

Метод автоматизированного анализа результатов расчетов надежности РЭА

*Жаднов В.В., Полегайко А.Г., Полесский С.Н.
(МИЭМ)*

Расчет надежности РЭА является необходимой проектной процедурой, предусмотренной в «Программе обеспечения надежности» (ПОН).

ПОН регламентирует порядок проведения расчетов надежности на всех этапах процесса проектирования РЭА. На основе результатов расчетов принимаются решения о проведении тех или иных мероприятий, предусмотренных в стандарте «Требования к программам обеспечения надежности».

Как правило, это происходит следующим образом: сравнивается требуемое и расчетное значения показателей надежности, и, если они существенно различаются, то предлагается некоторый перечень направлений по повышению надежности.

В качестве примера таких направлений можно привести следующее:

1. Снизить эксплуатационную интенсивность отказов электрорадиоизделий (ЭРИ). Это может быть достигнуто за счет:
 - применения ЭРИ с более низким значением базовой интенсивности отказов. Для этого необходимо рассмотреть возможности:
 - а. Изменения типоминалов ЭРИ;
 - б. Применения зарубежных ЭРИ с более высоким уровнем качества на основе данных, приведенных в MIL-HDBK-217F;
 - в. Введения отбора для отечественных ЭРИ по критерию на надежность, например с использованием методов, разработанных в ЦНИИ ЦИКЛОН.
 - снижения величин рабочих температур ЭРИ, коэффициентов их электрической нагрузки и уровней внешних воздействующих факторов (ВВФ). Для этого необходимо рассмотреть возможности:
 - а. Применения системы охлаждения, изменения компоновочных схем изделия и его модулей, применения дополнительных мер для охлаждения ЭРИ и т.д.;
 - б. Изменения схем электрических принципиальных изделия с целью снижения величин рабочих токов, напряжений и мощностей на ЭРИ, а так же изменения типоминалов ЭРИ (применение ЭРИ, имеющих более высокие предельно-допустимые электрические параметры);
 - в. Применения дополнительных средств защиты от ВВФ изделия в целом, модулей и ЭРИ с целью изменения класса аппаратуры по классификации ГОСТ РВ 20.39.304-98 (с использованием данных «Справочника НАДЕЖНОСТЬ ЭРИ» и MIL-HDBK-217F).
2. Рассмотреть возможность снижения количества комплектующих ЭРИ, например, за счет применения заказных БИС и СБИС.
3. Рассмотреть возможность введения резервирования изделия в целом, его отдельных модулей и ЭРИ.

4. Рассмотреть возможность изменения требований по надежности изделия в сторону их снижения.

При этом выбор конкретных направлений и оценка их эффективности перекладывается на плечи проектировщика РЭА. К сожалению, основным критерием выбора является минимум изменений, вносимых в схему и конструкцию. Повсеместная распространенность такого критерия обусловлена, с одной стороны, естественным желанием снизить объем изменений, вносимых в проект, а с другой стороны, отсутствием достоверной информации об эффективности мероприятий. Получение таких оценок является весьма непростой задачей, а с точки зрения трудоемкости в несколько раз превышает трудоемкость самого расчета надежности.

Так, простое изменение базовой интенсивности отказов ЭРИ, может повлечь за собой лавину изменений:

- изменение типа ЭРИ (изменение его геометрии);
- изменение конструкции РЭА (изменение компоновки, размещения, трассировки);
- изменение тепловых и механических характеристик конструкции РЭА и режимов работы ЭРИ;
- проведение расчета надежности РЭА.

При этом может оказаться, что все эти изменения приведут не к повышению, а даже к снижению общей надежности РЭА!

К сожалению, при создании программных средств (ПС) расчета надежности РЭА как отечественных (например, САПР АСРН), так и зарубежных (например, подсистема RELIABILITY системы CADENCE) проблеме анализа результатов расчетов не уделено достаточно внимания. Поэтому решение задачи обеспечения надежности РЭА с применением таких систем может быть получено только путем проведения многократных повторных расчетов.

