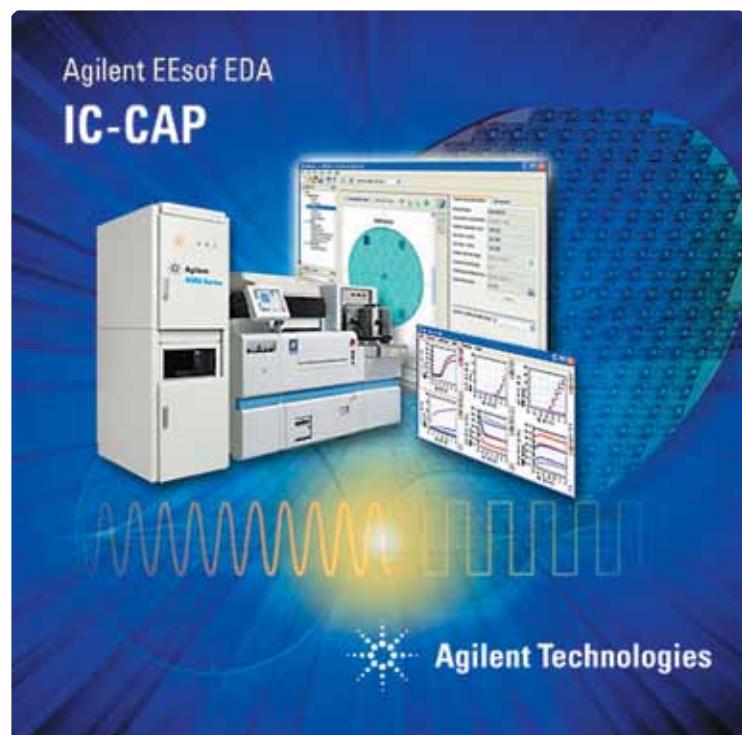


# САПР Agilent IC-CAP для моделирования полупроводниковых устройств

Полная и точная экстракция параметров для  
моделирования полупроводниковых устройств

## Основные возможности

- Открытая программная архитектура позволяет достичь максимальной точности за счет объединения вашего личного опыта моделирования со стандартными методиками, и обеспечивает наибольшую гибкость создания и автоматизации процедур измерений, экстракции параметров и проверки.
- Готовые решения для экстракции параметров стандартных КМОП моделей, таких как BSIM3/BSIM4, PSP, HiSIM и HiSIM\_HV, сокращают сроки обучения работе с САПР и максимально повышают точность модели.
- Уникальное нелинейное высокочастотное моделирование биполярных гетеротранзисторов Agilent (HBT), Root моделей, ВЧ моделей биполярных плоскостных транзисторов (BJT), полевых транзисторов с диодом Шотки (MESFET), псевдоморфных транзисторов с высокой подвижностью электронов (PHEMT) и моделей VerilogA.
- Прямая связь с наиболее распространенными симуляторами (например, ADS, HSPICE, Spectre и ELDO) гарантирует совместимость экстрагированных моделей с симуляторами, которые используют инженеры-схемотехники.
- Самый широкий и полный набор автоматизированных измерений на пластине за счет применения САПР IC-CAP Wafer Professional.
- Разнообразные функции работы с данными.



## О САПР IC-CAP

IC-CAP (Integrated Circuit Characterization and Analysis Program) – это САПР (система автоматизированного проектирования) для измерения характеристик и моделирования полупроводниковых устройств в радиочастотных диапазонах и на постоянном токе. IC-CAP извлекает точные компактные модели, которые можно использовать в высокоскоростных/цифровых, аналоговых и силовых ВЧ приложениях. IC-CAP предлагает инженерам и разработчикам современные средства моделирования, позволяющие решать самые разнообразные задачи и обеспечивающие такие возможности как автоматическое управление измерительными приборами, сбор данных, экстракция параметров, графический анализ, моделирование, оптимизация и статистический анализ. Причем все эти возможности объединены в гибкой, автоматизированной и интуитивно понятной среде, обеспечивающей эффективную и точную экстракцию параметров активных, пассивных и определяемых пользователем приборов и цепей. Самые передовые современные производители полупроводниковых устройств и интегральных схем используют САПР IC-CAP для моделирования кремниевых КМОП и биполярных устройств, приборов из арсенида галлия (GaAs), нитрида галлия (GaN) и пр.



Agilent Technologies

# Платформа IC-CAP – наиболее полное решение для моделирования полупроводниковых устройств

В полупроводниковой промышленности идет постоянная борьба за максимальное улучшение характеристик и повышение процента выхода годных изделий, сокращение времени выхода на рынок и снижение стоимости производства. По мере уменьшения размеров полупроводниковых устройств все большую важность приобретают точное моделирование и контроль статистических отклонений режимов работы изделия. Типовые рабочие частоты уже далеко продвинулись в диапазон СВЧ. Для корректного моделирования схем важнейшую роль играют точные модели устройств. Разработчикам схем нужны модели, способные точно предсказать поведение устройств на постоянном токе, а также в ВЧ и СВЧ диапазоне.

Различные технологические процессы требуют разных моделей, которые можно быстро адаптировать к уникаль-

ным процессам. Поэтому инструменты моделирования должны обеспечивать гибкость изменения и расширения параметров модели за пределы, предлагаемые стандартными моделями. Для оптимизации характеристик и контроля отклонений разработчикам полупроводниковых устройств нужны не только точные модели, но и возможности статистического анализа. Для разработчиков схем необходимы обе упомянутые возможности, которые позволяют им определять номинальные характеристики, а также поведение схемы в предельных режимах или наихудших условиях.

Объем данных, необходимых для моделирования полупроводникового устройства, растет экспоненциально. Учитывая тот факт, что измерения и моделирование могут занимать несколько часов или даже дней, важно



чтобы это было максимально эффективно без ущерба для точности измерения. Чтобы обеспечить выполнение автоматизированных измерений в нужном диапазоне температур, программа управления измерениями должна работать в тесном взаимодействии с программой управления пробником, а также с каждым используемым измерительным прибором.

