

2. Кононенко И.В. Математическая модель и метод минимизации затрат по проекту при ограничениях на сроки выполнения работ / И.В. Кононенко, Е.В. Емельянова // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»: сб. науч. тр. Темат. вып. : Системный анализ, управление и информационные технологии. – № 4. – Х., 2009. – С. 46–53.
3. Кононенко И.В., Мироненко В.А. Математическая модель и метод оптимизации содержания проекта с точки зрения времени и стоимости его выполнения. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 1 / 2 (43) 2010 С. 12-17.

Пропонується реалізація математичної моделі структури технологічної системи, що є основою комбінаторно - оптимізаційного проектування технологічного процесу. Розглядаються особливості формування інформаційної моделі технологічної системи в термінах мови XML

Ключові слова: технологічний процес, технологічна система, частковий порядок, граф, різальний інструмент

Предлагается реализация математической модели структуры технологической системы, которая является основой комбинаторно – оптимизационного проектирования технологического процесса. Рассматриваются особенности формирования информационной модели технологической системы в терминах языка XML

Ключевые слова: технологический процесс, технологическая система, частичный порядок, граф, режущий инструмент

Implementation of mathematical model of technological system structure which is a basis of combinatorial - optimization projection of manufacturing method is offered. Habits of forming of an entity set model of a technological system in terms of language XML are considered

Key words: manufacturing method, technological system, the fractional order, the graph, edge tool

УДК 621.91:658.512+621.91:004.8

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛИ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В.В. Фролов

Кандидат технических наук, доцент

Кафедра «Технология машиностроения и
металлорежущие станки»

Национальный технический университет «Харьковский
политехнический институт»

ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

Контактный тел.: 067-526-06-92

E-mail: vvicfrol@rambler.ru

В работе [1] было предложено рассматривать математическую модель технологического процесса в виде помеченного упорядоченного графа дерева с фиксированной глубиной, которая определяется структурными особенностями технологической системы, что позволило разработать методику классификации технологических структур на основе искусственных нейронных сетей.

Цель данной статьи заключается в разработке информационной модели технологического процесса на основе языка разметки XML и математической постановки задачи проектирования технологического

процесса в терминах бинарных отношений, где исходной является указанная выше модель. Для этого необходимо решить следующие задачи: на основе модели, предложенной в [1], выявить базовые элементы структурной модели технологического процесса; выделить один основной элемент структуры технологического процесса в терминах бинарных отношений; разработать метод представления процесса проектирования технологического процесса в виде структурных формул. Рассмотрим последовательно решение данных задач. Поскольку модель представлена графом деревом, в терминах XML получаем ин-

формационную модель технологического процесса, представленную на рис. 1.

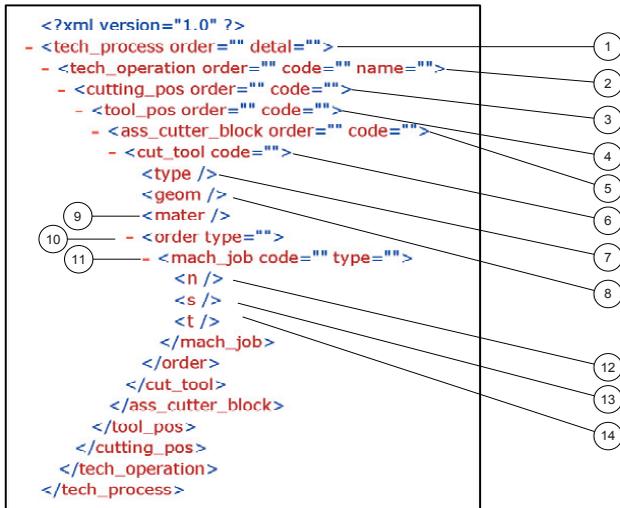


Рис. 1. Информационная модель технологического процесса в формате XML

Модель состоит из следующих тегов:

1. Корень дерева – тег технологического процесса, который имеет атрибуты, описывающие тип порядка подмножеств и наименование объекта обработки, для которого разработан технологический процесс.
2. Тег – технологическая операция, имеющей атрибуты, описывающие тип порядка, код операции в рамках технологического процесса, наименование операции.
3. Тег – позиция обрабатывающего устройства, где определяются в виде атрибутов тип порядка и код позиции в рамках операции.
4. Тег – позиция обрабатывающего устройства, здесь в качестве атрибутов используются код позиции и тип порядка.
5. Тег – инструментальный блок.
6. Тег – режущий инструмент.
- 7–9. Теги – тип инструмента, геометрические параметры и материал режущей части.
10. Тег – тип порядка включаемых подмножеств методов обработки.
11. Тег – метод обработки поверхности с параметрами, характеризующими интенсивность обработки.

Для обработки таких деревьев можно сформировать XSLT правила, которые обеспечат проектирование технологического процесса в виде оптимальной компоновки отдельных элементов дерева по заданным критериям оценки эффективности. Основой классификации такой древовидной структуры будут три базовых элемента, представленные на рис. 2. Элементы 1 и 3 отражают свойство эквивалентности, а элемент 2 – свойство следования.

