

ВВЕДЕНИЕ

История применения вычислительной техники в разработке электронных средств насчитывает более пятидесяти лет. Исключая военные и космические приложения это первая техническая область, в которой систематически начали использоваться тогдашние ЭВМ. За полстолетия простейшие программы анализа электронных схем превратились в современные системы сквозного проектирования радиоэлектронных средств (САПР РЭС), предлагая разработчику программное, математическое, информационное, методическое и др. обеспечение в рамках единого пользовательского интерфейса «человек — машина». Реализованный в них огромный интеллектуальный потенциал помогает подготовленному специалисту решать многие сложные задачи проектирования, вызывая в то же время большие затруднения у начинающего пользователя даже при анализе простых электронных схем.

Ценность любого инструмента (и САПР РЭС в том числе) заключается не в его внешнем виде (пользовательском интерфейсе), а в том, насколько он способен реализовать поставленные цели, адекватно решая соответствующие практические задачи. Сравнивая между собой большое число современных САПР РЭС, имеющих развитый пользовательский интерфейс (графические редакторы, расширенная информационная среда, большие библиотеки компонентов, многофункциональные постпроцессоры обработки и представления результатов) следует отметить их существенные недостатки:

- закрытость коммерческих программных систем и, как следствие, слабая достоверность полученных результатов, вызванная отсутствием у пользователя сведений о применяемых моделях и методах численного решения;
- чрезмерная универсальность, выражающаяся в большом числе вариантов пользовательских функций и предварительных настроек, лишь малая часть которых действительно необходима в практических приложениях;
- устаревшее математическое обеспечение большинства САПР РЭС, основанное на разработанных ещё в 1970-е годы SPICE-технологиях и методах численного интегрирования.

Преодоление указанных недостатков в автоматизированном проектировании РЭС возможно, на наш взгляд, только путём создания отечественных САПР РЭС, учитывающих накопленный за десятилетия свой и чужой опыт использования подобных программных систем. Отдельным (и весьма важным) классом таких САПР РЭС должны стать их учебные (академические) версии.

Вычислительные и графические возможности современного аппаратного обеспечения САПР предоставляют их разработчикам большие возможности для проектирования больших и сверхбольших по составу и функциям электронных изделий. В первую очередь это касается интегральных схем и специализированных микропроцессоров. Однако имеющееся математическое обеспечение — методы формирования и численного анализа моделей — во многих случаях существенно ограничивают возможности САПР при создании сложных электронных изделий. Необходимы новые как универсальные, так и специальные математические методы и вычислительные алгоритмы, в большей степени отвечающие задачам современного проектирования: повышение качества, снижение материальных затрат и сокращение сроков разработки. Кроме того, необходимость взаимодействия человека и ЭВМ и специфика проектных задач порождают много дополнительных требований к организации их совместного функционирования.

Целью настоящего учебного пособия, название которого соответствует названию учебной дисциплины «Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств», является систематическое ознакомление студентов и магистров с применением вычислительной техники в проектировании электронных средств. В рамках системного подхода обсуждаются наиболее существенные вопросы, связанные с компьютерной автоматизацией схемотехнического и конструкторского проектирования:

- придание физического смысла математическим методам формирования моделей радиоэлектронных схем и схем замещения компонентов;
- оценка эффективности использования новых и традиционных вычислительных процедур в решении практических задач анализа, синтеза и оптимизации электронных средств;
- создание и применение пакета учебных программ как основы лабораторного практикума учебного курса.

Совершенствование существующих и разработка новых САПР РЭС, либо узко специальных, либо развёрнуто универсальных, в любом случае требуют детального изучения уже применённого математического аппарата. Именно это обстоятельство даёт надежду на то, что знания, полученные при освоении названного здесь учебного курса, не устареют морально вместе с сегодняшними САПР, а будут востребованы при создании РЭС с помощью новых, более эффективных систем автоматизированного проектирования.

На рис. В.1 представлено содержание учебного пособия, состоящего из 13 глав, разделённых на четыре части. Главы, отмеченные на рисунке затемнённым фоном, требуют обязательного изучения при

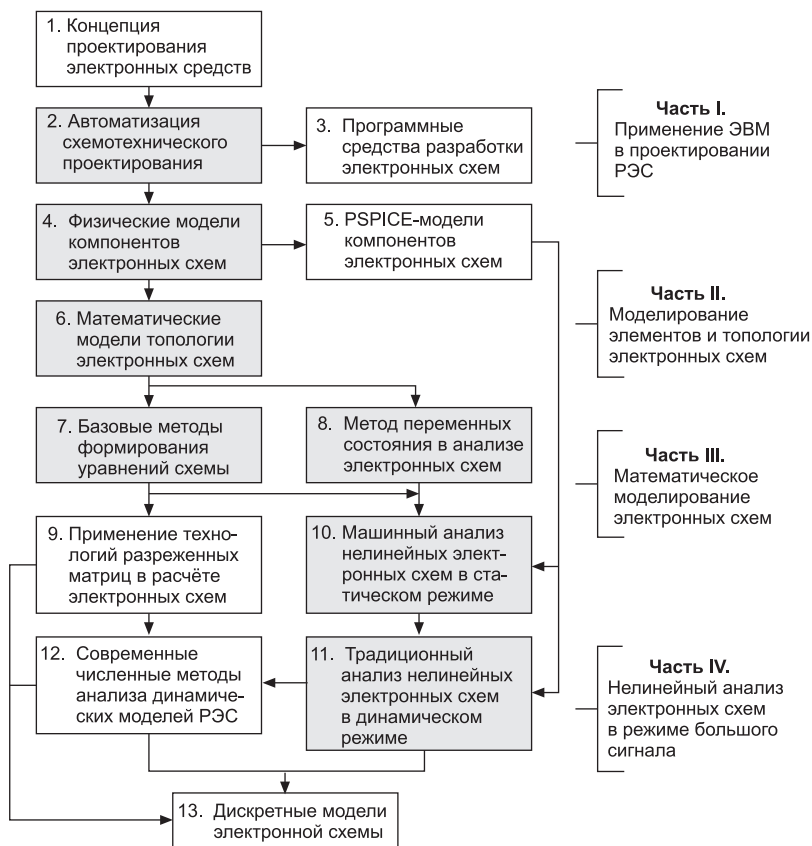


Рис. В.1. Схема связей между главами учебного пособия

освоении учебного курса. Остальные главы представляют расширенное ознакомление с математическим аппаратом, используемом в современных САПР РЭС. SPICE-технологии моделирования электронных схем (главы 3 и 5) рассматриваются в той степени, которая необходима для сравнения различных методов анализа при выполнении лабораторных работ.

Метод переменных состояния выбран в качестве основного метода формирования математических моделей электронных схем (главы 6 и 8). Полученные этим методом системы нелинейных алгебраических уравнений для статического режима схемы (глава 10) и нелинейных алгебро-дифференциальных уравнений для её динамического режима (глава 11) придают этим математическим моделям ясный физический смысл, однозначно сопоставляя переменные и параметры моделей с электрическими переменными и параметрами элементов схемы.