

УДК 621.37/39.029.3

И.Ш. НЕВЛЮДОВ, А.А. АНДРУСЕВИЧ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина

АЛГОРИТМ ВЫБОРА И ОТОБРАЖЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПЕРЕЧНЯ ЭЛЕКТРО-РАДИО ИЗДЕЛИЙ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Предложен алгоритм и разработан метод визуализации перечня электро-радио изделий с помощью раскрашивания таблиц, отображающих и сопоставляющих варианты оптимального, с учетом многовариантности, а так же воздействия нагрузок, и реального выбора электро-радио изделий. Так как перечень электро-радио изделий один из основных конструкторских документов при проектировании радиоэлектронных средств, то он является предметом мониторинга жизненного цикла радиоэлектронных средств и разработанный метод дает возможность оценить оптимальность выбора электро-радио изделий по критериям надежности и стоимости в условиях задач большой размерности.

Ключевые слова: радиоэлектронные средства, мониторинг, жизненный цикл, визуализация перечня электро-радио изделий, оптимизация перечня элементов, программная модель, технический ресурс.

Введение

Существенной особенностью радиоэлектронных средств (РЭС) является то, что значительная часть выполнения требований к жизненному циклу РЭС обуславливается выбором элементной базы, тогда основной задачей мониторинга процесса проектирования РЭС может стать проверка оптимизации выбора электро-радио изделий (ЭРИ) по критерию затрат на их приобретение при условии выполнения требований к безотказности. Очевидно, сопряженная задача составляет выбор, обеспечивающий максимальный ресурс при минимальных затратах.

В процессе проектирования решается задача оптимизации распределения требований к значениям показателей безотказности ЭРИ с целью создания РЭС с заданным уровнем безотказности при минимальном расходе средств на изготовление.

Основная часть

Конкретное выражение, описывающее функцию себестоимости ЭРИ, аргументом которой, является уровень безотказности, определяется, исходя из планируемого уровня технологии производства, видов материалов, типа ЭРИ, квалификации обслуживающего персонала и других факторов, влияющих на связь "надежность-стоимость".

Существуют эффективные методы, определения интенсивности отказов и вероятности безотказной работы РЭС по показателям безотказности ЭРИ.

Расчет вероятности безотказной работы проводится по схемам расчета надежности, разнообразие которых обусловлено различными методами резервирования, диагностики и запланированного технического обслуживания РЭС.

Сопряженная задача состоит в минимизации значения интенсивности отказов РЭС путем задания требований к базовым значениям интенсивности отказов ЭРИ так, чтобы расходы средств $C^{общ}$ на проектирование, разработку и производство, в совокупности, не превосходили располагаемых $C_{расп}^{общ}$.

Предприятия, специализирующиеся на изготовлении ЭРИ, большое внимание уделяют дифференциации надежности изготавливаемой продукции по уровням. Тогда однотипные ЭРИ, предназначенные для выполнения одних и тех же функций могут иметь различные уровни надежности. ЭРИ этих уровней надежности имеют абсолютно одни и те же значения электрических параметров. Различие составляет уровень их надежности и стоимости. В случае прямой постановки задачи имеем набор параметров μ_q , $q = \overline{1, Q}$, значения которых необходимо оптимизировать, сводя к минимуму функцию себестоимости изготовления РЭС

$$C^{изг} = \varphi(\mu_q, q = \overline{1, Q}) \Rightarrow \min$$

при обеспечении заданного значения интенсивности отказов системы в целом $\lambda_{тр}^C$ или $\lambda_{тр}^C(t)$.

Критерий оптимальности данной оптимизационной задачи состоит в минимизации себестоимости изготовления РЭС

$$C^{изг} = \varphi^C(\mu_q, q = \overline{1, Q}) \Rightarrow \min, \quad (1)$$

где $\varphi^C(\mu_q, q = \overline{1, Q})$ – многомерная функция себестоимости изготовления РЭС, аргументами которой являются значения номеров условного уровня надежности μ_q ЭРИ.

