

К. т. н. В. И. ШЕЛЕСТ, к. т. н. А. С. КОНДРАШОВ

Россия, г. С.-Петербург, Центр прикладной математики и механики СПбО РАН
E-mail: ask_mail@kengu.ru

Дата поступления в редакцию
10.12 2002 г.

Оппонент д. т. н. Л. С. ЛУТЧЕНКОВ
("ЭлектроРадиоАвтоматика", г. С.-Петербург)

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Разработан для автоматизированного расчета и анализа теплового режима электронного модуля любого структурного уровня и РЭС в целом.

Современные радиоэлектронные средства (РЭС) любого назначения относятся к сложным системам, процесс создания которых характеризуется высокой размерностью задач, наличием большого числа возможных вариантов решения, необходимостью решения задач с учетом разнообразных (и часто противоположенных) влияющих факторов [1, 2]. При этом процесс теплофизического проектирования РЭС как сложных систем, в которых обеспечивается нормальный тепловой режим изделий электронной техники (ИЭТ), электронных модулей всех уровней структурной иерархии и радиоэлектронных комплексов, является одним из важнейших при создании РЭС.

В данной статье предлагается общесистемный концептуальный алгоритм процесса теплофизического проектирования, пригодный для автоматизированного расчета и анализа теплового режима ИЭТ, электронного модуля любого структурного уровня и РЭС в целом. На рисунке отражены основные проектные операции и процедуры, решающие задачи теплофизического проектирования.

В блоке 1 задается входная информация, которая содержится в техническом задании (ТЗ), и данные, полученные на этапе проработки компоновочной схемы и конструкции проектируемого РЭС:

- состав и типоразмеры базовой несущей конструкции (БНК), на основе которой создается РЭС;
- компоновка РЭС в БНК и проектный вариант размещения ИЭТ и электронных модулей в структурных модулях различного уровня иерархии БНК (блоках, секциях, стойках и др. в соответствии с [3]);
- размещение РЭС на объекте-носителе и состав комплекса РЭС;
- условия эксплуатации — тип среды (воздух, вода, почва) и ее температура, давление, влажность, наличие солнечной радиации, характеристики других внешних климатических воздействий;
- применяемая элементная база (типы ИЭТ и других электроэлементов);
- марки и параметры применяемых материалов, покрытий, ограничения на них;

— способы охлаждения (СО) и системы обеспечения тепловых режимов (СОТР), ограничения на них;

— необходимые варианты алгоритмического, математического, программного, технического, информационного и организационного обеспечения.

Следует подчеркнуть, что теплофизическое проектирование РЭС, в зависимости от постановки задачи, оговоренной в ТЗ, может осуществляться по нисходящему принципу с разных структурных уровней (например, комплект стоек — стойка — секция — блок) с использованием специализированных (частных) и централизованных баз данных. При этом решение поставленной задачи обеспечивается возможностью использования автоматизированного и интерактивного режимов работы.

