

$$\begin{aligned} & \times \frac{\Phi_{1n_1\alpha}(\vec{k})\Phi_{2n_2\beta}(\vec{k} + 2\pi\vec{\tau})}{\omega + n\Omega - \omega_0 + i\frac{\Gamma}{2}} e^{i\vec{\xi}'\vec{r}} \left[\omega(a_0') \frac{S(\eta_z' + f')}{f'} \times \right. \\ & \left. \times \frac{\Phi_{1n_1'\alpha'}(\vec{k}')\Phi_{2n_2'\beta'}(\vec{k}' + 2\pi\vec{\tau}')}{\omega + n'\Omega - \omega_0 + i\Gamma/2} e^{i\vec{\xi}''\vec{r}'} \right]^* e^{-i[\omega - ((n_1 - n) - (n_1' - n'))\Omega]t} \end{aligned} \quad (8)$$

Аналогичные выражения со своими $\vec{\xi}'r = (\eta_{\perp} r_{\perp}, fz)$ и $S(\eta_z - f)$ получаем для прошедшего излучения. Как видно из (7) или (8), происходит модуляция отраженного излучения по частоте ($\exp[-i(\omega - (n_1 - n)\Omega)t]$) и по направлению ($\exp[i((\vec{k} - (n_1 - n)\vec{\kappa} - 2\pi\vec{\tau})_{\perp} r_{\perp})]$), что приводит к возникновению сателлитов основной линии ($n \neq n_1$).

Проведенное сравнение амплитуд несмещенного максимума и первого сателлита показывает, что условия проявления модуляции зеркально отраженных и дифрагированных отраженных гамма-квантов совпадают: смещения узлов кристаллической решетки под действием УЗ волны должны быть порядка 10^{-10} см, что достижимо на практике. Эти же условия справедливы для прошедших за кристалл дифрагированных и недифрагированных гамма-квантов.

Таким образом, наблюдается отличие от нерезонансного случая, где модуляция волн, не испытавших дифракции, отсутствует.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить В. Г. Барышевского за многочисленные плодотворные обсуждения и дискуссии.

Список литературы

1. Энтин И. Р. // Письма в ЖЭТФ. 1977. Т. 26. № 5. С. 392.
2. Золотоябко Э. В. и др. Обнаружение экстинкционных биений, вызванных ультразвуком при дифракции нейтронов в совершенном монокристалле кремния. Препринт Ин-та физики АН ЛатССР. 1984.
3. Mkrtchyan A. R. et. al. // Phys. Stat. Sol. (b). 1979. V. 92, P. 23.
4. Bagyshevsky V. G. // J. Phys. (c). 1985. V. 18. P. 191.
5. Барышевский В. Г. Ядерная оптика поляризованных сред. Минск, 1976.
6. Magga W. C. et. al. // J. Appl. Phys. 1979. V. 50. P. 6927.
7. Golovin A. L., Imatov R. M. // Phys. Stat. Sol. (a). 1983. V. 77. P. K 91.
8. Базь А. И., Зельдович Я. Б., Переломов А. М. Рассеяния, реакции и распады в нерелятивистской квантовой механике. М., 1971.
9. Барышевский В. Г. // Весці АН БССР. Сер. фіз.-мат. навук. 1984. № 4. С. 86.
10. Лившиц М. Г., Поликарпов И. В. Резонансное воздействие лазерного излучения на дифракцию мессбауэровских гамма-квантов на тонком молекулярном кристалле / Ред. ж. «Весці АН БССР. Сер. фіз.-мат. навук». Минск. 1984. Деп. в ВИНТИ 18.12.84. № 8088-84.

Поступила в редакцию 18.11.85.

УДК 681.3.06+621.372.8

А. Н. КОВАЛЕНКО, И. М. ПОЛЕЩУК

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ «АНТЕННА — РПУ»

Интенсивное развитие радиоэлектроники обусловило широкий интерес к разработке автоматизированных систем проектирования средств радиоэлектронной аппаратуры. Традиционные методы не позволяют осуществить автоматизацию проектирования систем «антенна — радиопрозрачное антенное укрытие» (РПУ) из-за сложности связей и взаимовлияния элементов этих объектов, их слабой структурированности и разобъединенности методов их расчета. Для решения подобных задач необходим системный подход. Это диктуется сложностью определения структуры объекта и выделения информационных связей его элементов в результате декомпозиции объекта проектирования.