В результате решения данной оптимизационной задачи определяются оптимальные значения параметров оптимизации $\mu_q^*, q = \overline{1, Q}$, при которых достигается минимум себестоимости изготовления РЭС и обеспечивается требуемый уровень ее безотказности.

Известные методы комбинаторики для решения приведенной оптимизационной задачи, предусматривают перебор и анализ вариантов, количество которых определяется размерностью задачи. Использование этих методов в условиях большого перечня элементов РЭС может оказаться не реальным, так для μ уровней надежности имеет место μ^Q вариантов.

Можно принять в качестве аксиомы утверждение о том, что увеличение ресурса ЭРИ всегда сопровождается увеличением стоимости ЭРИ, тогда выбирая ЭРИ из каталогов и коммерческих справочников, можно использовать методы интерполяции и аппроксимации зависимостей между стоимостью и интенсивности отказов ЭРИ с помощью выпуклых функций $\lambda_q(C_q)$, определенных на выпуклых множествах $\{C_q\}$, ограниченных предельными значениями $\min C_q$ и $\max C_q$.

Предложен поисковый алгоритм, значительно сокращающий время поиска за счет выбора оптимального начала и направления поиска.

Показано, что интерполяционный линейный функционал $\lambda(C_q)$ образует опорную гипер-

плоскость $\sum_1^Q (-a_q C_q + b_q) = \lambda_{mp}$ к тетраэдральному множеству $\{C_q\}$, которая проходит через одну из его вершин. Найдены условия для нахождения этой