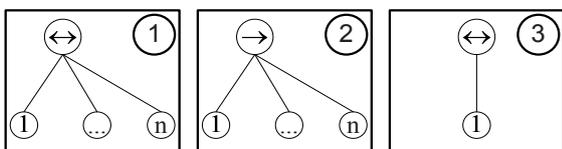


Рис. 2. Базовые элементы структурной модели ТП

Математическая постановка задачи проектирование ТП в этом случае должна основываться на следующих тезисах:

1. На каждом уровне глубины дерева применяется разбиение множества на подмножества с помощью двух отношений порядка и эквивалентности

$$\{\rightarrow, \leftrightarrow\} \equiv \{\leq, \sim\}. \quad (1)$$

Полученные подмножества не пересекаются. Использование того или иного отношения для пары элементов текущего уровня продиктовано технологическими соображениями. В результате, имеем множество упорядоченных пар $\{x_i, x_j\}$ и не упорядоченных $\{x_i, x_j\}$ пар элементов технологической структуры.

2. Подмножества, на которых задан частичный порядок, имеют линейный порядок, поскольку любые два элемента из этого множества сравнимы. Обычно такие подмножества называют цепью.

3. Технологическая структура это помеченное ориентированное дерево с корнем. На различных уровнях глубины дерева формируются уплотняемые и не уплотняемые цепи. Каждый элемент технологической структуры представляется следующим образом на рис. 3.

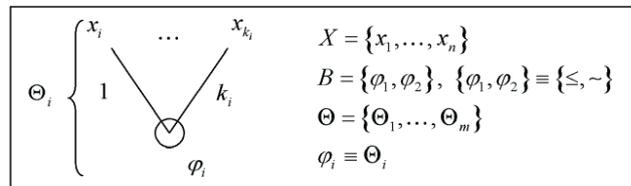


Рис. 3. Основной элемент структуры ТП

Здесь X – множество структурных элементов низшего уровня, которые выделяются в подмножество, на котором установлено одно из базисных отношений. К элементам низшего уровня могут быть отнесены как методы обработки, так и различные структурные элементы ТП; B – базис, состоящий из множества бинарных отношений; φ_i – тип отношения, установленного на выделенном подмножестве структурных элементов ТП; Θ – множество структурных элементов ТП.

В результате имеем формулу структуры ТП – f , представляемую деревом. Например, для структуры операции на рис. 4 имеем следующую формулу:

$$f_2(x_3, \dots, x_{17}) = \{\{x_3 \varphi_2 x_4\} \varphi_2 x_5\} \varphi_1 \{x_6 \varphi_2 x_7\} \varphi_1 \{x_8 \varphi_2 x_9\} \varphi_1 \{x_{10} \varphi_2 x_{11}\} \varphi_1 \{x_{12} \varphi_2 x_{13}\} \varphi_1 \{x_{14} \varphi_2 x_{15}\} \varphi_1 \{x_{16} \varphi_2 x_{17}\} \quad (2)$$

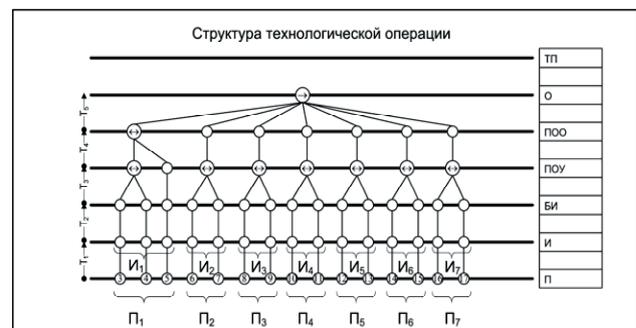


Рис. 4. Структура операции полуавтомата 1K282 [1]

4. Суть проектирования структуры ТП заключается в получении на первом уровне графа дерева не уплотняемой цепи.

5. Над базисом В при фиксированном количестве методов может быть реализовано множество формул F. Каждой формуле f поставим в соответствие значение критерия оценки качества проектирования структуры ТП – k.

$$\beta: F \rightarrow K, F = \{f_i, i \in [1, n]: f(x_1, \dots, x_g) \in B, g = |X|\} \quad (3)$$

$$K = \{k_i, i \in [1, m]\}, |F| = |K|$$

6. С учетом, выше приведенных, тезисов процесс проектирования структуры ТП есть решение комбинаторно-оптимизационной задачи следующего вида:

$$f^* = \min_{f \in F} \{k\} \quad K = \left\{k: \bigwedge_{j=1}^s A_j(f) = 1\right\} \quad (4)$$

Здесь $A_j(f)$ – ограничение на структуру ТП в виде предиката, описывающего условия, которым должна удовлетворять структура проектируемого ТП. Причем, для данной структуры все предикатные формулы должны иметь значение истина. На этой основе формируется множество оценок структуры, из которого по минимуму критерия определяется оптимальная формула структуры.