Если принять во внимание сжатые сроки проектирования современной РЭА пятого поколения и большие временные затраты на проведение расчета надежности (время расчета определяется количеством комплектующих ЭРИ), то применение этих систем для обеспечения надежности просто неэффективно.

Поэтому для новой версии подсистемы АСОНИКА-К был разработан метод автоматизированного анализа результатов расчетов надежности РЭА. Блок-схема алгоритма метода приведена на рис. 1. Метод позволяет проводить анализ результатов расчетов надежности РЭА, имеющей до 4-х уровней разукрупнения и различные виды резервирования. В результате анализа надежности компонентов всех уровней пользователем может быть получена количественная информация следующего характера:

- величины показателей надежности как РЭА в целом, так и его компонентов (в т.ч. и ЭРИ);
- виды и параметры резервирования как РЭА в целом, так и отдельных ее компонентов (в т.ч. и ЭРИ).

Кроме того, для ЭРИ определяются:

- максимально-допустимые значения рабочей температуры и коэффициента электрической нагрузки или рабочих токов, напряжений, мощностей, нормированных на их предельные значения;

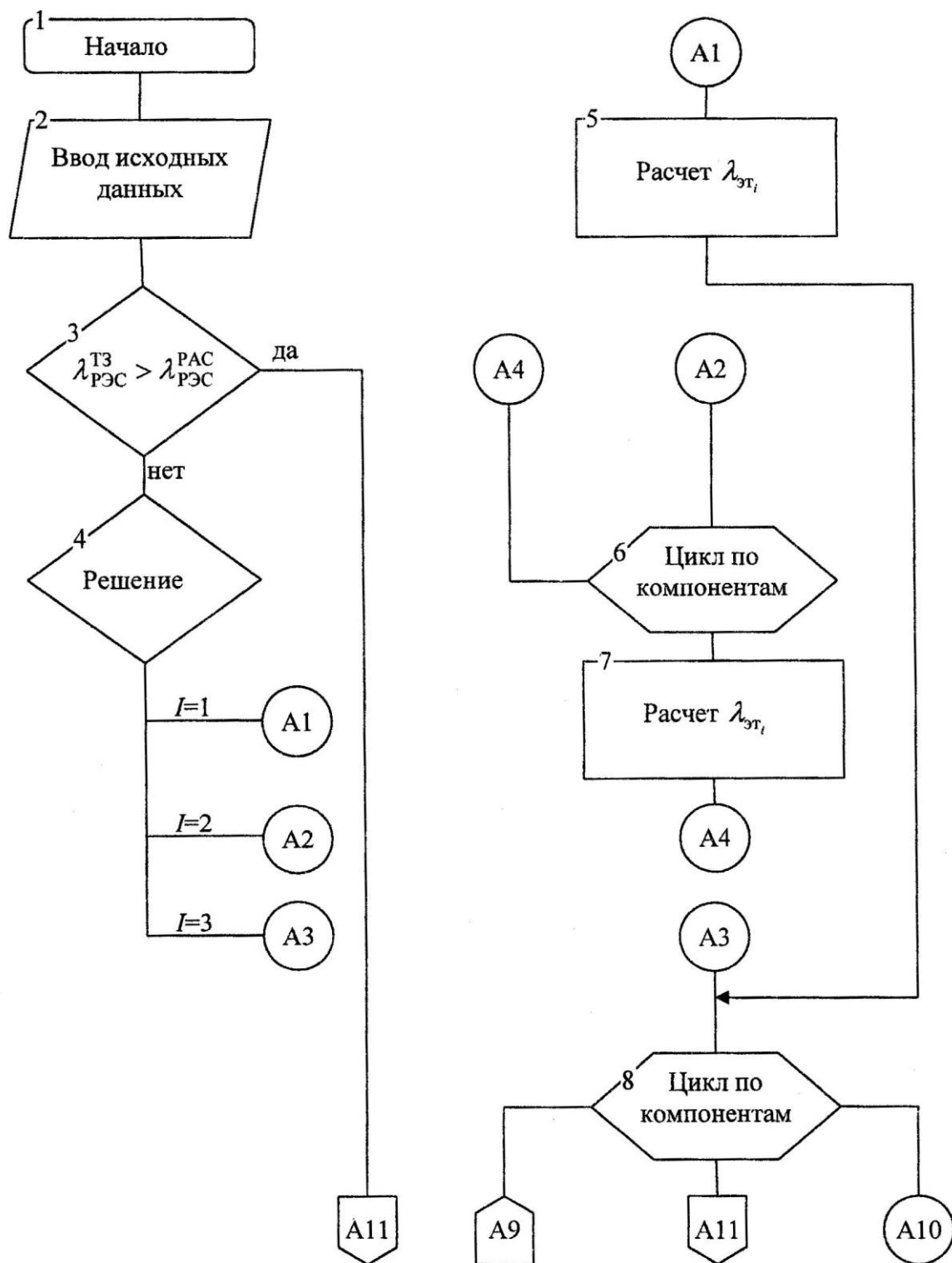


Рис. 1. Блок-схема алгоритма анализа результатов расчета надежности РЭС

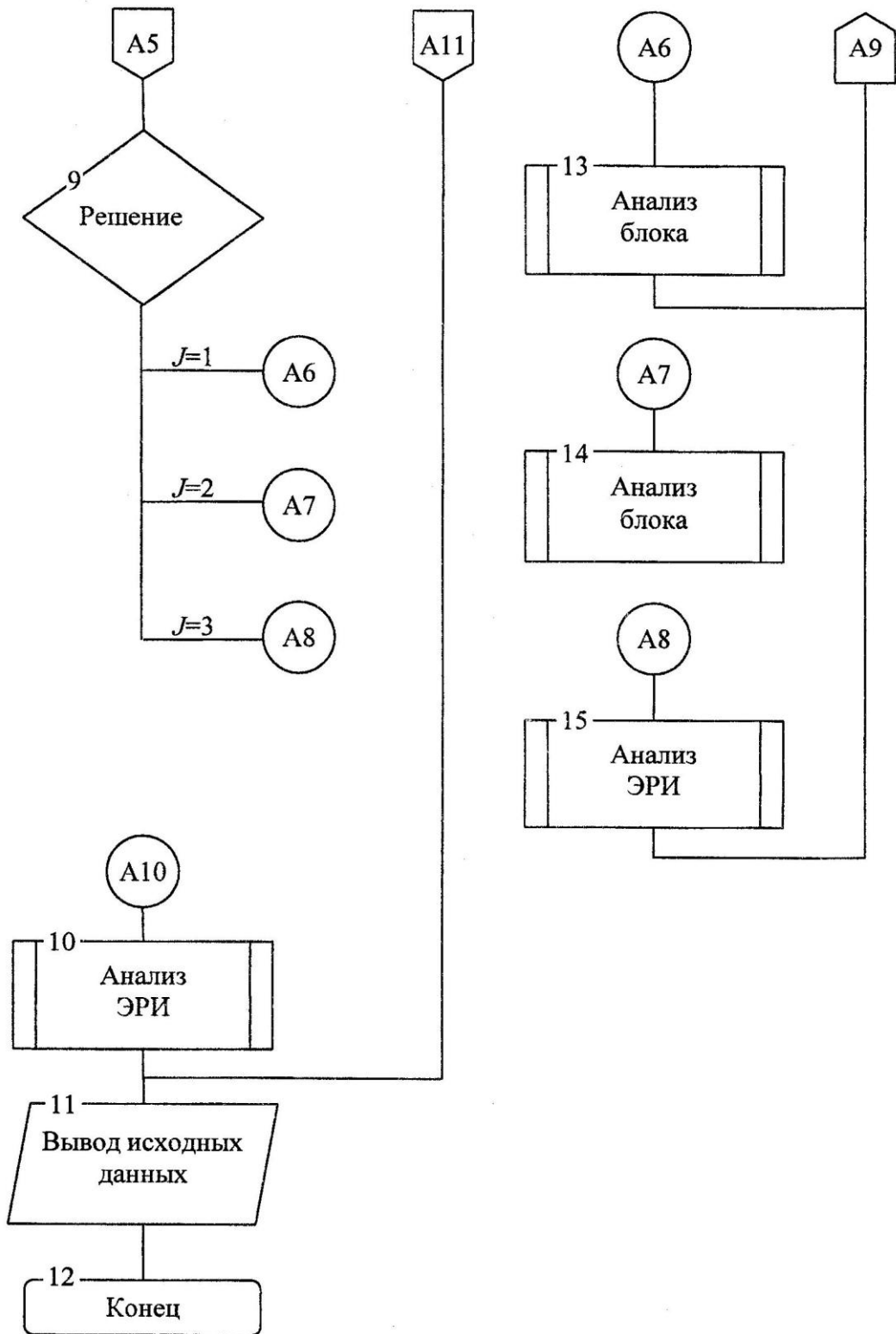


Рис. 1. Блок-схема алгоритма анализа результатов расчета надежности РЭС