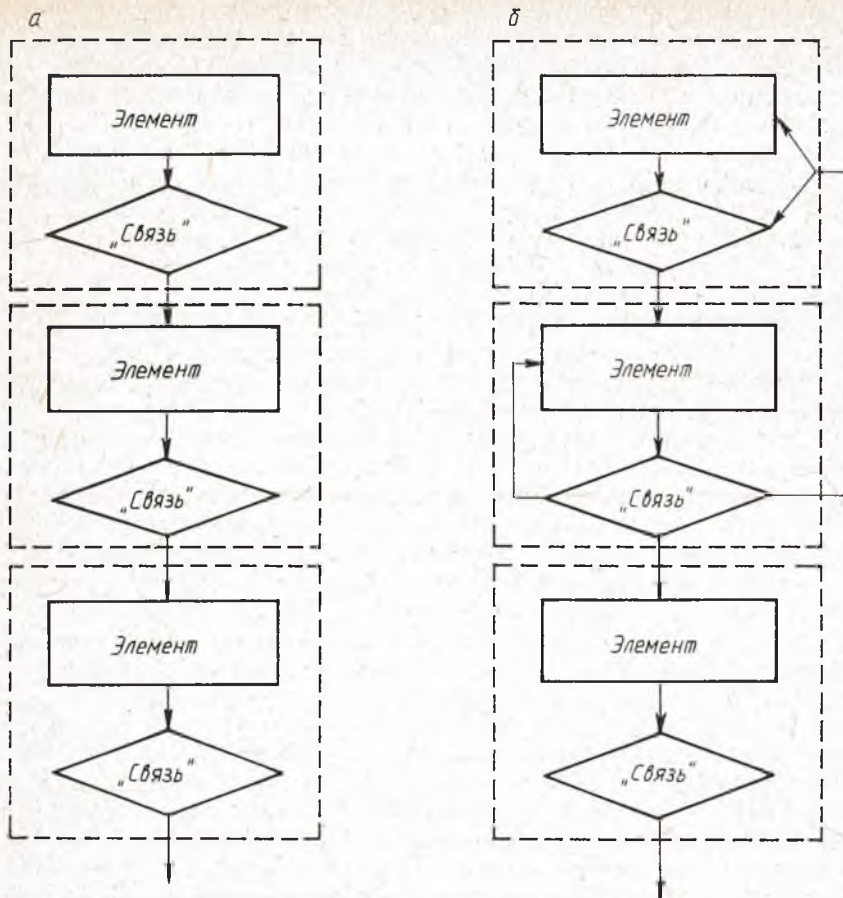


Рис. 1. Схема декомпозиции объекта в САПР:
а — регулярный и *б* — нерегулярный случай

Для созданий САПР устройств техники СВЧ, когда структура объектов проектирования легко определима (регулярный случай), применяют декомпозиционный подход к задачам электродинамики [1]. Однако это лишь частный случай использования системного подхода для проектирования объектов со сложной, нерегулярной структурой элементов и связей. Схема декомпозиции объекта проектирования регулярной структуры по «связям» и нерегулярной структуры по «связям» и элементам приведена на рис. 1.

Применение системного подхода позволяет в наиболее общем случае описать структуру элементов и совокупность связей сложного объекта проектирования.

Ведущим методом в данном подходе, обеспечивающем процесс разработки конечного устройства, является метод декомпозиции. С целью достижения максимальной эффективности процесса разработки модели метод декомпозиции был усилен требованием формализации технического задания (ТЗ) заказчика на базе декомпозиции. Такое требование обеспечивает осуществление допустимых переходов с уровня на уровень в процессе декомпозиции объекта в рамках модели.

Модель системы автоматизированного проектирования систем «антенна — РПУ», использующая данный подход, предполагает при разработке математической модели проектируемого объекта следующие этапы: подготовку, декомпозицию, синтез.

Первым необходимым условием обеспечения работы в модели САПР является формализация ТЗ в параметрическом семействе моделей. Сле-

дующий за формализацией шаг этапа подготовки — определение приоритетов параметров формализованного ТЗ для выделения критичных параметров и обеспечения успешного разрешения конфликтов в процессе декомпозиции. Затем осуществляется классификация формализованного ТЗ с целью определения принадлежности исходного ТЗ к классу моделей проектирования в САПР и получения оценки эффективности предполагаемой модели по критерию времени [2] (для установления временных координат сроков выполнения проекта). Далее выполняется проверка выделенных параметров ТЗ на полноту и непротиворечивость входным параметрам модели. Когда входные параметры ТЗ не удовлетворяют спецификациям существующих моделей (или в случае сильной корреляции этих параметров) как альтернативный вариант процесса построения модели, осуществляется непосредственная разработка модели объекта. На этом этапе используется метаязык описания модели [3], являющийся компонентом МО ядра САПР.

Если же входные параметры удовлетворяют всем указанным критериям, то в предлагаемой модели САПР выполняется автоматический синтез математической модели проектируемого объекта. На этапе декомпозиции в рамках выбранной (разрабатываемой) модели, которая представляет собой идеализированный вариант объекта проектирования (что позволяет производить расчет и разработку объекта от оптимальной конструкции), производится детализация элемента декомпозиции.

В случае, если на одном из уровней декомпозиции элементов частичной модели возникает противоречие между уточняемым элементом и параметром ТЗ, процесс корректировки данного параметра ТЗ осуществляется в пределах допусков (итерация внутри частичной модели). Если частичная модель построена успешно, т. е. проведен частичный синтез элемента объекта на основе терминальных понятий базы данных, базы знаний, ППП, то процесс декомпозиции по i -ому параметру считается законченным и переход к декомпозиции осуществляется по следующему приоритетному параметру. Синтез частичных моделей, проводимый по приоритетным параметрам в процессе уточнения элементов ТЗ по дереву описания модели, дает неоспоримые преимущества в отладке математической модели. Такой подход обеспечивает раннюю проверку частичных моделей объекта и оценку осуществимости проекта на этапе декомпозиции по критичным параметрам.

При возникновении противоречий между частичными моделями уточняется частичная модель с параметром, имеющим меньший приоритет. Затем продолжается уточнение критичного параметра вплоть до модели с максимальным приоритетом (итерация по частичным моделям). Основой для уточнения служит псевдотерминальный язык поддержки процесса декомпозиции [3], который позволяет непосредственно уточнить на текущем уровне разработки конкретные детали объекта, а также обеспечивает управление связями процесса уточнения элементов объекта и явное указание конфликтов проектирования по связям и элементам при аварийном завершении синтеза частичных или общей модели.

Для устранения концептуальных противоречий между уточняемыми и уточняющими параметрами используется словарь спецификаций метаязыка проекта (его состав определяется классом моделей разработки) и таблица базисных операций процесса декомпозиции, гарантирующая выбор допустимого уточнения при переходе на следующий уровень декомпозиции.

Применение этих средств дает возможность использовать единую нотацию отношений между уточняемыми элементами, оберегает от тупиковых ситуаций процесса проектирования, облегчает выпуск документации на элементы устройства.

На этапе синтеза по дереву модели с уточненными узлами (на базе частичных моделей) проводится синтез математической модели проектируемого устройства. Это завершающий шаг процесса разработки модели.