## IC-CAP решает все эти проблемы и дает значительные конкурентные преимущества компаниям, работающим в полупроводниковой промышленности

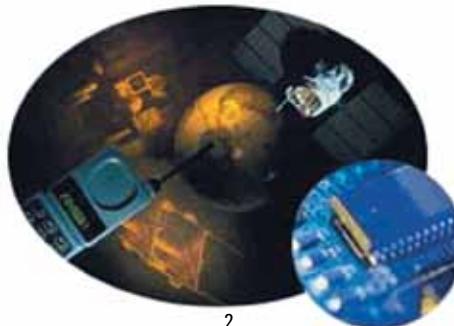
САПР IC-CAP имеет модульную структуру, что позволяет выбрать именно те модули, которые нужны для вашей технологии проектирования. Основу платформы IC-CAP составляет оболочка среды IC-CAP Environment, поддерживающая графический анализ, программирование на языке экстракции параметров (PEL) и разработку специальных моделей и пользовательского интерфейса. Модуль анализа требуется большинству приложений для моделирования, оптимизации и взаимодействия с внешними имитаторами. IC-CAP поддерживает широкий перечень контрольно-измерительных приборов, включая измерители на постоянном токе и ВЧ диапазоне.

### Передовые решения для автоматизации измерений

Входящее в состав САПР IC-CAP приложение IC-CAP Wafer Professional (WaferPro) предлагает самое передовое решение для автоматизации измерений моделируемых устройств. Среда для планирования испытаний в рамках САПР IC-CAP позволяет инженеру-проектировщику выполнять измерения и обрабатывать результаты с помощью различных средств, предлагаемых компанией Agilent и сторонними производителями.

### Собственные модели компании Agilent и стандартные промышленные модели

САПР IC-CAP содержит точные модели, из которых можно создавать библиотеки моделей. IC-CAP можно использовать в рамках единой среды для автоматизации измерений, моделирования характеристик компонентов, экстракции данных, оптимизации параметров модели, выполнения статистического анализа и создания worst-case моделей. IC-CAP предлагает процедуры экстракции для стандартных промышленных моделей, а также для специальных моделей Agilent для диодов, транзисторов (BJT, MOSFET, MESFET и HEMT) с учетом шума, тепловых моделей и др. Модули экстракции обладают полным набором функций для экстракции параметров при измерении на постоянном токе и ВЧ диапазоне. IC-CAP поддерживает модели и процедуры экстракции, созданные сторонними производителями и многие другие программные пакеты, что позволяет учесть широкий спектр требований заказчика. Кроме того, IC-CAP поддерживает использование моделей на Verilog A.



### Возможность моделирования ВЧ и СВЧ устройств

Для точного моделирования ВЧ эффектов необходимы точные результаты измерений. Используя собственный богатый опыт ВЧ и СВЧ измерений, компания Agilent EEsof EDA предлагает конфигурации для многих радиочастотных приборов, таких как анализаторы цепей Agilent серий PNA, PNA-X и ENA. Модули IC-CAP для экстракции ВЧ параметров для специальных и стандартных моделей включают экстракцию ВЧ-зависимых характеристик, гарантируя пригодность моделей для симуляции высокочастотных цепей.

### Самая гибкая программная среда

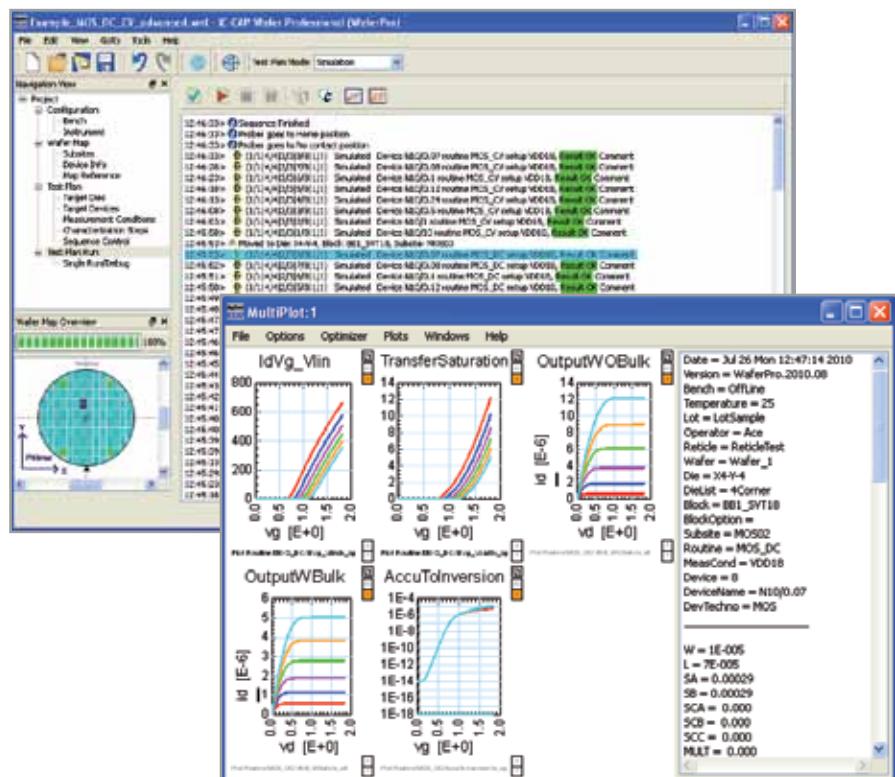
IC-CAP использует открытую и гибкую программную архитектуру. И хотя мы предлагаем готовые решения для многих стандартных и специальных моделей, большинство измерений и алгоритмов экстракции могут быть изменены пользователем. С помощью языка экстракции параметров (PEL) можно описывать и добавлять собственные модели или методы экстракции непосредственно в IC-CAP. При необходимости, открытый интерфейс измерений IC-CAP позволяет создавать собственные драйверы для управления измерительными приборами. Можно также создавать собственные модули для других пользователей путем создания специального пользовательского интерфейса в ПО IC-CAP GUI Studio.

