

# РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ САПР

Симончик В.В., Красницкий Д.В. Кафедра  
теоретических основ электротехники Научный  
руководитель: Задедюрин Е.В., доцент, к.т.н. e-mail:  
ye.zadedyurin@bsuir.by

**Аннотация** – Рассмотрены вопросы разработки моделей биполярных приборов, пригодных для использования в коммерчески доступных системах проектирования электронных устройств и систем.

Актуальной проблемой является использование коммерчески доступных программ проектирования электронных устройств и систем в различных режимах, специфичных для конкретных приложений. В настоящее время программы схемотехнического проектирования, представляющие собой по большей части программы моделирования, т.е. симуляторы цепей, являются коммерчески доступными. Наиболее известными среди них являются, например, microCAP, PSpice.

К достоинствам этих программ является возможность расчета широкого спектра устройств и систем как во временной, так и частотной областях [2].

Наличие различных режимов анализа, или, иначе, режимов расчета цепи, позволяет определить первичные (токи и напряжения) и вторичные параметры, интересующие разработчика [2]. Тем не менее, специфические параметры, имеющие интерес для специалистов узких областей, часто не могут быть рассчитаны при помощи этих программ. Причиной является то, что алгоритмы, реализованные в этих программах и, соответственно, модели компонентов ориентированы на использование максимально общих подходов, позволяющих решать универсальные задачи.

## *А. Расчет высоколинейных цепей*

Примером является, например, расчет нелинейных искажений в т.н. высоколинейных схемах или, в терминах цепей – высоколинейных цепях. Использование «прямого» метода – расчета отклика во временной области с последующим быстрым преобразованием Фурье – дает очень приблизительный результат. Малые искажения, характеризующиеся сотыми и тысячными долями процента по отношению к амплитудам основных частот, теряются на фоне «больших» компонент спектра. Выход в таком случае состоит в использовании «специальных» методов расчета (моделирования, симулирования) цепей, специально ориентированных на поставленную задачу. Многие из таких «специальных» методов и подходов хорошо алгоритмизированы и могут быть включены в пакеты моделирования схем и цепей. В случае высоколинейных цепей таким удобным, хорошо изученным и в достаточной степени алгоритмизированным подходом является использование функциональных рядов Вольтера-Винера [1]. Как показано в [1], этот метод может быть успешно алгоритмизирован и включен в состав универсального пакета программ типа Pspice.

*В. Актуальные задачи создания моделей устройств для коммерческих программ*

В связи с вышеизложенным актуальной является задача создания моделей, позволяющих произвести анализ устройств с высокой степенью линейности с целью адаптации этих моделей к коммерчески доступным программам. Например, представляет интерес разработка моделей полупроводниковых приборов, с одной стороны, позволяющая произвести анализ с помощью функциональных рядов Вольтера-Винера, а с другой обладающая «совместимостью» с коммерческими программами. Иными словами, разработанная модель должна обладать такими свойствами, которые позволяют описать ее в терминах макромоделей коммерческих программ и, таким образом, «встроить» на уровне описываемых пользователем компонентов или библиотечного элемента.

Были сделаны попытки разработать модель биполярного транзистора на базе модифицированной модели Эберса-Молла в малосигнальном приближении с разложением характеристик в ряд Вольтера-Винера. Полученные параметры могут быть реализованы в виде макромоделей, позволяющей «имплантировать» ее в коммерческие программы типа PSpice и, таким образом, расширить функциональные возможности симулятора на область моделирования высоколинейных схем.

[1] Богданович Б.М. Методы нелинейных функционалов в теории электрической связи. / Богданович Б.М., Черкас Л.А., Задедюрин Е.В., Вувуникян Ю.М., Бачило Л.С. – М.: Радио и связь, 1990. – 280 с.

[2] Л.О. Чуа Машинный анализ электронных схем. / Л.О. Чуа, Пен-Мин Лин; под редакцией Ильина В.Н. – М.: Энергия, 1980. – 640 с.

[3] Bird J. Electrical Circuit Theory and Technology / John Bird. – Newnes/ Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, MA 01803, U.S.A.