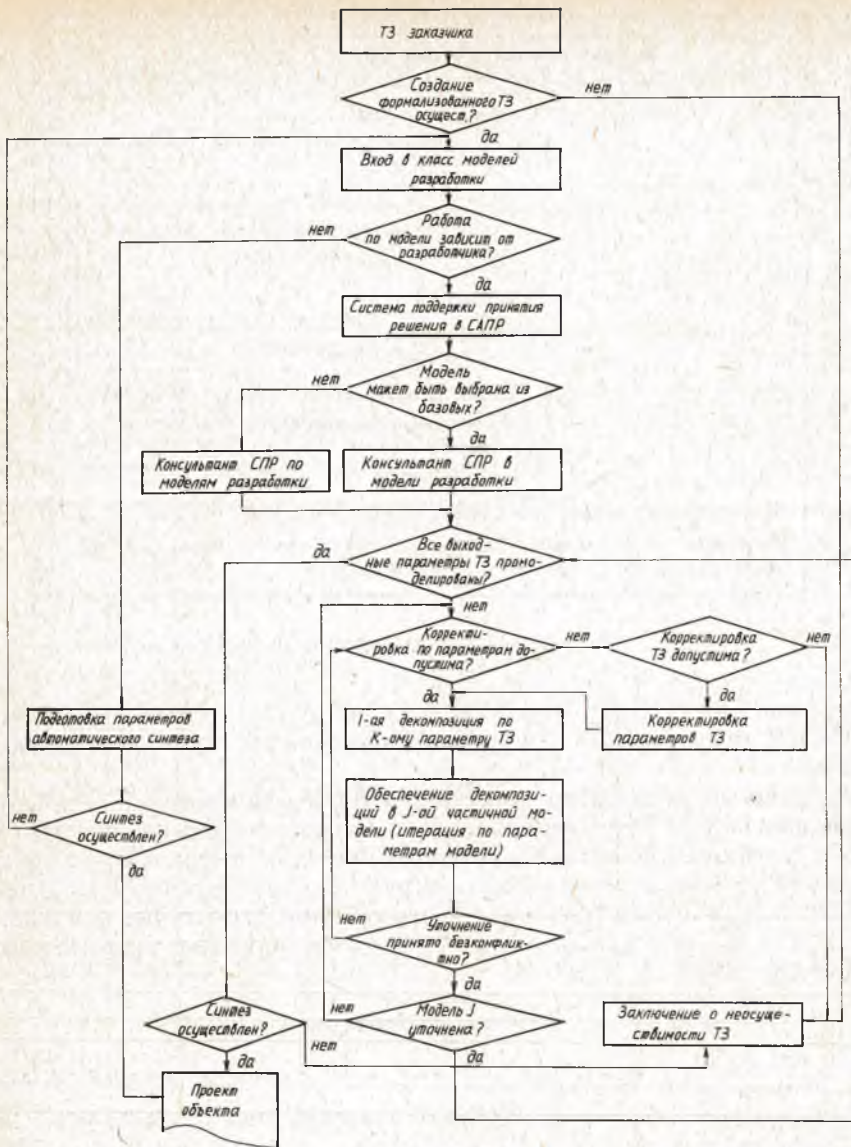


Рис. 2. Схема процесса принятия решений в САПР

Сборка программы, выполняющей непосредственный расчет характеристик и параметров проектируемого объекта, осуществляется на базе терминального языка непосредственного синтеза [3]. Общая модель САПР показана на рис. 2.

Для решения задач проектирования сложных систем «антенна — РПУ» целесообразно разделять процесс разработки таких устройств на следующие стадии: выбор концепции проектирования, синтез математической модели, численное моделирование и оптимизация, документирование проекта.

Такое разделение естественным образом определяет структуру технических средств разработки как комплекс связанных между собой большой и малых ЭВМ, что позволяет рационально разделить этапы процесса проектирования между ЭВМ и, следовательно, оптимально использовать ресурсы вычислительного комплекса, минимизируя затраты по времени и стоимости разработки.

Организация математического обеспечения системы автоматизированного проектирования устройств «антенна — РПУ» сочетает в себе

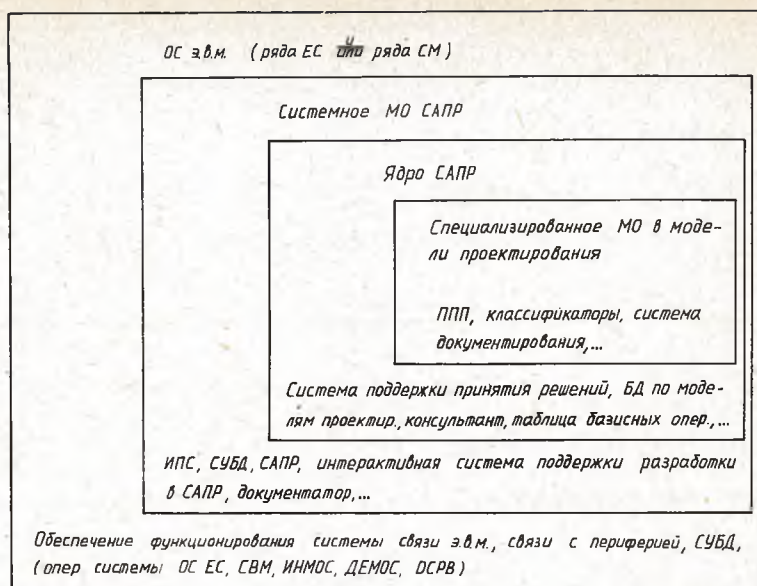


Рис. 3. Структурная схема организации МО САПР

стандартное МО ЭВМ (ряда ЕС и ряда СМ) со специализированным МО САПР, ориентированным на цели и задачи системы проектирования (рис. 3).

Применение системного подхода на базе декомпозиции, свободного от ограничений на структурирование и процесс вычленения связей элементов сложного объекта в классе задач проектирования, позволяет в наиболее общем случае описать структуру элементов и совокупность связей такого сложного объекта нерегулярной структуры, как система «антенна — РПУ», в наилучшей степени сохранить характеристики укрываемой антенны.

Список литературы

1. Никольский В. В., Никольская Т. И. Декомпозиционный подход к задачам электродинамики. М., 1983.
2. Исследование операций: В 2 т./Пер. с англ.; под ред. Дж. Моудера, С. Элмграби. М., 1981.
3. Шура-Бура М. Р., Егизарян В. С.// Программирование. 1984. № 5. С. 42.

Поступила в редакцию 04.03.86.