Классификация формул технологической структуры для данной модели может основываться на классификации отношений «поверхность – позиция – инструмент». При этом, для инструмента могут быть следующие возможные варианты: один инструмент, несколько инструментов, которые действуют последовательно (\rightarrow), параллельно (\leftrightarrow), последовательно – параллельно ($\rightarrow/\leftrightarrow$). Аналогично для позиций. Для поверхностей – одна поверхность, несколько поверхностей. Расписываем данные взаимоотношения по поверхностям, получаем 50 вариантов возможных порядков, но не все из них технологически реализуемы. Каждый из порядков реализует технологическую цепочку обработки детали, причем, здесь рассматривается не только операционная технология. Интерес в этой классификации представляет, то, что позиции затем могут группироваться в операции технологического процесса согласно возможностям оборудования участка.

Таблица 1

Классификация технологических структур

№	Поверхность	Позиция	Порядок	Инструмент	Порядок	Соотношение
1	2	3	4	5	6	7
1	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} = 1$		$n_{инстр} = 1$		$n_{поз} = n_{инстр}$
2	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} = 1$		$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
3	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} = 1$		$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
4	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} = 1$		$n_{инстр} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{поз} < n_{инстр}$
5	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} = 1$		$n_{поз} > n_{инстр}$
6	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
7	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
8	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
9	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
10	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{поз} = n_{инстр}$
11	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{поз} < n_{инстр}$
12	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} = 1$		$n_{поз} > n_{инстр}$
13	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
14	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
15	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
16	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
17	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{поз} = n_{инстр}$
18	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{поз} < n_{инстр}$
19	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{инстр} = 1$		$n_{поз} > n_{инстр}$
20	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
21	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
22	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
23	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
24	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{инстр} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{поз} = n_{инстр}$
25	$n_{пов} = 1$	$n_{поз} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{инстр} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{поз} < n_{инстр}$
26	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} = 1$		$n_{инстр} = 1$		$n_{поз} = n_{инстр}$
27	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} = 1$		$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
28	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} = 1$		$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
29	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} = 1$		$n_{инстр} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{поз} < n_{инстр}$
30	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} = 1$		$n_{поз} > n_{инстр}$
31	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
32	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
33	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
34	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
35	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{поз} = n_{инстр}$
36	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	$\rightarrow/\leftrightarrow$	$n_{поз} < n_{инстр}$
37	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} = 1$		$n_{поз} > n_{инстр}$
38	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
39	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
40	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
41	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
42	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow/\leftarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
43	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow/\leftarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
44	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow/\leftarrow	$n_{инстр} = 1$		$n_{поз} > n_{инстр}$
45	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow/\leftarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
46	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow/\leftarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
47	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow/\leftarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
48	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow/\leftarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\leftrightarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$
49	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow/\leftarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow/\leftarrow	$n_{поз} = n_{инстр}$
50	$n_{пов} \neq 1$	$n_{поз} \neq 1$	\rightarrow/\leftarrow	$n_{инстр} \neq 1$	\rightarrow/\leftarrow	$n_{поз} < n_{инстр}$

Выводы

1. В таком случае задача оптимизации технологического процесса сводится к определению оптимального количества позиций и методов их совмещения при ограничениях технологического оборудования. Другими словами, необходимо найти компромисс между возможной оптимальной технологической цепочкой и возможностями оборудования.
2. Суть проектирования структуры технологического процесса заключается в получении на первом уровне графа дерева не уплотняемой цепи.

Литература

1. В.В. Фролов. Классификация технологических структур искусственными нейронными сетями / Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2010. – №25. – 144с. – С. 102-109.

УДК 656.13

ОЦІНКА ВИТРАТ ЧАСУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ТРАНСПОРТНІЙ МЕРЕЖІ МІСТА

О.В. Прасоленко

Доцент

Кафедра транспортних систем і логістики
Харківська національна академія міського господарства
вул. Революції, 12, м. Харків, Україна 61002
Контактний тел.: (057) 707-32-61
E-mail: pravlad@mail.ru

Розглянуто підхід до оцінки витрат часу транспортних потоків у містах, який ґрунтується на порівнянні загальних витрат часу, що пов'язані з затримками руху до загальних витрат часу на пересування по маршруту з урахуванням зміни параметрів руху по транспортній мережі

Ключові слова: витрати часу, транспортний потік, транспортна мережа

Рассмотрен подход к оценке потерь времени транспортных потоков в городах, который основан на сравнении общих расходов времени, связанных с задержками движения к общим расходам времени на передвижение по маршруту с учетом изменения параметров движения на транспортной сети

Ключевые слова: расходы времени, транспортный поток, транспортная сеть

Approach to estimation of losses of time of transport streams in a town is considered, which is based on comparison of the general charges of time, related to the delays of motion to the general charges of time on the movement on a route taking into account the change of parameters of motion on a transport network

Keywords: charges of time, transport stream, transport network

1. Вступ

Витрати часу транспортних потоків у містах, пов'язані з багатьма чинниками (наявність пере-

тинань, склад потоку, рівень завантаження дороги рухом, погодні умови й умови видимості, час доби і т.д.) [1]. Сьогодні для оцінки витрат часу актуально використовувати методи моделювання транспор-