

HFPA is useful in the case single-part production, batch production and large-lot production. Lean management is useful for single-part production. SMED, APS, Just in sequence are useful for batch production and large-lot production. Kanban philosophy is useful in the case batch manufacturing. OPT, TOC are useful for single-part and batch manufacturing. In future authors will focus on research on limitations and conditions of every one of presented trends.

Actually, in the global competition, quick development of industry and technique is essential to research differences and conditions applying modern trends for industrial firms.

Authors plan primary research in Czech Republic about conditions and limitations of applying modern trends.

References

1. Europe in figures – Eurostat yearbook 2010. – URL: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/CH_01_2010/EN/CH_01_2010-EN.PDF

2. Hvolby H.-H., Steger-Jensen K. Technical and industrial issues of Advanced Planning and Scheduling (APS) systems // Computers in Industry. – 2010. – Vol. 61. – No. 9. – P. 810.

3. Kung L.-C., Chern C.-C. Heuristic factory planning algorithm for advanced planning and scheduling // Computers & Operations Research. – 2009. – No. 36. – P. 2513–2530.

4. Shingo S., Dillon A. P. A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint (Produce What Is Needed, When It's Needed). – 1989.

5. Verma R. Management science, theory of constraints/optimized production technology and local optimization // Omega. – 1998. – Vol. 25, 2, doi: 10.1016/S0305-0483(96)00060-6.

6. Wagner S. M., Silveira-Camargos V. Decision model for the application of just-in-sequence // Decision Sciences Institute Proceedings of the 40th annual conference. – New Orleans, USA, 2009.

7. Wei C.-C., Liu P.-H., Tsai Y.-C. Resource-constrained project management using enhanced theory of constraint // International Journal of Project Management. – 2002. – No. 20. – P. 561–567.

М. Юрова, CSc, Технологический университет г. Брно, Чехия

Е. Хитилова, аспирант, Технологический университет г. Брно, Чехия

Т. Шупина, аспирант, Технологический университет г. Брно, Чехия

Развитие конкурентоспособности промышленных предприятий в условиях Европейского Союза

Рассмотрено текущее состояние промышленности в странах Европейского Союза. Описаны современные тенденции в области оптимизации планирования и производства. В Чехии по сравнению со странами Европейского Союза имеется возможность модернизировать производство, главным образом, в области экономики материалов и заработной платы. В статье уделяется особое внимание современным тенденциям, таким как теория ограничений, оптимизация технологии, перспективное планирование и диспетчеризация и другие.

Ключевые слова: промышленное предприятие, Европейский Союз, конкурентоспособность, теория ограничений (ТОС), оптимизированная технология производства (OPT), система «точно по графику» (JIS), система быстрой замены пресс-форм (SMED), перспективное планирование и диспетчеризация (APS), эвристический алгоритм планирования работы предприятия (HFPA).

УДК 004.04

Ю. Ф. Рубцов, кандидат технических наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЩИХ ПОДХОДОВ К ОПТИМИЗАЦИИ МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ

Показано, как на основе использования концепции виртуального измерительного канала достигается оптимизация системы коррелированных функций многих переменных. Решается задача оптимизации в рамках заданной архитектуры системы и выбранном техническом базисе.

Ключевые слова: критерий, оптимизация, погрешность, канал, функции, тракт, параметры.

Задача исследования любого конкретного варианта автоматизированной системы испытаний (АСИ) включает в себя составление математической модели как совокупности основных уравнений, связывающих свойства источников, параметры системы (q , $t_{го}$, $t_{гн}$, ...) и критерий качества функционирования, исследование этих уравнений с целью

оптимизации параметров рассматриваемой системы, определяющей принятый критерий [1].

Критерий оптимизации $\bar{\delta}_{изз}$ зависит от свойств источников сообщений (M_{p+1} , P_{oj}), параметров АСИ (q , $t_{го}$, $t_{гн}$, ...). При этом часть переменных характеризует состояние входных сигналов (M_{p+1}) и воздейст-

вий окружающей среды на систему (P_{01}, P_{02}). Изменение этих факторов, их непостоянство вызывают необходимость адаптации. Указанные переменные назовем внешними, для заданного сочетания которых будем искать оптимум. Другая часть переменных характеризует параметры технической базы (например, t_1, C_{kj} и др., причем в выбранной технической базе эти переменные становятся постоянными величинами), количество оборудования на каждом уровне системы ($q, k_v, x_{2j} \dots x_5$). Подбором этих величин (параметров оптимизации) достигается требуемый оптимум.

Значение среднеквадратической погрешности тракта измерения является функцией достаточно большого числа переменных. Рассмотрим на примере q и $t_{го}, t_{гн}$ как влияют на $\bar{\delta}_{изи}^{-2}$ параметры оптимизации. При увеличении разрядности (q) измерительного устройства, соответственно, уменьшается $\bar{\delta}_к^{-2}$, но увеличивается время измерения, что приводит к увеличению $\bar{\delta}_{ап}^{-2}$ и $\bar{\delta}_н^{-2}$. Выбор для передачи по каналам связи более помехоустойчивого кода (кода с большими значениями $t_{гн}$ и $t_{го}$) приводит к уменьшению $\bar{\delta}_н^{-2}$, но возрастает время, затрачиваемое на передачу, кодирование и декодирование, что приводит к увеличению $\bar{\delta}_{ап}^{-2}$. Таким образом, имеются все возможности и предпосылки для решения задачи оптимизации. Для решения необходимо выбрать параметры оптимизации и метод, на основании которого будет произведен поиск оптимальной структуры в условиях заданной архитектуры и реализуемых алгоритмов.

С математической точки зрения задача параметрической оптимизации в общей постановке состоит в следующем. При заданных значениях внешних переменных M_{p+1}, P_{01}, P_{02} необходимо найти совокупность значений переменных оптимизации $q, t_{го}, t_{гн}, k_v, X_{2j} \dots X_5$ (при заданных характеристиках технической базы), для которых функция $\bar{\delta}_{изи}^{-2}$ (значение приведенной среднеквадратической погрешности измерительного канала системы) будет минимальна в условиях ограничения, следовательно, параметры оптимизации – целые положительные числа. Так как система представляет собой совокупность ВИК, то

$$\begin{aligned} \bar{\delta}_{изо}^{-2} &= \min, \\ \bar{\delta}_{из1}^{-2} &= \min, \\ &\dots \\ \bar{\delta}_{изи}^{-2} &= \min, \\ &\dots \\ \bar{\delta}_{из2^{m-1}}^{-2} &= \min. \end{aligned} \tag{1}$$

Специфика рассматриваемой системы состоит в выборе оптимального варианта, а решается задача с ограничениями вида

$$\begin{aligned} \bar{\delta}_{из0}^{-2} &\leq \bar{\delta}_{из0\text{до}}^{-2}, \\ \bar{\delta}_{из1}^{-2} &\leq \bar{\delta}_{из1\text{до}}^{-2}, \\ &\dots \\ \bar{\delta}_{изи}^{-2} &\leq \bar{\delta}_{изи\text{до}}^{-2}, \\ &\dots \\ \bar{\delta}_{из2^{m-1}}^{-2} &\leq \bar{\delta}_{из2^{m-1}\text{до}}^{-2}, \end{aligned} \tag{2}$$

где $\bar{\delta}_{изи\text{до}}^{-2}$ – допустимое значение приведенной среднеквадратической погрешности i -го виртуального канала измерения.

Вторая особенность оптимизации состоит в том, что для заданной структуры системы осуществляется поиск минимума (или решается задача с ограничениями).

В-третьих, следует подчеркнуть сложность рассматриваемой задачи, так как нужно проводить оптимизацию системы коррелированных функций ($\bar{\delta}_{изи}^{-2}$), описывающих совокупность ВИК (как отмечено, корреляция каналов осуществляется через $\bar{\delta}_{мнi}^{-2}$).

С учетом указанных особенностей решение системы (2) приводит к тому, что полученные значения – $q_{опi}, k_{опji}, x_{2опi} - X_{5опi}, t_{гооп i}, t_{гнопi}$ характеризуют тот минимально допустимый объем оборудования (в условиях выбранной технической базы), который обеспечивает $\bar{\delta}_{изи}^{-2} \leq \bar{\delta}_{изи\text{доп}}^{-2}$ для каждого ВИК.

В настоящее время существует достаточно много методов решения оптимизационных задач [3]. Требуется найти решение, используя существующие способы нахождения экстремумов функций многих переменных. Ниже предлагается способ решения данной задачи.

Решение задачи оптимизации системы коррелированных функций многих переменных в виде (2) будем вести в два этапа [1]. Система (2) имеет вид

$$\begin{aligned} \bar{\delta}_{из0}^{-2} &= (\bar{\delta}_{кв0}^{-2} + \bar{\delta}_{ап0}^{-2} + \bar{\delta}_{н0}^{-2} + \bar{\delta}_{мн0}^{-2}) \leq \bar{\delta}_{из0\text{доп}}^{-2}, \\ &\dots \\ \bar{\delta}_{из2^{m-1}}^{-2} &= \left(\bar{\delta}_{кв2^{m-1}}^{-2} + \bar{\delta}_{а2^{m-1}}^{-2} + \bar{\delta}_{н2^{m-1}}^{-2} + \bar{\delta}_{мн2^{m-1}}^{-2} \right) \leq \bar{\delta}_{из2^{m-1}\text{доп}}^{-2}. \end{aligned} \tag{3}$$

Первоначально АСИ представляется как совокупность физических измерительных каналов и рассматривается как параллельная ИУС. При этом погрешность многоканальности может быть устранена путем организации индивидуальных измерительных каналов, т. е. $\bar{\delta}_{мнi}^{-2} = 0$. Отсюда (3) преобразуется в

$$\begin{aligned} \bar{\delta}_{из0}^2 &= \bar{\delta}_{кв0}^2 + \bar{\delta}_{ап0}^2 + \bar{\delta}_{п0}^2 + \bar{\delta}_{мн0}^2 \leq \bar{\delta}_{из0\text{доп}}^2, \\ &\dots\dots\dots \\ \bar{\delta}_{из2^{m-1}}^2 &= \bar{\delta}_{кв2^{m-1}}^2 + \bar{\delta}_{а2^{m-1}}^2 + \bar{\delta}_{п2^{m-1}}^2 + \bar{\delta}_{мн2^{m-1}}^2 \leq \bar{\delta}_{из2^{m-1}\text{доп}}^2. \end{aligned} \quad (4)$$

Таким образом, (4) представляет собой систему независимых функций, следовательно, появляется возможность оптимизировать каждую функцию в отдельности известными методами, т. е.

$$\bar{\delta}_{изи}^2 = (\bar{\delta}_{кви}^2 + \bar{\delta}_{апи}^2 + \bar{\delta}_{пи}^2 + \bar{\delta}_{мни}^2) \leq \bar{\delta}_{изи\text{доп}}^2. \quad (5)$$

Для каждой функции вида (5) многократно решается задача оптимизации при изменении внешних переменных в диапазонах

$$M_{p+1\text{min}} \dots M_{p+1\text{max}}; P_{01\text{min}} \dots P_{01\text{max}}, P_{02\text{min}} \dots P_{02\text{max}}$$

и определяются максимальные значения параметров оптимизации. Суммируя максимальные значения параметров оптимизации по всем измерительным каналам, находим предельный объем оборудования системы. Фактически предельный объем оборудования определяет случай аппаратного разделения каналов. Отсюда и слабые стороны, свойственные параллельным системам: большие аппаратные затраты и низкая загрузка оборудования.

В последующем с использованием моделей СМО находим значения $\bar{\delta}_{мни}^2$ (через $1_{0ч}, P_{бл}$), обеспечивающие выполнение ограничений (3). Значения достигаются подбором суммарного оборудования каждого уровня. Подбор суммарного оборудования может осуществляться любым произвольным способом. Однако желательно, чтобы разработанная система, обладая требуемым качеством, имела бы и минимально возможную стоимость. Выбирая в качестве оценивающего функционала стоимость системы (C) и суммируя объем оборудования (в стоимостном выражении), в каждой фазе по всем двум входным каналам получим выражение

$$\begin{aligned} C &= C_1 \sum_{i=0}^{2^{m-1}} q_i + \sum_{j=1}^2 \left(C_{2j} \sum_{i=0}^{2^{m-1}} k_i + C_{3j} \sum_{i=0}^{2^{m-1}} X_{2ji} + \right. \\ &\left. + C_{4j} \sum_{i=0}^{2^{m-1}} X_{3ji} \right) + C_5 \sum_{i=0}^{2^{m-1}} X_{4i} + C_6 \sum_{i=0}^{2^{m-1}} X_{5i}. \end{aligned} \quad (6)$$

Используя (6), получаем уточненные значения объема оборудования системы, величина которых меньше, чем в предельном случае, за счет совместного использования оборудования различными каналами. Этот объем оборудования и принимается за искомый результат, т. е. определен объем оборудования минимальной стоимости, удовлетворяющий (2) в условиях реализации системы как совокупности ВИК.

Пример расчета оптимальных параметров ВИК

Воспользовавшись изложенной выше методикой, определим значения параметров ВИК, обеспечивающие выполнение ограничений (4):

- а) ВИК представляет собой совокупность измерительного устройства, кодера, канала связи и декодера;
- б) входной сигнал и канал связи характеризуется следующими параметрами:

$$M_{p+1} = M_1 = 100 \dots 1000 \text{ В/с}; P_{01} = 10^{-4} \dots 10^{-2};$$

- в) время кодирования и декодирования сообщений определяется следующими зависимостями:

$$t_{кД} = a_1 + \left| \frac{b_1(2n)}{r_{x2}X_2} \right|;$$

$$t_{ДК} = a_2 + \frac{b_2(2n)}{r_{x3}X_3},$$

где $\alpha_1 = \alpha_2 = b_1 = b_2 = 10^{-5}$ с – коэффициенты, зависящие от используемой технической базы и алгоритмов кодирования, декодирования; $r_{x2} = r_{x3} = 8$ – разрядность кодера и декодера; n – длина сообщений; X_2, X_3 – количество кодеров и декодеров;

- г) используется аппаратура со следующими техническими характеристиками:

$$\Delta X = |X_{\text{max}} - X_{\text{min}}| = 10 \text{ В};$$

$$t_{\text{опт}} = 0,002 \text{ с} – \text{время оптимизации};$$

$t_1 = 4 \cdot 10^{-6}$ с – время преобразования одного разряда;

$$\mu = 8 – \text{разрядность канала связи};$$

$$C_k = 5 \cdot 10^5 – \text{пропускная способность канала связи};$$

$$k – \text{количество избыточных символов};$$

$t_{\text{ги}} = 1 \dots 4$ – число гарантированно исправляемых ошибок;

$t_{\text{го}} = 5$ – число гарантированно обнаруживаемых ошибок;

$q = 10 \dots 16$ – разрядность измерительного устройства;

$$k_1 – \text{число каналов связи};$$

д) поиск кодеров, декодеров и каналов связи осуществляется при условии, что

$$\frac{2n}{r_{x2}X_2} = \frac{2n}{r_{x3}X_3} = \frac{n}{\mu k_1} = 1.$$

Объем вычислений, производимых в данном примере, составляет величину

$$G_t = k_1 k_2 = 10 \cdot 10 = 100,$$

где k_1 – число точек M_{p+1} из диапазона существования; k_2 – число точек P_{01} из диапазона существования.

Меняя M_{p+1} в диапазоне $100 \dots 1000$ В/с, а P_{01} в диапазоне $10^{-4} \dots 10^{-2}$, получим изменение основных параметров:

$$q = 13 \dots 16; t_{\text{ги}} = 4; t_{\text{го}} = 5; k_1 = 7; X_2 = X_3 = 13 \dots 14.$$

Заключение

На основе использования концепции виртуально-измерительного канала показано, что минимизация суммарной среднеквадратической погрешности преобразования достигается оптимизацией системы коррелированных функций многих переменных. Предло-

жено в качестве параметров оптимизации системы коррелированных функций выбрать разрядность измерительного устройства, количество каналов передачи информации между уровнями, число обрабатывающих приборов каждого уровня системы (число кодеров, декодеров, центральных процессоров).

При этом задача оптимизации решается в рамках заданной архитектуры системы и выбранном техническом базисе.

Библиографические ссылки

1. Рубцов Ю. Ф. Исследование влияния параметров нестандартных инструментальных средств на погрешность аппроксимации // Сб. науч. тр. – Пермь, 2005.

2. Рубцов Ю. Ф., Богданов В. Г., Любимов Э. В. Формализация процесса проектирования АСИ электрических машин // Сб. науч. тр. – Пермь, 2004.

Yu. F. Rubtsov, Candidate of Technical Sciences, Perm State National Research Polytechnic University

Study of General Approaches to Optimization of Modular Structure of Data Processing in the Automated Control and Test System

The optimization of the system of correlated functions of several variables on the basis of the virtual measuring channel concept is shown. The problem of optimization is solved within a given system architecture and chosen technical basis.

Key words: criterion, optimization, error, channel, functions, path, parameters.

УДК 004.93.11:550.34:502.175

В. А. Алексеев, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет

И. М. Янников, кандидат технических наук, Ижевский государственный технический университет

М. В. Телегина, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ БИОМОНИТОРИНГА ПОТЕНЦИАЛЬНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассмотрены особенности анализа экологической ситуации по данным биомониторинга, приведена структура системы обработки данных биомониторинга потенциально химически опасных объектов и предложен метод классификации данных с использованием решетчатых функций и матриц отношений.

Ключевые слова: биомониторинг, идентификационные полигоны, классификация данных, матрица отношений, решетчатые функции, эталоны биообъектов.

В последнее время особое внимание уделяется безопасности населения, проживающего в зонах влияния потенциально химически опасных объектов (ПХОО), т. е. объектов, на которых используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют опасные химические вещества, создающие реальную угрозу возникновения чрезвычайных ситуаций [1].

Биомониторинг является важнейшей составной частью экологического мониторинга окружающей природной среды в зоне влияния указанных объектов. Выявление характера развития ситуации на объекте по имеющейся информации является первоочередной задачей биомониторинга. Сценарии развития ситуации на ПХОО в режиме, наиболее приближенном к реальному, с определением зависимостей «доза – эффект» и «время – реакция» параметров биообъектов моделируются на идентификационных экологических полигонах (ИЭП) путем внесения растворов загрязняющих веществ (ЗВ) или продуктов их деструкции на экспериментальные площадки [2]. При этом определяются эталоны биоиндикаторов. Под эталоном понимается биоин-

дикатор с определенными параметрами, полученными в определенный период времени при воздействии заданного количества конкретного ЗВ на типичной для зоны влияния ПХОО территории. К примерам биоиндикаторов можно отнести лишайники, мхи, некоторые высшие растения, почвенные и водные организмы. Эталоны задаются в виде словесного описания признаков, которое приводится к относительноному описанию. В ходе экспериментов на идентификационном экологическом полигоне доказана несостоятельность предельно допустимой концентрации как опорного значения для определения качества среды. В связи с этим для проведения исследований в качестве опорных использованы фоновые значения – удельное фоновое содержание (УФС).

По результатам экспериментов возникла задача определения степени влияния ПХОО на окружающую среду по измеренным параметрам биообъектов с учетом выявленных на ИЭП нелинейных зависимостей изменения значений этих параметров от уровня фонового содержания загрязняющих веществ [3, 4]. На основании превышения УФС ЗВ по