

ПОДХОДЫ К ОПТИМАЛЬНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ РЭС НА ОСНОВЕ СИНТЕЗА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Свиржевский И.В., Крень М.А.

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

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. В данной статье рассматриваются подходы, направленные на оптимизацию проектирования систем с учетом различных технических ограничений. Проанализированы недостатки существующих средств автоматизированного проектирования. Рассмотрены блок-схемы, визуализирующие процесс оптимального проектирования РЭС.

Ключевые слова: радиоэлектронные средства, оптимизация производства, проектные решения

Введение. При проектировании современных радиоэлектронных средств (РЭС) разработчики сталкиваются с серьезными проблемами, такими как [1–4]:

- увеличение требований к надежности при ужесточении условий эксплуатации;
- снижение массогабаритных параметров при одновременном увеличении количества выполняемых функций;
- уменьшение сроков обновления и, соответственно, необходимость сокращать сроки проектирования новых изделий.

Конкурентоспособность разрабатываемых РЭС в значительной степени зависит от сроков и качества их разработки. Основные проблемы, возникающие на эскизном этапе создания надежных РЭС, состоят в необходимости системного исследования и отработки модели эксплуатации РЭС и ее составных частей в составе технического объекта, в достаточно точном определении уровней внешних воздействий на РЭС, анализе оптимальных методов защиты от них и синтезе проектных решений, позволяющих обеспечить требуемые характеристики надежности.

Основная часть. Конкурентоспособность разрабатываемых РЭС в значительной степени зависит от сроков и качества их разработки. Современные радиоэлектронные средства разрабатываются в течении 5 – 7 лет, но, несмотря на такие существенные сроки разработки, создание при этом опытных образцов и освоение серийного производства, в первые годы эксплуатации выявляются многочисленные дефекты, приводящие к отказам, что требует доработки. Одной из основных причин такого положения являются недостатки процесса проектирования РЭС, заключающиеся в недостаточном объеме автоматизированных методов проектирования и современных информационных технологий, основанных на системном математическом моделировании РЭС.

В настоящее время выдвинуты требования к повышению качества продукции в соответствии с новыми требованиями к системе менеджмента качества по СТБ ISO 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования», СТБ 1505-2015 «Системы менеджмента. Менеджмент процессов. Методы статистического управления процессами», ГОСТ ISO 9000-2011 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» и др.

Среди основных методов, которые могут использоваться для оптимального проектирования РЭС, выделяются следующие:

- метод математического программирования. Это один из наиболее распространенных подходов к оптимизации проектирования РЭС. В рамках метода строятся математические модели, которые учитывают различные переменные и

ограничения;

– метод искусственного интеллекта и машинного обучения. С использованием новейших алгоритмов машинного обучения, такие как генерические алгоритмы, нейронные сети, можно проводить поиск оптимальных конфигураций и параметров РЭС;

– методы оптимизации с использованием моделей. Модели могут быть использованы для представления структуры и связей РЭС, а затем применены для решения различных оптимизации;

– методы аналитического и симуляционного моделирования. Эти методы позволяют оценивать производительность и характеристики РЭС на основе аналитических выражений или с использованием компьютерных симуляций. Результаты анализа могут быть использованы для принятия решений о дальнейшем проектировании.

Для визуализации процесса оптимального проектирования РЭС на основе синтеза проектных решений используются блок-схемы. Следует также отметить, что эти блок-схемы могут быть адаптированы и дополнены в соответствии с конкретными задачами и методами, используемыми в оптимальном проектировании РЭС. Они помогают визуализировать последовательность шагов и взаимосвязи в процессе проектирования.

На рисунке 1 представлена схема процесса оптимизации РЭС.

