа кремниевых ВЧ ИС
- Группа пользователей Genesys
- Группа целостности сигналов
- Группа пользователей SystemVue

[www.keysight.com/find/eesof-online-communities](http://www.keysight.com/find/eesof-online-communities)

### Примите участие в форумах, посвященных конкретным продуктам



[www.keysight.com/find/eesof-forum](http://www.keysight.com/find/eesof-forum)



## Download your next insight

Программное обеспечение компании Keysight является воплощением профессионального опыта и знаний ее сотрудников. Мы готовы обеспечить вас инструментами, которые помогут сократить сроки сбора первичных данных и принятия решения на всех этапах – от предварительного моделирования изделия до отгрузки готового продукта заказчику.

Системы автоматизированного проектирования (САПР) радиоэлектронных устройств

- Прикладные программы
- Среды программирования
- Программные утилиты



Более подробная информация:  
[www.keysight.com/find/software](http://www.keysight.com/find/software)

Бесплатная пробная лицензия на 30 дней:  
[www.keysight.com/find/free\\_trials](http://www.keysight.com/find/free_trials)

### Российское отделение Keysight Technologies

115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954

8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902

e-mail: [tmo\\_russia@keysight.com](mailto:tmo_russia@keysight.com)

[www.keysight.ru](http://www.keysight.ru)

### Сервисный Центр

#### Keysight Technologies в России

115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930

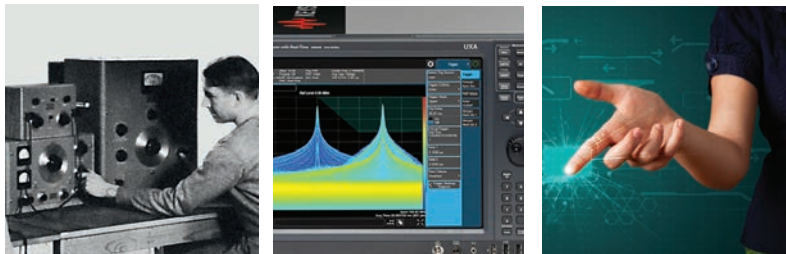
Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: [tmo\\_russia@keysight.com](mailto:tmo_russia@keysight.com)

## Постоянное движение вперед

Уникальное сочетание наших приборов, программного обеспечения, знаний и опыта наших инженеров позволит вам воплотить в жизнь новые идеи.

**Мы открываем двери в мир технологий будущего.**



От Hewlett-Packard и Agilent к Keysight



### myKeysight

#### myKeysight

[www.keysight.com/find/mykeysight](http://www.keysight.com/find/mykeysight)

Персонализированное представление интересующей вас информации.

\*X-параметры являются торговой маркой и зарегистрированным товарным знаком компании Keysight Technologies в США, ЕС, Японии и других странах. Формат X-параметров и лежащие в их основе уравнения открыты и документированы. Дополнительная информация приведена по ссылке [www.keysight.com/find/eesof-x-parameters-info](http://www.keysight.com/find/eesof-x-parameters-info).

WiMAX, Mobile WiMAX, WiMAX Forum, логотип WiMAX Forum, WiMAX Forum Certified и логотип WiMAX Forum Certified являются зарегистрированными в США товарными знаками ассоциации WiMAX Forum.

[www.keysight.com/find/eesof](http://www.keysight.com/find/eesof)

[www.keysight.com/find/eesof-knowledgecenter-intro](http://www.keysight.com/find/eesof-knowledgecenter-intro)

Технические характеристики и описания продуктов могут изменяться без предварительного уведомления.

© Keysight Technologies 2013 – 2016

Published in USA, November 15, 2016

5989-7568RURU

[www.keysight.com](http://www.keysight.com)



Unlocking Measurement Insights