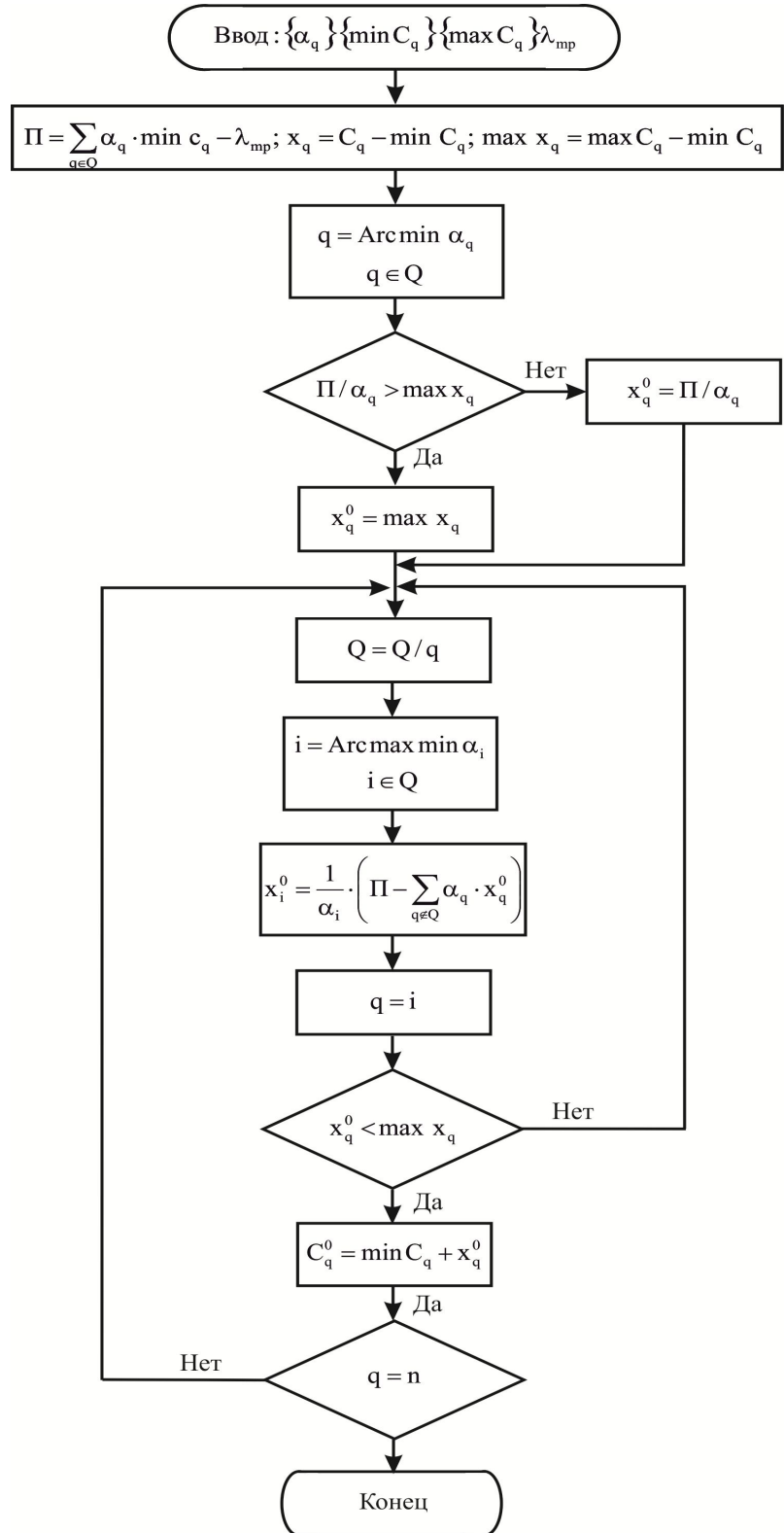


Рис. 1. Алгоритм оптимизации перечня элементов РЭС

вершины, которая используется как начальная точка поиска оптимального решения по алгоритму, приведенному на рис. 1. В алгоритме для сокращения количества его структурных элементов проведена замена переменных C_q на их приращения x_q .

Для отображения информации об оптимальности выбора можно предложить раскрашивание ячеек таблиц, отражающих зависимость между стоимостью и интенсивностью отказов разного уровня надежности ЭРИ, данные можно найти в коммерческих информационных источниках, характеризующих возможности различных поставщиков. Эти данные можно разбить на группы и отобразить, в виде таблиц. Пример фрагмента такой информации

приведен в табл. 1. Здесь более темные ячейки соответствуют оптимальному варианту, менее темные – реализованному варианту.

В табл. 1 в строке 1 в столбцах 6 и 7 выделен оптимальный вариант выбора первого из перечня элемента, в столбцах 8 и 9 фактический выбор. Аналогичная раскраска и соответствующие варианты выбора отображены в остальных строках таблицы. Демонстрируемый в таблице мониторинга перечня элементов РЭС выбор, проведенный с учетом оптимизации и реальный уровень, в достаточной степени отображают качество проектирования в части решения основной задачи противопоставления альтернатив и принятия решений при выборе ЭРИ.

Таблица 1

Отображение результатов выбора ЭРИ (мониторинг перечня элементов РЭС)

№ п/п	General		Industrial		Military		Space	
	C_q^1 , грн.	$\lambda_{q K'P}^1$, $10^{-6}1/ч$	C_q^2 , грн.	$\lambda_{q K'P}^2$, $10^{-6}1/ч$	C_q^3 , грн.	$\lambda_{q K'P}^3$, $10^{-6}1/ч$	C_q^4 , грн.	$\lambda_{q K'P}^4$, $10^{-6}1/ч$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,01	0,00463	0,015	0,00320	0,02	0,00241	0,03	0,001312
2	0,01	0,00641	0,015	0,00325	0,02	0,00254	0,03	0,00125
...								
91	1,54	0,03928	1,93	0,030069	2,89	0,015151	3,75	0,006015
92	0,17	0,03687	0,21	0,025407	0,32	0,013396	0,41	0,005915
93	1,54	0,03820	1,93	0,029361	2,89	0,014520	3,75	0,005504
94	1,54	0,03474	1,93	0,025862	2,89	0,013887	3,75	0,005723
95	1,54	0,03474	1,93	0,025862	2,89	0,013887	3,75	0,005723
...								