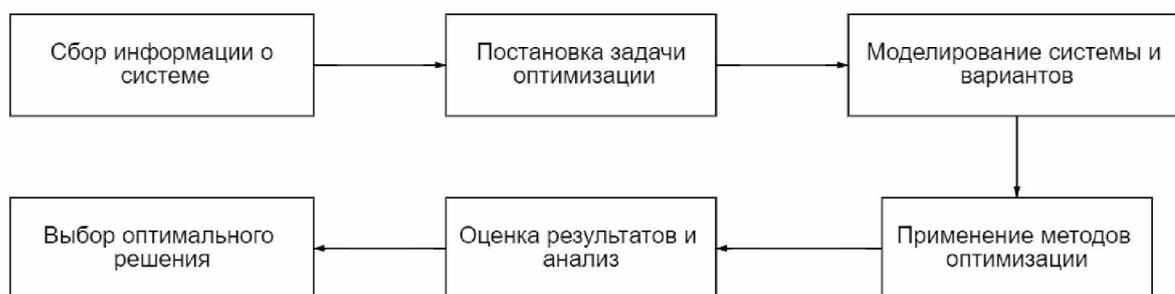


Рисунок 1 – Схема процесса оптимизации РЭС

Эта схема представляет собой последовательность этапов, используемых для достижения оптимальных решений в проектировании и эксплуатации РЭС. По итогам применения методов оптимизации делаются выводы о их влиянии на систему.

На рисунке 2 представлена реализация блок-схемы сравнения вариантов проектных решений.



Рисунок 2 – Схема сравнения вариантов проектных решений

Данная схема помогает структурировать процесс сравнения вариантов проектных решений, упрощает анализ и принятие решений по оптимальному выбору. Здесь определяются важные для системы критерии, по которым будут оцениваться и сравниваться варианты проектных решений.

Процесс автоматизированного проектирования РЭС в соответствии с разработанной технологией проводится в следующей последовательности:

- на этапе разработки электрической схемы производится синтез ее структуры и обработка путем моделирования и оптимизации на ЭВМ. При этом используется комплексная математическая модель для определения физических параметров РЭС.
- производится эскизный синтез и компоновка конструкции РЭС. Затем по математической модели производится синтез допусков и номинальных значений параметров РЭС, синтез электрических и тепловых нагрузочных режимов.
- производится детальное проектирование конструкции и производится окончательный синтез параметров элементов. Далее может быть проведено проверочное моделирование влияние разброса параметров на выходные характеристики РЭС, анализ стабильности, анализ механического режима и т.д.

Заключение. Изучение методов оптимального проектирования РЭС имеет важное значение для отрасли, а также для научного сообщества. Практическая значимость разработки методологии оптимального проектирования РЭС состоит в снижении затрат на проектирование и изготовление РЭС. Рассмотренные подходы отличаются от известных применением методов комплексного моделирования, многопараметрической оптимизации и синтеза электронных схем и конструкций, разработанных в рамках исследования.

Список литературы

1. Алексеев, В.Ф. Принципы конструирования и автоматизации проектирования РЭУ: Учеб. пособие / В.Ф. Алексеев. - Мн.: БГУИР, 2003. - 197 с.
2. Lee, S. Optimization Techniques for Electronic Systems. / S. Lee. – Wiley, 2019.
3. Glover, J.D. Power System Analysis and Design. Cengage Learning. / J.D. Glover – Wiley, 2012
4. Судаков, В.В. Методы оптимизации режимов работы распределительных энергетических систем / В.В. Судаков. – Москва : Энергия, 2017. – 192 с.

UDC 621.3.396

APPROACHES TO OPTIMAL DESIGN OF RES ON THE BASIS OF SYNTHESIS OF DESIGN SOLUTIONS

Svirzhevski I.V., Kren M.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Alexseev V.F. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. This paper investigates modern methods of optimal design of radio-electronic devices (RDEs) using synthesis of design solutions. The basic principles and techniques used for computer-aided optimal design are discussed, as well as methods for determining optimal load conditions, finding the best design solutions, sensitivity analysis, and structural optimization. This article provides an overview of modern approaches to RPS design important for engineers and specialists in the field of radio electronics.

Keywords: radioelectronic devices, production optimization, design solutions.