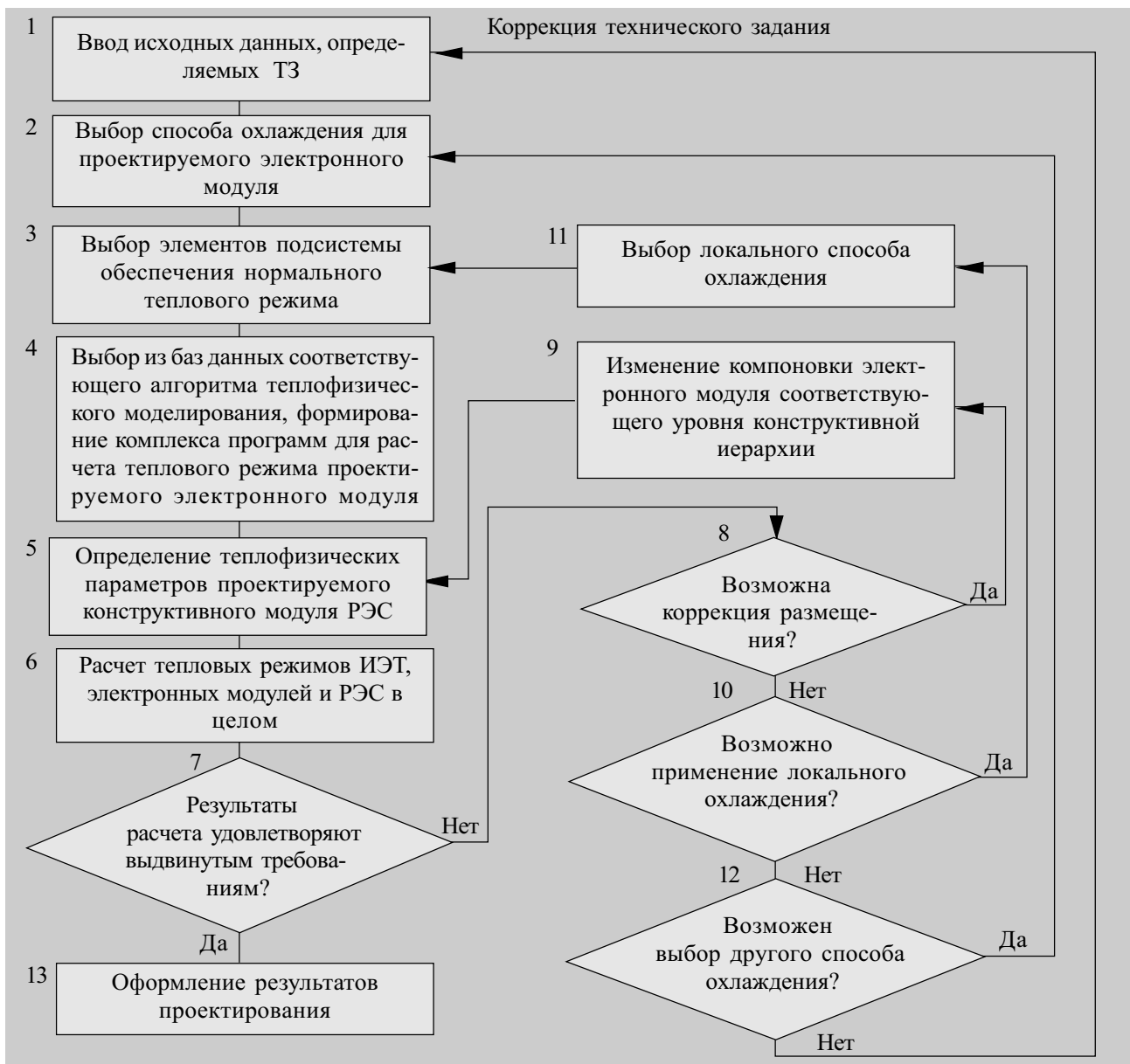
В блоке 2 реализуется выбор СО для проектируемого структурного модуля РЭС с учетом ограничений, сформулированных в ТЗ и обусловленных результатами синтеза конструкции и компоновочной схемы РЭС.

В блоке 3 производится выбор элементов СОТР, соответствующих выбранному СО.

Следует отметить, что разработка и возможность применения необходимых вариантов СО и СОТР закладывается на этапе системного синтеза БНК [4].

В блоке 4 происходит выбор алгоритма моделирования теплового режима проектируемого структурного модуля РЭС и формирование соответствующего комплекса машинных программ. Алгоритм определяет стратегию моделирования, т. е. устанавливает последовательность использования необходимых для решения задачи физико-математических моделей и методик.

В блоке 5, в соответствии с выбранным СО и результатами структурно-параметрического синтеза конструкции РЭС, определяются теплофизические параметры: тепловые сопротивления, тепловые проводимости и другие параметры, которые используются в блоке 6 для расчета тепловых режимов. В результате машинного расчета тепловых режимов определяются температурные поля (см. [5]) с различной степенью детализации и точностью (в зависимости от возможностей применяемых физико-математических моделей и методик, а также от стадий и этапов проектирования РЭС).



Общесистемный алгоритм теплофизического проектирования перспективных РЭС

В блоке 7 производится анализ и оценка вариантов расчета тепловых режимов. Здесь возможно применение многовариантных расчетов анализа чувствительности моделей в соответствии с работой [6]. Анализ должен способствовать определению нужного направления коррекции параметров или ТЗ с целью обеспечения нормальных тепловых режимов. При наличии местных (локальных) перегревов, как правило, проводится коррекция размещения ИЭТ, электронных модулей и комплекса РЭС в целом (блоки 8, 9), или применение локального охлаждения, а при необходимости — использование более эффективных СО и СОТР (блоки 2, 3, 10—13).

Результаты процесса теплофизического проектирования РЭС как сложных систем используются при создании унифицированной системы перспективных БНК, электронных модулей и РЭС различного назначения в соответствии с программой Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации «Базовые несущие конструкции, печатные платы, сборка и монтаж электронных модулей» и с

программой Российского агентства по системам управления «Межотраслевая программа унификации, стандартизации и развития базовых несущих конструкций».

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Голубев А. В. Параметрический синтез многоуровневых конструкций радиоэлектронных средств.— СПб.: ГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 1998.
2. Максимов А. В. Автоматизация процессов проектирования обслуживаемых ретрансляторов линий связи систем управления.— СПб.: ГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 1999.
3. ГОСТ 26632—85. Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств по функционально-конструктивной сложности. Термины и определения.
4. Лутченков Л. С. Автоматизированное проектирование несущих конструкций радиоэлектронных средств.— М.: Радио и связь, 1991.
5. Лутченков Л. С., Лайне В. А. Моделирование и анализ тепловых режимов аппаратуры многоканальной связи.— СПб.: ГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 1995.
6. Норенков И. П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем.— М.: Высш. школа, 1986.