Заключение

Таким образом, можно предложить метод визуализации перечня ЭРИ с помощью раскрашивания таблиц, отображающих и сопоставляющих варианты оптимального, с учетом многорежимности, а так же воздействия нагрузок, и реального выбора ЭРИ.

Перечень ЭРИ является одним из основных конструкторских документов РЭС, являющихся предметом мониторинга ЖЦ РЭС, разработанный метод дает возможность оценить оптимальность выбора ЭРИ по критериям надежности и стоимости.

Для отображения результатов мониторинга можно использовать метод визуализации перечня ЭРИ с помощью раскрашивания таблиц [1,2], отображающих и сопоставляющих варианты оптимального, с учетом многорежимности, а так же воздействия нагрузок, и реального выбора ЭРИ.

Таким образом, перечень ЭРИ является одним из основных конструкторских документов РЭС и предметом мониторинга ЖЦ РЭС, а разработанный метод дает возможность оценить оптимальность выбора ЭРИ по критериям надежности и стоимости в условиях задачи большой размерности.

Литература

1. Стулов, Л.В. Вариант оценки безотказности многорежимных объектов [Текст] / Л.В. Стулов, С.В. Новиченко // Системы обробки інформації. – 2002. – Вип. 6 (22). – С. 112 – 116.
2. Стулов, Л.В. Расчет интенсивности отказов многорежимных систем, учитывающий изменение их функционирующей структуры и позволяющий производить сравнительный анализ безотказности различных структур многорежимных систем [Текст] / Л.В. Стулов, С.В. Новиченко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2003. – № 4 (4). – С. 124 – 129.

Поступила в редакцію 15.12.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф., декан ф-та АКТ А.И. Филипенко, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

**АЛГОРИТМ ВИБОРУ І ВІДОБРАЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЕРЕЛІКУ
ЕЛЕКТРО-РАДІО ВИРОБІВ НА ЕТАПІ ПРОЕКТУВАННЯ
РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ**

І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич

Запропоновано алгоритм і розроблено метод візуалізації переліку електро-радіо виробів за допомогою розфарбовування таблиць, що відображають і співставляють варіанти оптимального, з точки зору багатомодальності, а так само впливу навантажень, і реального вибору електро-радіо виробів. Виходячи з того, що перелік електро-радіо виробів є одним з основних конструкторських документів при проектуванні радіоелектронних засобів, він є предметом моніторингу життєвого циклу радіоелектронних засобів і розроблений метод дає можливість оцінити оптимальність вибору електро-радіо виробів за критеріями надійності і вартості в умовах завдань великої розмірності.

Ключові слова: радіоелектронні засоби, моніторинг, життєвий цикл, візуалізація переліку електро-радіо виробів, оптимізація переліку елементів, програмна модель, технічний ресурс.

**ALGORITHM OF THE CHOICE AND DISPLAY OF THE OPTIMAL LIST OF ELECTRO-RADIO
OF PRODUCTS AT THE DESIGN STAGE
OF RADIO-ELECTRONIC MEANS**

I.S. Nevludov, A.A. Andrusevich

The algorithm is offered and the method of visualization of the list of electro-radio of products by means of coloring of the tables displaying and comparing variants optimal, taking into account multimodality, and as influences of loadings, and a real choice of electro-radio of products is developed. As the list of electro-radio of products one of the main designer documents at designing of radio-electronic means it is a subject of monitoring of life cycle of radio-electronic means and the developed method gives the chance to estimate an optimality of a choice of electro-radio of products on reliability criteria and cost in the conditions of tasks of the big dimensionality.

Key words: radio-electronic means, monitoring, life cycle, list visualization of electro-radio of products, optimization of the list of elements, program model, a technical resource.

Невлюдов Игорь Шакирович – д-р техн. наук, проф., зав. каф. ТАПР, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна.

Андрусевич Анатолий Александрович – канд. техн. наук, доц. каф. ТАПР, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна.