

$$\gamma = \frac{\left(1 + \frac{\rho_{\text{сш}}}{\sqrt{h_{\text{сш}}^2}}\right)^2}{1 - \rho_{\text{сш}}^2}; \quad (12)$$

$$h_{\text{сш}}^2 = \frac{P_c}{P_{\text{шк}}} \quad (13)$$

Висновки

Вираз (12) графічно представлено на рис. 5, звідки випливає, що в залежності від коефіцієнта $\rho_{\text{сш}}$ і перевищенні сигналу над корельованими шумами $h_{\text{сш}}^2$ величина C змінюється в широких межах. Зростання C при $\rho_{\text{сш}} > 0$ пояснюється наявністю синфазної складової шумів, яка жорстко корельована з сигналом. При $\rho_{\text{сш}} < 0$ з'являється протифазна складова шумів, яка також жорстко корельовано з сигналом, і яка при цьому значенні $h_{\text{сш}}^2$ спочатку зрівнюється за величиною з сигналом (величина C зменшується до нуля), а потім перевершує його, починаючи виконувати функції переносника інформації (величина C починає зростати).

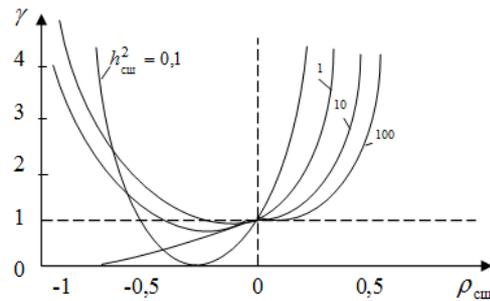


Рис. 5. Графіки $\gamma(\rho_{\text{сш}}; h_{\text{сш}}^2)$;

Список літератури: 1. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки [Текст] / Блейхут Р.; пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 576 с. 2. Benedetto S. Serial Concatenation of Interleaved Codes [Текст] / [S.Benedetto, D. Divsalar, D. Monlorsi, F. Pollara]. – IEEE Trans. Inf Theory. – 1998. – Vol. 44. – P. 909-926. 3. Иванова И.В. Анализ методов синдромного декодирования кодов Рида-Соломона [Текст] / Иванова И.В. – Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2005. – № 5. 4. Захарченко М.В. Системы передавання даних. – Т. 1: Завадостійке кодування: підручник [для студентів вищих технічних навчальних закладів] [Текст] / М.В. Захарченко– Одеса: Фенікс, 2009. – 448 с. 5. Захарченко Н.В., Условия разделения множеств исправляемых и обнаруживаемых ошибок в таймерных сигнальных конструкциях [Текст] / Н.В.Захарченко, М.М.Гаджиев, Е.Н. Мартынова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – 4/3 (34). – С.60-63. 6. Корн Г. Справочник по математике [Текст] / Г. Корн, Т. Корн – М.: 1974. –830с.

Поступила в редколлегию 05.06.2012

УДК 519.7:681.2

Н.А. ЗУБРЕЦКАЯ, канд. техн. наук, доц., КНУТД, Киев,
С.С. ФЕДИН, докт. техн. наук, доц., проф., КНУТД, Киев

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРУЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ МНОГОМЕРНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ

У статті на основі застосування методу багатовимірної лінійної просторової екстраполяції розроблено алгоритм прогнозування показників якості електронних виробів на стадії їх проектування

Ключові слова: прогнозування, показники якості, просторова екстраполяція, проектування, електронні інкубатори.

В статье на основе применения метода многомерной линейной пространственной экстраполяции разработан алгоритм прогнозирования показателей качества электронных изделий на стадии их проектирования

Ключевые слова: прогнозирование, показатели качества, пространственная экстраполяция, проектирование, электронные инкубаторы.

On the basis of the method of multivariate linear extrapolation of the spatial prediction algorithm of quality electronic products at the design stage

Keywords: forecasting, quality, spatial extrapolation, design, electronic incubators.

Введение

При разработке сложных технических объектов приходится решать экстремальные задачи системного проектирования в многомерном пространстве исходных данных, называемом проектной ситуацией. Качество процесса проектирования образца новой техники и точность прогнозирования его параметров на различных стадиях проектирования являются тесно взаимосвязанными [1]. Прогнозирование необходимо для обоснованного выбора оптимальных параметров проектируемого изделия, обеспечивающих при заданных условиях экстремум установленного критерия качества. Однако существующие методы и алгоритмы поиска оптимальных решений требуют построения многофакторных моделей объекта и его среды, что связано со значительными затратами материальных и временных ресурсов.

Повышение эффективности прогнозирования возможно на основе синтеза математических и эвристических методов, что позволяет осуществлять выбор оптимальных параметров разрабатываемого образца по априорной информации о характеристиках аналогичных изделий без трудоемкой процедуры многопараметрической оптимизации [1, 2]. Такой подход положен в основу универсального метода многомерной пространственной экстраполяции, который можно применять для решения задач проектирования, что требует разработки механизмов реализации метода для конкретной продукции.

Анализ литературных данных и постановка проблемы

Метод пространственной экстраполяции позволяет получать оценки значений векторного поля прогнозируемого показателя, заданного в виде вектора решений Y по отдельным векторам наблюдений X , представляющих собой конечное множество точек в многомерном пространстве ситуаций [1, 2]. Компоненты вектора X характеризуют параметры наблюдаемых ситуаций – значения показателей качества изделий-аналогов. Компоненты вектора Y характеризуют прогнозные параметры проектируемого изделия. Задача пространственной экстраполяции состоит в оценке значений вектора Y_{n+1} с учетом информации о X_{n+1} . Решение задачи прогнозирования в такой постановке может рассматриваться как результат n наблюдений неизвестной функции F

$$Y=F(X),$$

где $Y = (y_1, \dots, y_m)$ – вектор прогнозных параметров продукции; $X = (x_1, \dots, x_k)$ – вектор текущих параметров продукции (факторов прогнозного фона).

Задача построения прогнозной модели сводится к определению вида неизвестной векторной функции F векторного аргумента X по конечному числу наблюдений n с целью восстановления прогнозных значений Y .

Для двумерного случая при решении такой задачи вводятся два обучающих вектора – линейные параметризованные пространства: пространство ситуаций X , задаваемое параметрами x_1 и x_2 ; пространство решений Y , определяемое параметрами y_1 и y_2 .

Через известные ситуации X_1 и X_2 с известными векторам F_1 и F_2 проводится прямая линия (рис.1) [1], характеризующая подпространство проектных ситуаций $\{X'\}$, а через точки Y_1 и Y_2 – линия, характеризующая подпространство решений $\{Y'\}$, которые определяются по формулам

$$\begin{aligned} \{X'\} &= X_1 + \lambda(X_2 - X_1), \\ \{Y'\} &= Y_1 + \mu(Y_2 - Y_1), \end{aligned}$$

где λ и μ – коэффициенты пропорциональности.

С учетом гипотезы о линейности преобразования $\{X'\} \rightarrow \{Y'\}$ вводится функция близости вида

$$\Phi(X, X') = \|X - X'\|^2.$$

После минимизации $\Phi(X, X')$ при $\lambda=\mu$ находится значение параметра λ и вектора F_3 по формуле

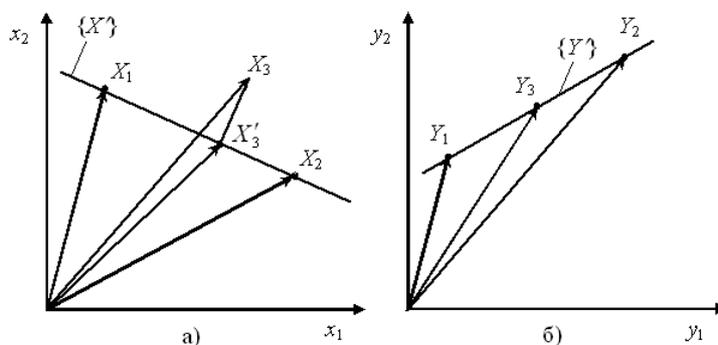


Рис.1. Многомерная линейная экстраполяция по двум обучающим векторам на плоскости: а) – пространство ситуаций; б) – пространство решений

$$F_3 = F_1 + \lambda(F_2 - F_1). \quad (1)$$

Вектор F_3 является оптимальным в новой проектной ситуации X_3' .

Цель и задачи исследования

Целью исследования является разработка алгоритма многомерной пространственной экстраполяции для прогнозирования показателей качества электронных изделий на стадии их проектирования

Экспериментальные данные и их обработка

Применение метода многомерной пространственной экстраполяции для решения задачи прогнозирования и выбора оптимальных значений показателей качества электронных изделий на стадии их проектирования реализовано на примере электронных инкубаторов (табл.1) [3].

Для трех моделей электронных инкубаторов (изделий-аналогов M_1, M_2, M_3) при априорно известных значениях их разноразмерных характеристик $x_1 - x_{13}$ проведено симуляционное прогнозирование с целью получения оценки погрешности результата пространственной экстраполяции. В качестве выходной характеристики подпространства решений $\{Y'\}$ выбрана средняя оценка обобщенного показателя качества инкубаторов: $F_1=0,522, F_2=0,552, F_3=0,581$ (см. таблицу).

Таблица - Значения показателей качества моделей-аналогов электронных инкубаторов

M_i	F_i	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
M_1	0,522	0,21	0,41	0,37	0,70	0,32	0,67	0,50	0,33	0,39	0,50	7	35	9000
M_2	0,552	0,12	0,34	0,11	0,23	0,31	0,41	0,23	0,31	0,38	0,30	8	50	10050
M_3	0,581	0,07	0,11	0,28	0,46	0,30	0,40	0,30	0,25	0,40	0,49	10	60	11550

Математическая постановка задачи: для двух известных проектных ситуаций M_1 и M_2 с известными выходными характеристиками (обобщенными критериями качества изделий) $F_1 = 0,52$, $F_2 = 0,55$ необходимо найти выходную характеристику F'_3 проектируемого изделия M_3 . Для оценки погрешности прогноза значение выходной характеристики F'_3 , восстановленное методом пространственной экстраполяции, необходимо сравнить с известным значением изделия-аналога F_3 .

Алгоритм метода многомерной пространственной экстраполяции для прогнозирования показателей качества электронных изделий включает этапы, представленные на рис. 2.

Для реализации представленного алгоритма составим подпространство известных проектных ситуаций по формуле

$$\{X'\} = M_1 + \lambda(M_2 - M_1).$$

Покоординатное представление подпространства ситуаций имеет вид

$$\{X'\} = \left\{ \begin{array}{l} (0,21 - 0,9\lambda), (0,41 - 0,7\lambda), (0,37 - 0,26\lambda), (0,7 + 0,16\lambda), (0,32 - 0,01\lambda), \\ (0,67 - 0,26\lambda), (0,5 - 0,27\lambda), (0,33 - 0,02\lambda), (0,39 - 0,01\lambda), (0,50 - 0,20\lambda), \\ (7 + \lambda), (35 + 15\lambda), (9000 + 1050\lambda) \end{array} \right\}$$

Введем функцию близости

$$\Phi(M_3 - X') = \|M_3 - X'\|^2.$$

Количественное представление функции близости с учетом априорных данных (см. табл.1) имеет вид

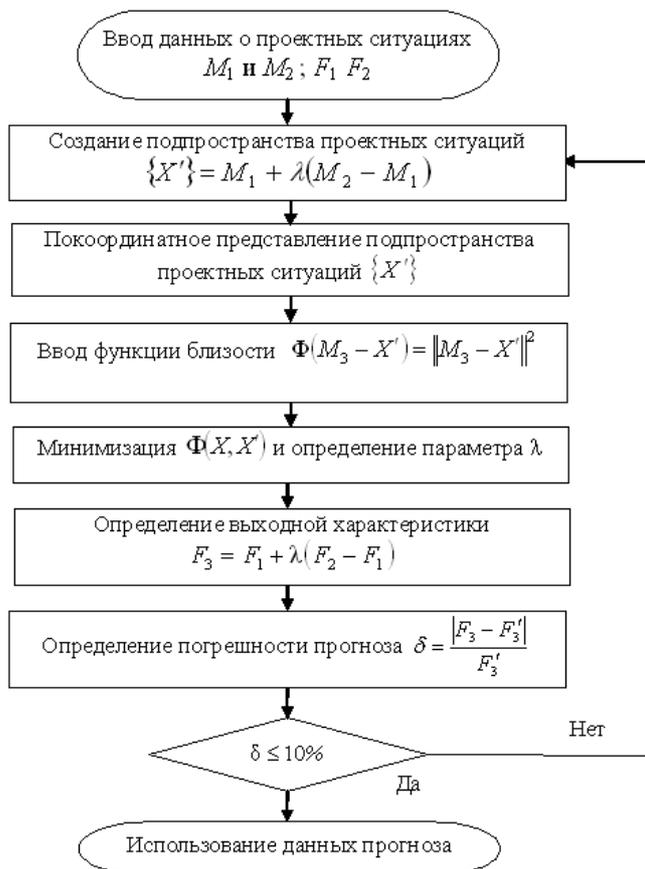


Рис. 2. Алгоритм многомерной пространственной экстраполяции для прогнозирования показателей качества электронных изделий

$$\Phi(M_3 - X') = (0,9\lambda - 0,14)^2 + (0,7\lambda - 0,3)^2 + (0,026\lambda - 0,09)^2 + (0,39 - 0,16\lambda)^2 + \\ + (0,01\lambda - 0,02)^2 + (0,26\lambda - 0,23)^2 + (0,27\lambda - 0,2)^2 + (0,02\lambda - 0,08)^2 + \\ (0,01\lambda + 0,01)^2 + (0,2\lambda - 0,01)^2 + (3 - \lambda)^2 + (25 - 15\lambda)^2 + (2550 - 1050\lambda)^2$$

Минимизируя функцию близости, определяем ее производную по параметру λ

$$\frac{\partial \Phi(\lambda)}{\partial \lambda} = 2205455,014\lambda - 5355757,036 = 0.$$

Решая полученное уравнение, находим параметр $\lambda=2,43$.

По формуле (1) получим значение выходной характеристики $F_3' = 0,595$.

Сравнивая значения F_3 и F_3' , получим оценку относительной погрешности результата многомерной пространственной экстраполяции δ по формуле

$$\delta = \frac{|F_3 - F_3'|}{F_3'} = \frac{|0,581 - 0,595|}{0,595} \approx 2,4\%.$$

Полученное значение погрешности δ свидетельствует о достаточно высокой точности метода многомерной линейной пространственной экстраполяции.

Выводы

Использование разработанного алгоритма, позволяет эффективно применять метод многомерной линейной пространственной экстраполяции при решении задачи прогнозирования показателей качества изделий-аналогов на стадии их проектирования.

Список литературы: 1. Растрингин Л.А. Экстраполяционные методы проектирования и управления. / Л.А. Растрингин, Ю.П. Пономарев. – М.: Машиностроение, 1986. – 120 с. 2. Назаров А.В. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем / А.В. Назаров, А.И. Лоскутов – СПб.: Наука и техника, 2003. – 384 с. 3. Зубрецькая Н.А. Оценка качества электронных изделий по обобщенному показателю с использованием программного модуля / Н.А. Зубрецькая, С.В. Барилко, А.А. Поликарпов, С.С. Федин // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – 2012. – № 9. – С. 62-67.

Поступила в редколлегию 11.06.2012

УДК 681.586.3:681.5.017

Є.П. ПІСУН, докт. техн. наук, проф., НУ «Львівська політехніка» Львів,
Р.Я. ГРУДЕЦЬКИЙ, асис, Луцький національний технічний університет

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ГАЗОГІДРОДИНАМІЧНИХ ДРОСЕЛЬНИХ СХЕМ

У статті наведено характеристики і функціональні можливості побудови вимірювальних дросельних схем, наведено розробку програмного додатку для автоматизації побудови дроселів будь-якого порядку.

Ключові слова: дросель, вимірювальна схема, математична модель, система нелінійних рівнянь.

В статье приведены характеристики и функциональные возможности построения измерительных дросельных схем, приведена разработка программного приложения для автоматизации построения дроселей любого порядка.