# Выполнение измерений с помощью IC-CAP

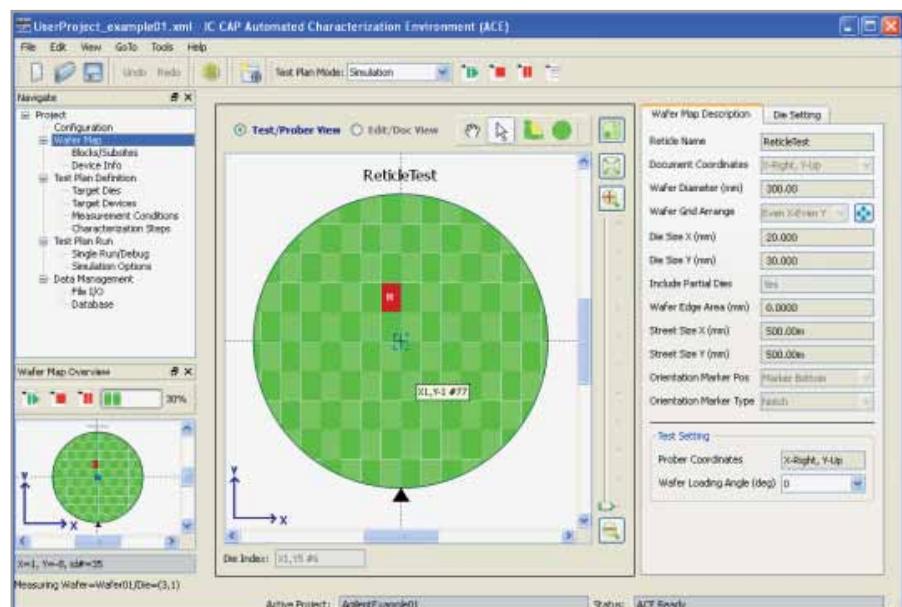
Для успешного моделирования полупроводниковых устройств необходимы точные результаты измерений и глубокое понимание механизмов интеграции измерительного оборудования. САПР IC-CAP является мощным средством моделирования, автоматизирующим работу измерительных приборов и систем Agilent. Интерфейс измерений IC-CAP содержит готовые драйверы как для отдельных приборов, так и для систем моделирования, позволяющие выполнять измерения на постоянном токе и в ВЧ диапазоне. Результаты измерений сохраняются в САПР IC-CAP и далее могут использоваться для экстракции и оптимизации моделей полупроводниковых устройств. Список поддерживаемых инструментальных драйверов приведен в табл. 1 на странице 8.

## IC-CAP Wafer Professional

Кроме всеобъемлющей встроенной библиотеки измерительных приборов, новейшее дополнение к САПР IC-CAP – приложение WaferPro – позволяет управлять измерительным оборудованием Agilent (от настольных приборов до параметрических тестеров), а также пробниками, коммутаторами и термо-камерами сторонних производителей, что позволяет выполнять эффективные автоматизированные измерения на пластинах в широком диапазоне температур. Приложение IC-CAP WaferPro интегрировано в САПР IC-CAP и пользуется всеми преимуществами ее мощной измерительной и программной среды, предлагая специальную библиотеку эффективных измерительных процедур (например, адаптивные измерительные алгоритмы), способную существенно сократить общее время измерений. Поскольку измерительные процедуры работают в среде IC-CAP, можно применить простую или сложную обработку результатов измерений перед сохранением данных (например, расчет точек выполненных измерений или отображение ячеек пластины, прошедших тестирование и контроль характеристик, RF de-embedding, и прямая экстракция). Список пробников, коммутаторов и термокамер, поддерживаемых ПО WaferPro, приведен в табл. 2 на странице 8.



Страница исполнения плана испытаний и регистрационная информация с возможностью отображения. Кроме того, выводится информация о testeируемом устройстве, а также все расчетные данные (или выборочные данные), включенные в эту процедуру.

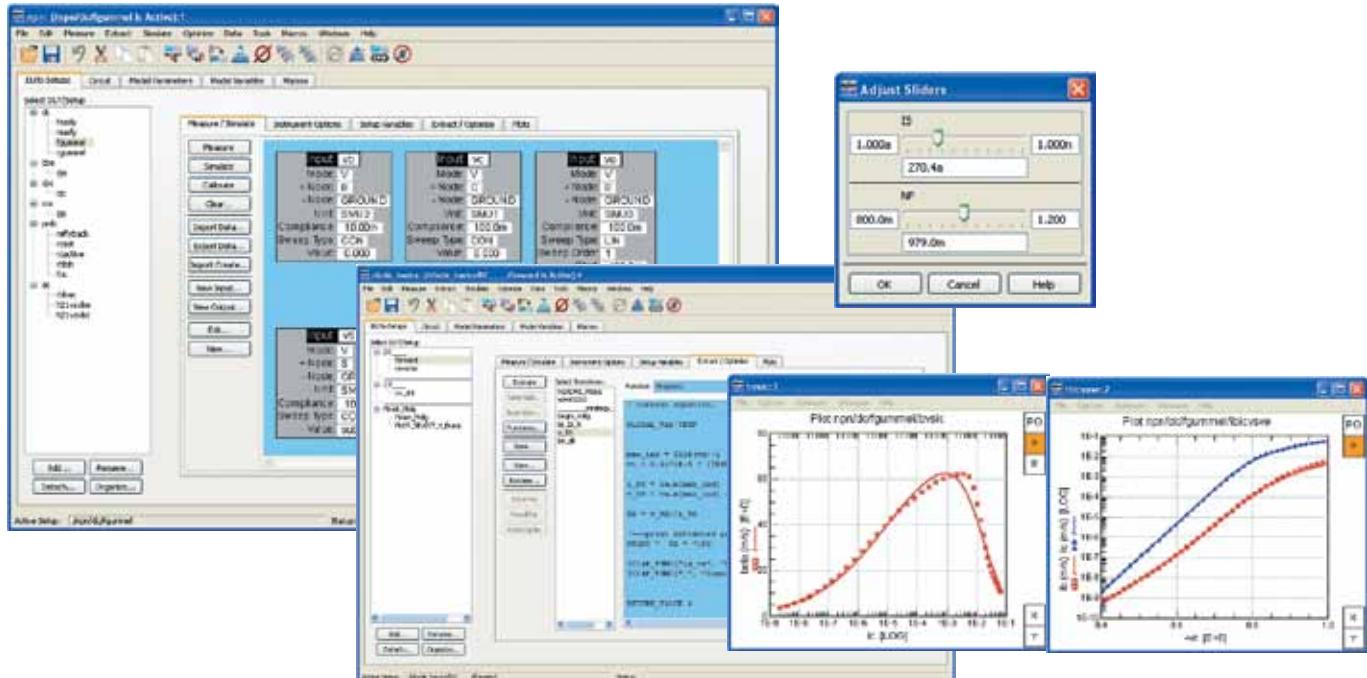


WaferPro

# Экстракция параметров моделей с помощью САПР IC-CAP

Типовая процедура моделирования включает выбор модели на основе используемой технологии полупроводникового устройства и конечной схемы его применения (например, по постоянному току, в ВЧ диапазоне, или оба варианта), выполнение необходимых измерений для получения параметров устройства или группы устройств и применение алгоритма экстракции для расчета параметров модели с получением минимального рассогласования между измеренными и моделируемыми данными. Данный последний шаг выполняется либо путем расчета с применением встроенных или специальных уравнений модели, полученных на основе измерений, либо путем применения методов ручной настройки или оптимизации.

САПР IC-CAP предлагает платформу и средства, необходимые инженерам для разработки собственных методов экстракции. Компания Agilent и другие производители выпускают готовые модули для экстракции параметров, которые могут быть использованы немедленно.



САПР IC-CAP предлагает следующие ключевые возможности:

- Расширенный графический интерфейс пользователя (GUI)**

Графический интерфейс пользователя IC-CAP позволяет создавать проекты измерения и моделирования, управлять ими, а также считывать, упорядочивать и отображать данные с помощью одного или нескольких окон с графиками. Многооконный интерфейс позволяет строить неограниченное число графиков, упрощает навигацию и масштабирование.

- Язык экстракции параметров (PEL)**

Измеренные или смоделированные данные объединяются САПР IC-CAP в блоки, называемые «настройками». Каждая настройка предоставляет возможность последующей обработки и отображения данных. Последующая обработка и расчеты выполняются в режиме реального времени на языке PEL. Язык IC-CAP PEL прост в изучении и подобен языку HP Basic. Но в то же время, он является мощным языком-интерпретатором, который можно использовать для управления данными и создания алгоритмов экстракции и измерения в среде IC-CAP. PEL позволяет интерактивно разрабатывать новые модели и процедуры экстракции

и изменять уже существующие модули экстракции, что превращает IC-CAP в открытую и невероятно гибкую рабочую среду. Кроме того, PEL можно использовать для взаимодействия и управления программами вне среды IC-CAP.

- Эффективное управление данными**

IC-CAP Data Manager позволяет импортировать/экспортировать данные в текстовом формате ASCII. Этот формат, имеющий расширение MDM, широко распространен в сфере моделирования и многие измерительные приложения экспортят данные в этом уникальном формате. Можно также импортировать и экспортить данные в других форматах, таких как CSV, S2P, и XLS.

- Широкий выбор стандартных симуляторов**

Каждый проект IC-CAP может использовать определенный пользователем список соединений, который обычно включает карту модели и, по желанию, извлекаемую подсхему. Система моделирования IC-CAP создает и поддерживает Таблицу параметров, основанную на параметрах модели и подсхемы. IC-CAP включает три имитатора SPICE и поддерживает прямые связи

с несколькими внешними имитаторами (перечисленными в табл. 3). Лицензия на анализ включает линейный анализ и анализ переходных процессов, выполняемый с помощью мощного имитатора Agilent ADS, входящего в состав пакета без дополнительной платы.

- Мощный оптимизатор**

IC-CAP содержит 13 алгоритмов оптимизации. Применение комбинации разных алгоритмов оптимизации может дать существенное преимущество по повышению достоверности модели. Возможна оптимизация большого числа параметров в соответствии с весовым коэффициентом каждого из них. Помимо автоматических и ручных оптимизаторов, которые написаны и выполняются на языке PEL, имеется также мощный инструмент Plot Optimizer, упрощающий динамическую интерактивную оптимизацию. Plot Optimizer представляет собой интерфейс пользователя, позволяющий быстро и оперативно настраивать все параметры оптимизации. Plot Optimizer можно открыть из любого графика IC-CAP и автоматически загрузить цель и смоделированные данные для быстрой подстройки и оптимизации.

# Экстракция параметров моделей с помощью САПР IC-CAP (продолжение)

## • Автоматизация с помощью макросов

Отдельные операции и даже целые процедуры экстракции можно автоматизировать с помощью макросов. Макрос представляет собой программную процедуру, выполняющую серию команд IC-CAP, функций, программ на языке PEL или обращений к среде пользователя. Макросы позволяют автоматизировать методы экстракции, разработанные в ходе исследовательских работ, и применять их в производстве, где требуется минимальное вмешательство пользователя и высокая производительность.

## • ПО IC-CAP GUI Studio

GUI Studio предлагает мощные возможности разработки специальных графических интерфейсов пользователя для САПР IC-CAP. IC-CAP Studio позволяет непосредственно создавать интерфейсы пользователя для конкретных задач и конкретных пользователей. Инженер может использовать IC-CAP Studio для создания интерфейса пользователя, который автоматизирует и упрощает весь процесс измерения или экстракции параметров. Затем специализированный и оптимизированный интерфейс пользователя может передаваться коллегам или внешним потребителям, которые могут быстро разобраться со стадиями проекта и приступить к выполнению измерений или экстракций.

## Моделирование КМОП

IC-CAP предлагает многофункциональные готовые модули для всех моделей устройств КМОП, соответствующих стандарту CMC: BSIM3, BSIM4, BSIMSOI, PSP, HiSIM и HiSIM\_HV. Все модули экстракции параметров КМОП опираются на общую архитектуру, что позволяет использовать одни и те же данные измерений для экстракции разных моделей КМОП.

Модули имеют следующие основные возможности:

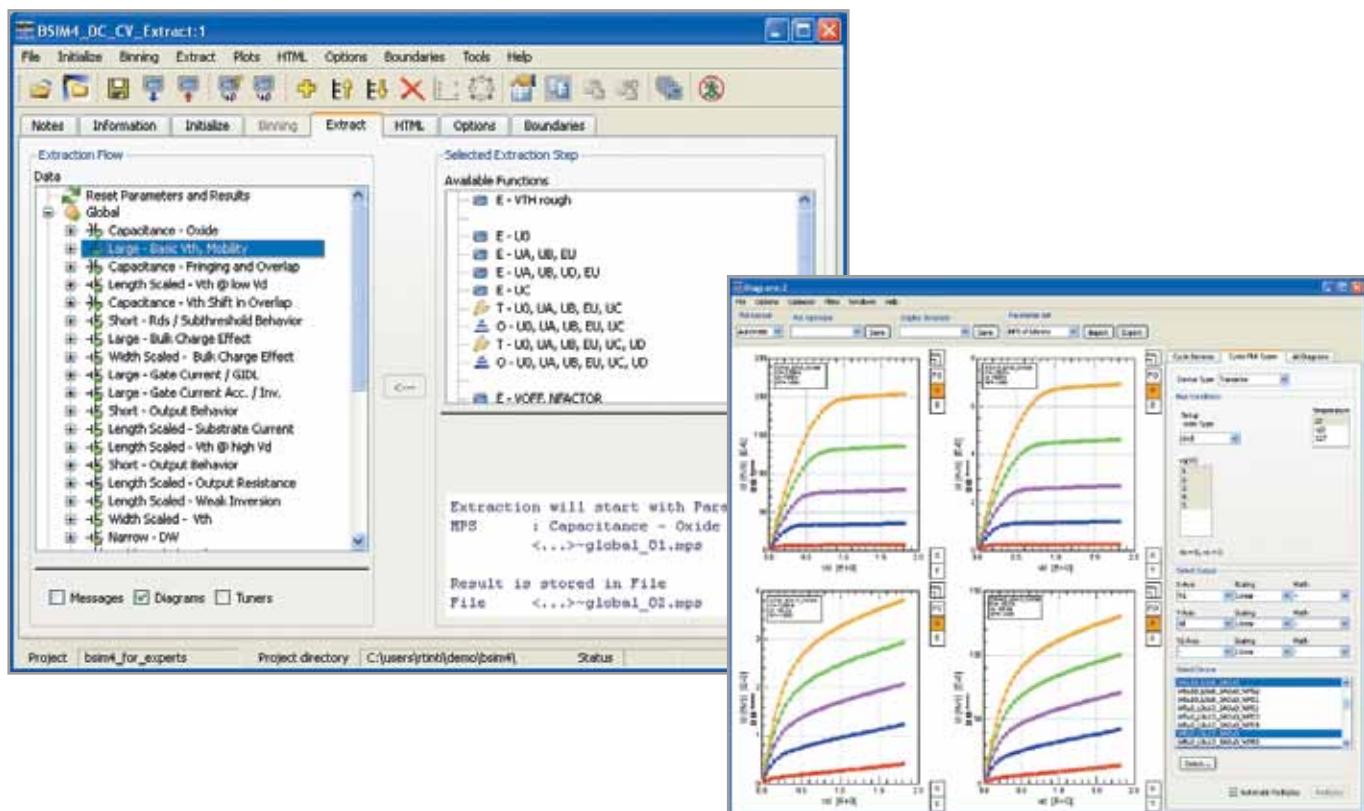
- Моделирование режимов постоянного тока, ВФХ и температурно-зависимых режимов с возможностью масштабирования геометрических размеров и сортировки.
- Новый пользовательский интерфейс, упрощающий моделирование КМОП.
- Открытые и гибкие методы экстракции. Все модули включают мощные методы экстракции, которые можно настраивать в соответствии с конкретными технологиями обработки.
- Если необходима ручная настройка и оптимизация, то процесс экстракции пойдет по заранее заданным этапам оптимизации и подстройки.

• Многооконный режим отображения данных позволяет создавать и настраивать графики данных, включая графики геометрических параметров и шкалы температуры.

- Автоматическая генерация полного комплекта документации в формате HTML.
- Автоматическое отслеживание ошибок и составление отчетов в ходе измерения и экстракции.
- Прецизионные методы экстракции ВЧ параметров с расширенными, масштабируемыми моделями сопротивления затвора и подложки на высоких частотах.

Модули для экстракции параметров КМОП регулярно обновляются, чтобы обеспечить поддержку последних версий моделей. Информацию об имеющихся обновлениях поддерживаемых версий и симуляторов можно найти на нашем сайте.

Кроме компактных моделей CMC, IC-CAP предлагает устаревшие пакеты экстракции для МОП модели 9 компаний NXP, моделей UCB уровня 2 и 3, а также модель Root MOS. Модули для моделирования КМОП и их номера по каталогу перечислены в табл. 4.



# Экстракция параметров моделей с помощью САПР IC-CAP (продолжение)

## Моделирование биполярных транзисторов

### Модель ВСТМ VBIC BJT

VBIC (Vertical Bipolar Inter-Company) – свободно распространяемая модель, разработанная Консорциумом биполярных приборов и технологий (ВСТМ). Эта модель имитирует квазинасыщение, лавинный пробой и влияние подложки. Кроме того, последняя версия модели учитывает эффекты самонагрева.

### MEXTRAM 503/504

MEXTRAM является одной из стандартных СМС моделей биполярного транзистора. Экстракция реализована в САПР IC-CAP совместными усилиями компаний Philips/NXP Research Labs, TU Delft и Agilent EEsof EDA. Эти модели широко применяются компанией Philips/NXP и доказали свою высокую надежность и точность. Реализация MEXTRAM в IC-CAP версий 503 и 504 содержит самые эффективные и точные процедуры экстракции и автоматические функции.

### Модуль для моделирования высокочастотных биполярных транзисторов (HF BJT)

Этот модуль включает методы экстракции для модели Гуммеля-Пуна, которая является стандартной моделью биполярных транзисторов уже многие десятилетия. Модуль включает специальную версию экстракции модели Гуммеля-Пуна, идеально подходящей для ВЧ приложений. В данном случае измерения ВФХ заменяются измерением S-параметров, что повышает точность экстракции емкости перехода и делает ее более удобным. Добавлены также усовершенствованные методы экстракции коэффициента неидеальности, сопротивления базы и напряжения Эрли в инверсном включении. Помимо стандартной модели Гуммеля-Пуна, модуль предлагает метод экстракции для модели Agilent EEBJT2 – модели Гуммеля-Пуна, модифицированной

для повышения точности на постоянном и переменном токе.

