

## ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ, ОПТИМИЗАЦИИ И СИНТЕЗА РЭС

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Вериго К. А.

Алексеев В. Ф. – канд. техн. наук, доцент

В статье рассмотрены основные проблемы методов моделирования, оптимизации и синтеза радиоэлектронных средств. Рассмотрены основные виды макромоделей, а также сформулированы требования к методам и алгоритмам построения макромоделей.

Проблеме оптимизации радиоэлектронных средств (РЭС) и микросхем посвящено значительное количество работ как отечественных, так и зарубежных ученых. На основании анализа фундаментальных работ, посвященных проблеме оптимизации можно выделить два основных направления [1].

Первое направление – оптимальный синтез структуры РЭС или ее узлов с учетом условий их работы и ограничений на технические характеристики. Математически – это задача отыскания экстремумов функции многих переменных.

Второе направление – оптимальный синтез параметров элементов системы заданной структуры.

Для всех методов оптимизации характерно наличие следующих этапов:

- составление модели системы,
- выбор критерия оптимальности,
- выбор целевой функции и ограничений,
- поиск оптимального решения и оценка погрешности.

Для каждого моделируемого процесса или устройства модель строится исходя из задачи оптимизации с учетом ограничений, требуемой точности и объема имеющейся информации о системе и ее элементах. Результаты оптимизации являются ценными лишь в том случае, если они основаны на реальной исходной информации об элементах модели, которая не всегда обладает достаточной точностью/

Для постановки задач исследований используется аппарат системного анализа, позволяющий при помощи множества операторов моделей  $i$ -го технического процесса связать между собой множество входных воздействий, множество выходных характеристик, множество внутренних модельных параметров зависящих от множества внешних воздействий [2].

Выбор критериев оптимальности определяется требованиями к характеристикам РЭС или его узлов. Критерии оптимальности могут быть качественными и количественными.

Качественный критерий позволяет осуществить простейшую форму оптимизации – сравнение различных вариантов проектов с точки зрения их преимуществ и недостатков.

Количественные критерии оптимальности являются основой для формирования целевых функций – объекта оптимизации, характеризующего ее качество.

При решении практических задач синтеза и оптимального проектирования РЭС необходимо комплексное определение всех требуемых характеристик электро-радио изделия (ЭРИ) и элементов конструкции и режимов работы, обеспечивающих оптимальный уровень надежности проектируемой РЭС с учетом ограничений как на выходные характеристики, определяющие качество функционирования, так и на стоимостные показатели. Это обуславливает необходимость разработки комплексного метода, позволяющего решать задачу оптимального проектирования надежных РЭС с учетом взаимного влияния режимов и параметров ЭРИ РЭС.

Комплексный метод нахождения оптимального варианта проекта должен соответствовать следующим требованиям [3].

1. Обеспечивать комплексное решение задачи получения требуемых выходных характеристик РЭС при заданном уровне ее надежности с минимальной стоимостью.

2. Позволять оценивать изменение выходных характеристик РЭС в процессе эксплуатации при ограниченном объеме статистической информации о законах изменения параметров.

При синтезе и оптимизации сложных конструкций и электрических схем желательно применять упрощенные модели отдельных составных систем, не прибегая к описанию их отдельных элементов.

Разработка и применение таких упрощенных моделей получили название «макромоделирование». Многократное снижение вычислительных затрат позволяет широко применить его для машинного моделирования, оптимизации и синтеза сложных РЭС.

Выделяют, в зависимости от способа построения, два вида макромоделей:

- факторные (формальные);
- фазовые (теоретические).

Факторные макромоделей получают, используя подход "черного ящика", при этом их коэффициенты, как правило, не имеют физического смысла, а переменные могут не иметь физической интерпретации. Процесс построения факторных макромоделей при большом числе факторов требует проведение огромного количества экспериментов с исходной моделью с целью получения ее аналитического описания в зависимости от различных сочетаний факторов.

Фазовая макромоделю представляет собой уравнения, связывающие воздействия с выходной реакцией системы, например, уравнения, составленные по методу конечных разностей и конечных элементов.

Выбор структуры макромоделю является сложной и плохо формализуемой задачей. Обычно в ее структуре учитываются основные физические эффекты. Оценка параметров макромоделю заданной структуры достаточно хорошо исследована для линейных моделю, однако сложность ее формирования резко возрастает для нелинейных макромоделю [4].

Фазовые макромоделю должны удовлетворять следующим основным требованиям [5]:

– обеспечение заданной погрешности при наиболее простой структуре и минимальном числе параметров;

– способ представления макромоделю должен обеспечивать возможность ее непосредственного применения в программах анализа с автоматическим формированием уравнений анализируемого объекта.

Для формирования фазовой макромоделю необходимо:

– определить исходную для макромоделюирования информацию;

– выбрать структуру макромоделю;

– определить параметры макромоделю.

На основе проведенного анализа основных методов снижения трудоемкости процессов машинного моделюирования РЭС в процессе ее оптимального проектирования можно сформулировать требования к методам и алгоритмам построения макромоделю:

– процесс построения макромоделю должен проводиться в автоматическом режиме;

– исходной информацией для макромоделюирования должна служить либо полная математическая модель объекта, либо формализованная модель объекта для использования готовых аналитических макромоделю;

– макромоделю должна не только отражать выходные характеристики исходной модели, но и при необходимости содержать в себе простые зависимости между выходными характеристиками макромоделю и варьируемыми параметрами объекта моделюирования;

– процесс построения макромоделю, при исключении внутренних фазовых переменных, должен проводиться по возможности наиболее точными методами;

– возможность построения фазовых макромоделю, состоящих из макромоделю предыдущего иерархического уровня.

#### **Список использованных источников:**

- [1] Батищев Д. И. Методы оптимального проектирования. - М.: Радио и связь, 1984г. - 248с.
- [2] Мироненко И. Г. и др. Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭА средствами современных САПР: Учебное пособие для ВУЗов. - М.: Высшая школа, 2002г. - 391с.
- [3] Ларин А.Г. и др. Машинная оптимизация электронных узлов РЭА. - М.: Сов радио, 1978. - 192с.
- [4] Маничев В.Б., Норенков И.П., Хартов В.Я. Макромоделю функциональных узлов цифровых устройств. - В кн.: Машинные методы проектирования электронных схем / МДНТП. - М.: 1975. - с. 73-78.
- [5] Системы автоматизированного проектирования: В 9 кн. Кн.4. Математические модели технических объектов: Учеб. пособие для ву-зов/В. А.Трудоношин, Н.В.Пивоварова; под ред. И.П.Норенкова. - М.: Высшая школа, 1986. - 160с.