(продолжение)

- вид приемки для отечественных ЭРИ и уровень качества для зарубежных ЭРИ;
- максимально-допустимые значения внешних воздействующих факторов (климатических и механических).

Таким образом, полученные в результате анализа количественные данные позволяют наполнить конкретным содержанием рекомендации общего характера (например, вместо рекомендации «Снизить рабочую температуру резистора R1» дать рекомендацию «Обеспечить рабочую температуру резистора R1 не выше 40 °С»).

Что же касается выбора конкретных схемных, конструкторских и технологических решений, позволяющих практически реализовать рекомендации, которые получены в результате анализа, то решение и этой задачи вполне возможно.

Однако для этого требуется применение экспертных систем, основанных на использовании аппарата нечетких множеств. Очевидно, что задача эта является не самой простой и ее решение является одним из перспективных направлений дальнейшего развития эксплуатационных возможностей подсистемы АСОНИКА-К.

Методология идентификации параметров моделей элементов РЭС

Тумковский С.Р.

В статье изложена методология идентификации параметров моделей элементов РЭС для решения задач схемотехнического моделирования. Предлагаемая методология иллюстрируется на примере идентификации параметров модели TTL – вентиля.

По прогнозам специалистов, в настоящее время в России, уровень внедрения САПР составляет около 15%, а в 2000-2010 гг. САПР должны превзойти по техническим и экономическим показателям традиционные методы проектирования, и уровень их внедрения должен составить 40-80 % в зависимости от отрасли использования. С другой стороны меняется и роль систем автоматизированного проектирования. Если раньше САПР являлись инструментом, повышающим скорость и качество проектирования, то теперь во многих случаях они являются единственно возможным инструментом проектирования. Основой таких систем является математическое моделирование физических процессов, протекающих в аппаратуре при ее функционировании, что выдвигает на первый план задачу построения математических моделей элементов РЭС, адекватно описывающих процессы, которые в них протекают, являющихся базовыми для построения модели аппаратуры.

Анализ методов построения математических моделей элементов [1,2,3] показывает, что, в общем, случае процедура их получения заключается в выполнении следующих этапов:

1. Выбор характеристик элемента, которые подлежат моделированию. Этот выбор основан на анализе возможных применений модели, определяет степень ее универсальности, позволяет четко позиционировать ее среди имеющихся моделей элемента и в последствии, обоснованно делать выводы о ее применимости.