## Моделирование MESFET транзисторов

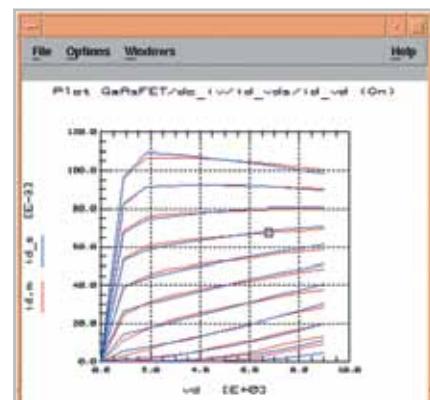
Пакет моделирования высокочастотных транзисторов MESFET и PHEMT включает методы экстракции для следующих моделей:

### Модели MESFET, модели Куртиса и Стата

Пакет включает процедуры экстракции для трех популярных стандартных моделей MESFET: квадратичную и кубическую модели Куртиса и модель Стата (Рейтеона). Различия этих трех моделей заключаются в эмпирических взаимосвязях, которые описывают характеристики устройств на постоянном и переменном токе. IC-CAP извлекает параметры моделей, измеряя параметры на постоянном токе и S-параметры.

### Модели EEFET3/EEHEMT1

Эмпирические нелинейные модели для GaAs FET или HEMT применений, включающие силовые трехвыводные ИС и корпусные приборы. Эти модели точно моделируют параметры на постоянном токе и зависящие от смещения S-параметры, временные задержки, субпороговый ток и дисперсию  $R_{ds}$ . Имеется также модель тока стока, основанная на исходных уравнениях Agilent EEsof EDA, и расширенные модели для  $C_{zi}$  и  $C_{zc}$  включающие трансемкостные эффекты. Учитывается также влияние статических эффектов самонагрева на ток стока. Модули предлагают автоматизированные методы экстракции параметров, причем паразитные параметры пакета извлекаются автоматически. Транзисторы HEMT подобны транзисторам MESFET за исключением одной особенности поведения зависимости  $Gm$  от  $V_{zi}$ . EEHEMT1 представляет собой расширенную версию EEFET3 и имеет набор аналитических функций для моделирования эффектов компрессии  $Gm$  в HEMT.



### Root модели MESFET/HEMT

Эти независящие от технологии и метода и основанные на данных модели предназначены для трехвыводных приборов, работающих с большими сигналами. Они моделируют нелинейное поведение FET и HEMT на основе GaAs, включая нестабильность частоты. Модели могут масштабироваться для разных геометрических размеров и поддерживают автоматический сбор данных, а также высокоскоростную генерацию моделей.

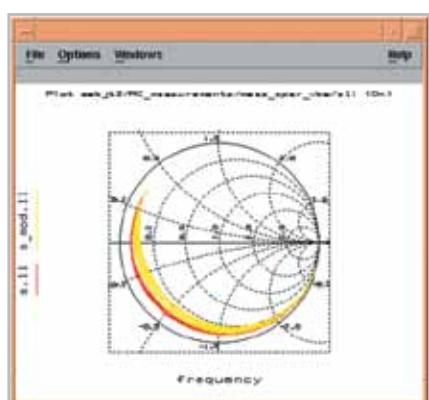
## Модели сторонних производителей

Открытая система и исходные коды позволяют создать гибкую среду разработки

Уникальная открытая и гибкая архитектура IC-CAP позволяет сторонним фирмам разрабатывать модели и соответствующие модули для экстракции параметров, которые выступают в роли дополнительных модулей в среде IC-CAP. Это стало возможным благодаря функциям ПО IC-CAP GUI Studio и языку PEL. IC-CAP GUI Studio и PEL позволяют сторонним фирмам разрабатывать и реализовывать специальные модули для экстракции параметров со специфическими интерфейсами пользователя и соответствующими процедурами экстракции.

Модули экстракции BSIMSOI3v2 и EKV 2.6 выпускаются компанией ADMOS [www.admos.de](http://www.admos.de)

Наборы инструментов для экстракции HiCUM и VBIC выпускаются компанией X-MOD [www.xmodtech.com](http://www.xmodtech.com)



# Конфигурация САПР

САПР IC-CAP включает 5 основных компонентов:

- Программную среду IC-CAP
- Модуль анализа IC-CAP
- Модуль IC-CAP Wafer Professional (WaferPro)
- Драйверы измерительных приборов
- Модули экстракции (готовые)

САПР IC-CAP предлагается в виде полного пакета программ моделирования или в виде отдельных модулей. Кроме полного пакета программ выпускается также пакет IC-CAP WaferPro, который предлагает все необходимое для выполнения автоматизированных измерений на пластинах.

## Полный пакет для моделирования Agilent 85190A IC-CAP

Полный пакет для моделирования Agilent 85190A предлагает базовые средства, необходимые для измерения и моделирования полупроводниковых устройств. Пакет состоит из следующих компонентов:

- Программная среда 85199A IC-CAP
- Модуль анализа 85199B
- Драйверы для измерения LCRZ 85199C
- Драйверы для измерений на постоянном токе 85199D
- Драйверы для измерений на переменном токе 85199E

Пакет позволяет создавать собственные процедуры экстракции, выполнять измерения с помощью измерительных драйверов, анализировать результаты, выполнять моделирование и оптимизировать извлеченные параметры.

## Измерительный пакет Agilent W8511 IC-CAP Wafer Professional

W8511 позволяет выполнять автоматизированные измерения на постоянном токе, ВФХ и ВЧ измерения на пластине. Он состоит из следующих компонентов:

- Программная среда 85199A IC-CAP
- Драйверы для измерения LCRZ 85199C
- Драйверы для измерений на постоянном токе 85199D
- Драйверы для измерений на переменном токе 85199E
- ПО W8510 IC-CAP Wafer Professional (WaferPro)

IC-CAP WaferPro работает в составе платформы IC-CAP и позволяет создавать и выполнять автоматические планы испытаний. Подробная информация приведена ниже в разделе W8510 WaferPro. Обратите внимание, что в состав этого пакета не входит ПО 85199B Analysis, которое надо добавить, чтобы иметь возможность запуска отладочных тестов в режиме моделирования.

## Программная среда Agilent 85199A IC-CAP

85199A составляет основу IC-CAP. Она позволяет выполнять математические преобразования, настраивать графики, писать макросы, создавать процедуры экстракции на языке PEL и писать определенные пользователем функции на языке программирования Си. В ее состав входит обширная библиотека функций, а также ПО IC-CAP Studio, позволяющее создавать специальные графические интерфейсы пользователя.

## Модуль анализа Agilent 85199B

Модуль анализа представляет собой систему моделирования IC-CAP, которая предоставляет возможность моделирования устройств или схем с помощью стандартного симулятора ADS, встроенных имитаторов SPICE или путем взаимодействия с различными внешними симуляторами. Предусмотрена возможность моделирования линейных (постоянный ток, ВФХ и переменный ток) и переходных процессов с помощью ADS. Открытый интерфейс симулятора IC-CAP позволяет добавлять связи с другими (SPICE) симуляторами. Полный список поддерживаемых симуляторов и их версий можно найти на нашем сайте.

## ПО Agilent W8510 Wafer Professional (WaferPro)

IC-CAP WaferPro является мощным модулем для составления планов испытаний, предназначенным специально для измерений на постоянном токе, ВФХ и ВЧ измерений на пластинах. WaferPro позволяет создавать и выполнять автоматизированные планы испытаний, управляя картой пластины и информацией об устройстве, измерительными процедурами и условиями. В состав ПО WaferPro входит несколько встроенных измерительных процедур, и в то же время оно обладает достаточной гибкостью, позволяющей настраивать измерения и обрабатывать данные. Данные

сохраняются в файлах MDM, тогда как замеры по точкам преобразуются в удобный формат CSV (файлы MS Excel с разделителями-запятыми). WaferPro поддерживает все измерительные приборы IC-CAP, включая системы параметрического тестирования Agilent 407x и 408x, а также множество стандартных автоматических и полуавтоматических зондовых станций. Список поддерживаемых зондовых станций, коммутаторов и термокамер приведен в табл. 2 на странице 8.

## Измерительные драйверы

Измерительные драйверы позволяют IC-CAP управлять измерительными приборами, необходимыми для измерения характеристик полупроводниковых приборов или схем. Широкий диапазон устройств, поддерживаемый встроенными драйверами, приведен в табл. 1. Помимо использования готовых встроенных драйверов, пользователи могут добавлять драйверы для других измерительных приборов, используя для этого открытый интерфейс IC-CAP или язык PEL для отправки команд чтения/записи на любой прибор, подключенный пошине GPIB.

# Конфигурация ПО – измерительные драйверы

Табл. 1. Измерительные драйверы, поддерживаемые в IC-CAP и WaferPro.

| Драйверы приборов  | Поддерживаемые приборы  |
|--|---|
| Драйверы для измерения иммитанса 85199C                    | Анализатор импеданса Agilent E4991A<br>Прецизионный измеритель иммитанса Agilent E4980A<br>Анализатор импеданса Agilent 4194 <sup>1</sup><br>Измеритель емкости Agilent 4271 1 МГц <sup>1</sup><br>Измеритель иммитанса Agilent 4275 <sup>1</sup><br>Измеритель емкости Agilent 4280 2 МГц <sup>1</sup><br>Прецизионный измеритель иммитанса Agilent 4284<br>Прецизионный измеритель иммитанса Agilent 4285<br>Прецизионный измеритель иммитанса Agilent 4294A  |
| Драйверы для измерений на постоянном токе 85199D           | Анализатор полупроводниковых устройств Agilent B1500A<br>Анализатор силовых устройств/характериограф Agilent B1505A<br>Анализаторы характеристик серии Agilent E5270: E5270B, E5272A, и E5273A<br>Анализатор параметров полупроводниковых устройств Agilent 4156x<br>Пикоамперметр/источник постоянного напряжения Agilent 4140 <sup>1</sup><br>Источник/монитор постоянного напряжения Agilent 4141 <sup>1</sup><br>Модульный источник/монитор постоянного напряжения Agilent 4142x<br>Анализатор параметров полупроводниковых устройств Agilent 4145x <sup>1</sup><br>Анализатор параметров полупроводниковых устройств Agilent 4155x               |
| Драйверы для измерений на переменном токе 85199E           | Анализаторы цепей серии Agilent PNA<br>Анализаторы цепей серии Agilent PNA-X (только S-параметры)<br>Анализаторы цепей серии Agilent ENA<br>Agilent E8356A от 10 МГц до 3 ГГц <sup>1</sup><br>Agilent E8357A от 10 МГц до 6 ГГц <sup>1</sup><br>Agilent E8358A от 10 МГц до 9 ГГц <sup>1</sup><br>Анализатор цепей миллиметрового диапазона Agilent N5250A PNA, от 10 МГц до 110 ГГц<br>Анализатор цепей Agilent 3577 <sup>1</sup><br>Анализатор цепей Agilent 8510<br>Анализатор цепей Agilent 8702 <sup>1</sup><br>Анализатор цепей Agilent 8719<br>Анализатор цепей Agilent 8720<br>Анализатор цепей Agilent 8722<br>Анализатор цепей Agilent 8753 |
| Драйверы для измерений во временной области Agilent 85199F | Цифровые осциллографы Agilent 54121T-54124T <sup>1</sup><br>Цифровые осциллографы Agilent 54510 <sup>1</sup><br>Осциллограф Agilent 54750 TDR <sup>1</sup><br>Генератор импульсов Agilent 8130 <sup>1</sup><br>Генератор импульсов Agilent 8131 <sup>1</sup>  |
| Драйверы для измерения шумов Agilent 85199G                | Динамический анализатор сигналов Agilent 35670A   |

Табл. 2а. Зондовые станции, поддерживаемые WaferPro

| Зондовые станции     |
|----------------------|
| Tokyo Electron (TEL) |
| Cascade PS21         |
| Cascade Summit 12K   |
| Suss PA300           |
| Accretech UF3000     |

Табл. 2б. Коммутаторы

| Коммутаторы      |
|------------------|
| Agilent HP4070 1 |
| Keithley 707/708 |
| Agilent HP4080 1 |
| Agilent B2200    |

Табл. 2в. Контроллеры термосистем

| Контроллеры термосистем |
|-------------------------|
| Accretech               |
| Cascade Summit          |
| Cascade PS21            |
| Temptronic TP032A       |

*Табл. 3. Поддерживаемые средства моделирования*

| Симулятор                       | Компания        | Необходимые лицензии   |
|---------------------------------|-----------------|--|
| ADS                             | Agilent EESof   | В модуль анализа 85199B включены лицензии на моделирование линейных цепей, переходных процессов и имитацию Verilog-A |
| MMSIM (SPECTRE)                 | Cadence         | Необходима лицензия  |
| HSPICE                          | Synopsys        | Необходима лицензия  |
| SABER                           | Synopsys        | Необходима лицензия  |
| ELDO                            | Mentor Graphics | Необходима лицензия  |
| Spice3, spice2, PSPICE, HPSPICE | Разные          | По-прежнему включает модуль анализа 85199B, однако это ПО больше не поддерживается (устаревшие симуляторы)           |

## Конфигурация ПО – модули для экстракции параметров

### Пакет статистической обработки для IC-CAP Agilent 85199J

Параметрический и непараметрический анализ (необходима программная среда IC-CAP). Выпускается только версия для UNIX, в ближайшее время будет доступен модуль для Windows.

### Модули экстракции и генераторы моделей IC-CAP

Перечисленные в табл. 4 модули включают все измерительные схемы, математические преобразования, процедуры экстракции и документы, необходимые для выполнения экстракции с помощью IC-CAP.

*Табл. 4. Дополнительные пакеты*

| Технология п/п   | Номер продукта | Модули для экстракции модели                    |
|--|----------------|---|
| КМОП   | 85194E         | UCB BSIM3                                       |
|  | 85194K         | UCB BSIM4                                       |
|  | 85194P         | PSP   |
|  | 85194M         | HiSIM2  |
|  | 85194Q         | HiSIM_HV  |
|  | 85194R         | HiSIM2 и HiSIM_HV                               |
|  | 85194N         | UCB BSIMSOI                                     |
|  | 85199K         | Target Modeling                                 |
|  | 85199M         | Corner Modeling                                 |
|  | 85194B         | Root MOS model generator                        |
| Биполярные транзисторы и биполярные гетеротранзисторы (BJT и HBT)                                  | 85193H         | Agilent HBT                                     |
|  | 85193A         | Биполярные ВЧ транзисторы (EEBJT2) Гуммеля-Пуна |
|  | 85193C         | MEXTRAM   |
|  | 85193D         | VBJC  |
| Полевые транзисторы с диодом Шотки и транзисторы с высокой подвижностью электронов (MESFET и HEMT) | 85191A         | Agilent Root MESFET/HEMT                        |
|  | 85192A         | Кубический Куртиса                              |
|  |                | Квадратичный Куртиса                            |
|  |                | Статца-Пуцела (Рейтеон)                         |
|  |                | EEFET3  |
| Диоды  | 85195A         | EEHEMT1   |
|  |                | Agilent Root diode                              |

## **Лицензированное программное обеспечение**

САПР IC-CAP доступен в двух версиях:

1. Однопользовательская версия (*node-locked*), позволяющая работать только на одной рабочей станции или ПК.
2. Сетевая версия (*floating*) для работы на нескольких рабочих станциях или подключенных к сети ПК, поддерживающая совместную работу нескольких рабочих групп.

Оба типа лицензий используют систему управления лицензиями FLEXIm.

Возможно смешанное применение обеих лицензионных опций. Например, однопользовательская лицензия на драйвер измерительного прибора может находиться в лаборатории на рабочей станции или ПК, тогда как сетевая лицензия на модуль анализа может совместно использоваться группой инженеров для анализа данных.

## **Интернет-ресурсы**

Интернет-ресурсы компании Agilent EEsof EDA включают специальный раздел для загрузки, а также для оказания онлайновой технической поддержки. Кроме того, Agilent EEsof EDA предоставляет доступ к другим услугам, включая:

- Новости и события
- Информация о продуктах и онлайновые демонстрации
- Примеры применения продуктов
- Онлайновая документация на продукты
- Учебные курсы для потребителей
- Онлайновая и телефонная техническая поддержка
- База знаний с примерами применения и форум для пользователей

## **Поддержка и обучение мирового уровня**

Компания Agilent EEsof EDA старается помочь вам в достижении успеха, предлагая учебные курсы для пользователей, техническую поддержку и услуги по разработке специальных решений.

Чтобы быстро начать продуктивную работу с IC-CAP предлагается трехдневный учебный курс, который можно прослушать в разных местах, включая офис Agilent EEsof EDA в Санта-Роза, Калифорния, США.

Кроме того, предлагаемые ресурсы включают автоматическое обновление программного обеспечения, литературу и документацию, позволяющие использовать последние усовершенствования и функции.

## **Контактная информация**

Все продукты Agilent EEsof EDA:  
[www.agilent.com/find/eesof](http://www.agilent.com/find/eesof)

САПР IC-CAP  
[www.agilent.com/find/eesof-iccap](http://www.agilent.com/find/eesof-iccap)

## **Обращайтесь в российское представительство**

### **Agilent Technologies**

115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 1

Тел.: +7 (495) 7973900

Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: [tmp\\_russia@agilent.com](mailto:tmp_russia@agilent.com)

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

Дата последнего изменения: 14 октября 2010 г.

Приведенные в настоящем документе технические характеристики и описания продуктов могут изменяться без предварительного уведомления.

© Agilent Technologies, Inc. 2010  
Напечатано в России, 24 ноября, 2010 г.  
5965-7742RURU



## **Agilent Email Updates**

Новости Agilent по электронной почте

[www.agilent.com/find/emailupdates](http://www.agilent.com/find/emailupdates)

Получение новейшей информации о выбранных приборах и приложениях.



**Agilent Technologies**