

**ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОЛОГИИ ОПТИМАЛЬНОГО
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**

И.С. Пономарёв, М.А. Крень, И.В. Свиржевский

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

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Современные электронные средства (ЭС) функционируют в тяжелых условиях эксплуатации: высокие уровни внешних механических

воздействий и высокая температурная нагрузка, что требует при разработке ЭС учета этих воздействий с учетом электрической нагрузки [1–10].

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.

Недостатком существующих средств автоматизированного проектирования ЭС является то, что отсутствуют методология, методы, математические модели и алгоритмы автоматизированного синтеза экономических и качественных проектных решений с учетом требований обеспечения надежности, электрического, теплового и механического режимов изделий электронной техники (ИЭТ), входящих в состав ЭС. Однонаправленность выбора проектных решений на этапах схмотехнического и конструкторского проектирования приводит к тому, что выявление недостаточной надежности ЭС из-за электрических, тепловых и механических воздействий на завершающих этапах проектирования как путем математического моделирования, так и путем испытаний опытного образца приводит к длительным итерациям по их обработке, а значит, к резкому увеличению материальных затрат и увеличению сроков проектирования.

Необходимость разработки новой информационной технологии вытекает из следующих соображений: исходя из требований нормативно-технической документации по электрическим, тепловым и механическим режимам, нужно на как можно более ранних этапах проектирования оптимально выбрать тип конструкции, системы охлаждения и виброудароизоляции, элементную базу и режимы ИЭТ ЭС, обеспечивающие необходимую надежность ЭС. Указанный выбор должен исключить ошибки в проектировании на более поздних этапах.

В конце этапа схмотехнического проектирования возникают задачи уточнения номинальных значений параметров ИЭТ, синтеза допусков на параметры и выбора электрических и тепловых нагрузочных режимов ИЭТ, обеспечивающих заданную надежность по внезапным и постепенным отказам, которые могут быть оптимально решены лишь при системном подходе к решению, т.е. с учетом электрического, теплового, механического и других режимов ИЭТ.

Однако на этапе схмотехнического проектирования не известны тепловой и механический режимы ИЭТ, что не позволяет достаточно точно определить надежность электронной схемы в процессе эксплуатации. В то же время конструктор ЭС не знает требований к тепловому и механическому режимам ИЭТ, которые он должен обеспечить в конструкции ЭС, что приводит к некачественным проектам.

Возможности применяемых в настоящее время методов оптимизации на ЭВМ электронных схем и конструкций в частотной области, характеристики в которой являются основными, ограничены задачами средней размерности, а решение реальных задач большой размерности является для них чрезмерно трудоемким.

Поэтому возникает проблема разработки методологии оптимального автоматизированного проектирования ЭС, в которой были бы системно увязаны требования к надежности и режимам ИЭТ, причем проектные решения должны обеспечивать минимальные затраты на процесс проектирования и на комплектующие элементы. Под понятием оптимального проектирования при этом необходимо понимать применение методов поиска оптимальных проектных решений.

Таким образом выполнение исследований по данному направлению предполагает разработку методов, математических моделей, алгоритмов и на их основе методологии оптимального автоматизированного проектирования ЭС с учетом требований надежности, стойкости, электрических, тепловых и механических режимов.

Библиографический список

1. Alexseev, V. Modeling a two-level risk reduction of an enterprise in the formation of staff competence / V. Alexseev, V. Matyushkov, A. Pisarchik // Scientific Community: Interdisciplinary Research : Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference, Hamburg, January 26-28 2022 / InterConf. – Hamburg, 2022. – P. 104–109.

2. Zhuravliov V., Alexeev V. Influence of electromagnetic impulses on degradation of ICs. // XXVth General Assembly of the International Union of Radioscience. Lille, France. – 1996. – p.258.

3. Журавлев В. И., Алексеев В. Ф. Моделирование реакции полупроводниковых структур на действие электромагнитных помех. / Белгосуниверситет информатики и радиоэлектроники. – Мн., 1999. – 20 с. – Деп. в БелИСА 13.07.1999, № 199980.

4. The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun, V. F. Alexeev, S. M. Avakov, V. E. Matyushkov, D. S. Titko // Ed. by V. E. Alexeev. Minsk: Kolorgrad, 2018. 184 p.

5. Alexeev, V. F. Modeling of nonstationary heating of semiconductor structures under HEMP actions with short pulse duration / V. F. Alexeev, V. I. Zhuravliov // IEEE Transactions on Device and Materials Reliability. – 2006. – Vol. 6, № 3. – P. 429 – 435. – DOI: 10.1109/TDMR.2006.882200.

6. Zhuravliov, V. Thermal conductivity influence on failures of semiconductor ICs under powerful EMP action / Vadim Zhuravliov, Victor Alexeev // The 2003 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC): Symp. Rec. - 2003. – Vol. 2. - P. 1040-1042. - DOI: 10.1109/ICSMC2.2003.1429092.

7. Пискун, Г. А. Распределение температуры в токоведущих элементах печатной платы при воздействии электромагнитного импульса длительностью до 2-х наносекунд / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. А. Денисов // Электронный депозитарий научных изданий БелИСА. – 2018 . – №Д201806 от 05.01.2018.

8. Алексеев, В. Ф. Использование кондуктивной схемы испытаний реакции полупроводниковых приборов на внешний ЭМИ / В. Ф. Алексеев, В. И. Журавлев, В. П. Бруцкий-Стемпковский // Известия Белорусской инженерной академии, Минск. – 2005. – № 1 (19)/1. – С. 28–31.

9. Алексеев, В. Ф. Тепловые модели отказов полупроводниковых структур при воздействии мощных электромагнитных импульсов / В. Ф. Алексеев, В. И. Журавлев // Доклады БГУИР. - 2005. - № 2 (10). - С. 65 - 72.

10. Журавлёв В.И., Алексеев В.Ф. Импульсный нагрев ИС электромагнитными помехами. // Петербургский журнал электроники. – 1999. – №3. – с.67-72.