

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

## РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ К. ЛИ, М. ШУР, Т. ФЬЕЛДЛИ, Т. ИТТЕРДАЛ

«Моделирование полупроводниковых приборов  
для Сверхбольших Интегральных Схем (СБИС)».

Прэнτισ Холл, 1993. 603 с.

В конце января 1993 г. в издательстве Prentice Hall выходит (на английском языке) книга К. Lee, M. Shur, T. Fjeldly and T. Ytterdal «Semiconductor Device Modeling for VLSI».

Книга включает в себя основные сведения по физике полупроводниковых приборов, краткий обзор существующих моделей, предназначенных для описания полупроводниковых приборов в интегральных схемах, и детальное изложение новой улучшенной модели важнейших полупроводниковых приборов.

Характерный минимальный размер приборов в сверхбольших интегральных схемах уже сейчас меньше 1 мкм. Можно ожидать, что этот размер снизится до 0.25 мкм уже в ближайшие годы и достигнет 0.1 мкм к началу XXI в. Поэтому сейчас модели приборов, встроенные в стимуляторы сложных цепей, стали неотъемлемой составной частью полупроводниковой технологии, не менее важной, чем производственное оборудование. По мере увеличения степени интеграции и сложности каждого прибора важность адекватного моделирования возрастает. Это означает, что новые, все более точные модели становятся абсолютно необходимыми для конструкторов полупроводниковых приборов и цепей.

Сейчас во всем мире специалисты пользуются для моделирования полупроводниковых приборов в Сверхбольших Интегральных Схемах (СБИС) одной и той же программой «Spice». Авторы книги назвали разработанную ими программу «AIM-Spice» (Automated IBM and Macintosh Spice), подчеркивая, что их новая программа является лишь версией «Spice» и овладение ею не вызовет никаких трудностей у специалистов в области конструирования и изучения БИС.

С другой стороны, использование «AIM-Spice» обеспечивает пользователям существенные преимущества. Программа «AIM-Spice» включает в себя новые модели полупроводниковых приборов, таких как кремниевые МОП транзисторы, транзисторы на арсениде галлия, гетеротранзисторы, биполярные гетеротранзисторы и т. д. Авторы дают детальные инструкции о том, как извлекать из эксперимента параметры приборов, описывающих эти приборы в рамках «AIM-Spice». Описаны простые, точные и воспроизводимые методики определения параметров. Такой подход позволяет читателям использовать программу для конструирования приборов и схем, моделирования сложных схем, извлечения параметров, статистического анализа процента выхода годных приборов и других задач, решение которых ранее было трудным или требовало много времени. Программа, предложенная авторами, позволяет достичь компромисса между требованиями высокой точности и приемлемого быстродействия. Кроме того, они позволяют существенно упростить процедуру определения параметров.

Особое внимание уделено в книге полевым транзисторам, в частности комплементарным МОП транзисторам. Описание этих приборов основано на новой концепции Универсальной Модели Контроля Заряда (УМКЗ) и на новом опре-

делении тока насыщения. Такой подход позволил написать различные режимы работы транзистора, используя одно фундаментальное уравнение. В свою очередь это позволило уменьшить количество параметров, необходимых для точного моделирования, и облегчить процесс их определения. Развита также новая аналитическая методика, позволяющая учесть влияние паразитных последовательных сопротивлений. Это позволяет экономить машинное время, что особенно существенно при расчете сложных цепей. В книгу включены также модели полевых транзисторов на AlGaAs/GaAs- и AlGaAs/InGaAs/GaAs-гетеропереходах, тонкопленочных полевых транзисторов на аморфном и поликристаллическом кремнии и биполярных транзисторов на гетеропереходах.

Книга состоит из 6 глав. Глава 1 содержит основные сведения из физики полупроводников, описание свойств основных полупроводниковых материалов, основные уравнения, описывающие свойства полупроводниковых приборов. Кратко рассмотрены  $p-n$ -переходы, барьеры Шоттки, омические контакты и гетеропереходы. Глава 2 посвящена биполярным транзисторам и новым моделям биполярных транзисторов на гетеропереходах. Главы 3 и 4 посвящены МОП транзисторам и транзисторам на полупроводниковых соединениях  $A^{III}B^V$ . Глава 5 посвящена тонкопленочным транзисторам, которые играют все более важную роль в технологии дисплеев и бытовой электронике. В эту главу включены как новые модели, так и примеры моделирования схем. В главах 3—5 также содержится подробное описание методик экспериментального определения основных параметров полупроводниковых приборов. Возможности этих методик продемонстрированы на примере экспериментальных данных, полученных в лабораториях, где работают авторы книги. В главе 6 содержится подробное описание и инструкции по использованию программы «AIM-Spice».

К книге приложена дискета со «студенческой» версией программы, работающей с IBM PC- и IBM-совместимых компьютерах (операционная система Windows 3.0). Полную профессиональную версию программы можно приобрести у авторов книги.

В книгу включено большое количество задач.

Она рассчитана на инженеров-физиков, на конструкторов полупроводниковых приборов и интегральных схем и на студентов вузов соответствующих специальностей.

Перевод книги на русский язык, бесспорно, способствовал бы прогрессу отечественных исследований в одной из самых передовых областей полупроводниковой технологии.

*М. Е. Левинштейн*