

## STRUCTURING THE CONCEPTS FOR DECISION-MAKING CONTROL IN TERMS OF PRODUCT LINE PLANNING

V. Ivashchuk, A. Ladanyuk

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Graphs  
Cognitive  
Model  
Assortment  
Production*

---

**Article history:**

Received 08.09.2014  
Received in revised form  
19.09.2014  
Accepted 09.10.2014

---

**Corresponding author:**

V. Ivashchuk  
**E-mail:**  
npnuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The article describes a technique of production subsystem algorithmization. The general problem of using the commercial systems of industrial engineering for expanding product assortment has been defined. The analysis of production structure organization has been done. The assessment of algorithmic structure of modern commercial software packages has been conducted. The method of constructing a product model in the form of cognitive map has been presented. The model can be used for planning the technical tasks for production sections in conditions of changing assortment. Possibility of practical use of product line control model has been specified.

## СТРУКТУРУВАННЯ КЕРУВАЛЬНИХ КОНЦЕПТІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ АСОРИМЕНТНОГО ВИРОБНИЧОГО ПЛАНУ

В.В. Іващук, А.П. Ладанюк

*Національний університет харчових технологій*

*У статті визначено загальні проблеми застосування комерційних систем організації виробництва при їх експлуатації в умовах розширення виробничого асортименту. Виконано аналіз будови систем організації виробництва. Оцінено алгоритмічну будову сучасних комерційних програмних пакетів. Розроблено методику побудови моделі характеристик продукту у вигляді когнітивної мапи.. Вказано на можливість практичного застосування моделі для керування виробничим асортиментом і планування технічних завдань по відділенням виробництва в умовах зміни асортименту продукту.*

**Ключові слова:** *графи, когнітивний, модель, асортимент, виробництво.*

Будь-яка виробнича компанія не може забезпечити попит власної продукції на ринку без розширення асортименту. Так, асортимент формує попит, що, у свою чергу впливає на розподіл робіт за основними та допоміжними функціями підприємства. Якщо частку робіт підприємство виконує за рахунок

субпідрядників, то вартість угоди позитивно впливає на собівартість кожної одиниці замовлення, навіть якщо це стосується різних видів замовлень.

Для переконання замовників користуються двома показниками — вартістю і надійністю виконання. Другий показник переконує замовника у вчасному виконанні потрібного замовлення.

Враховуючи сезонність природної сировини, загальну зміну сировинного ринку, можна говорити про різну собівартість одиниці продукції протягом року. Так, за річний цикл виробництва підприємство може виробляти певну кількість одиниць продукції з асортименту або вирівнювати об'єм партій за рахунок заміників, консервованої сировини або залучення додаткової сировини за договірними цінами. Також підприємство може запропонувати замовникові сезонну знижку вартості, знижку від кількості замовленої продукції, мінімальну партію чи запевнити у можливостях максимального об'єму постачання. Зазначений обсяг робіт визначає використання систем ERP, які працюють в умовах асортиментного продукту.

Ринок бізнес-додатків наповнений різноманітними інтерфейсами й технологіями зв'язку, що забезпечує їх інтеграцію як з офісними, так і з промисловими програмними додатками. Таким чином, з'являється безліч продуктів, які містять структури, подібні до «макаронів», що зв'язують змінну з її графічним відтворенням. Найчастіше це програми із типовими, в тому числі і WEB-орієнтованими, інтерфейсами та наборами інструментів роботи з базами даних, де логіка супроводження процесів знаходиться на рівні офісних додатків чи SCADA-програм. У той же час, керувальні або порадачі функції таких засобів залишаються на розсуд експертів. Також основна частка програмних продуктів, що працюють на ринку, містить у собі виключно статистичні функції. Відбувається управління статистичними звітами за наявним виконанням плану, супроводженням стадій продукту за виробничим планом. Незважаючи на високу вартість і гнучкість побудованих інтерфейсів для наповнення бази даних програмних продуктів, алгоритмічне наповнення неспроможне реалізувати можливості порадачого інтелекту.

Зважаючи на вищевикладене, актуальною залишається методика побудови автоматизованого порадачого супроводу при виробництві асортименту продуктів виробничого комплексу. Мета такого комплексу полягає у трансляції умов і замовлень на технічні завдання для виробництва.

Типовим науковим рішенням, що дозволяє розв'язати проблему, є створення точних математичних моделей комплексу технологічних процесів. Проте навіть у складі адаптивної системи керування [1] її буде важко запропонувати для широкого кола задач при зміні якості технологічної сировини або вимог до виготовлення продукту. Корегування математичної моделі вимагає значних експериментальних затрат, а використання адаптивних систем обмежує досліджену стійкість системи керування [2].

Розвиток методів скорочення затрат на моделювання передбачає створення робастних моделей [3] і нечітких алгоритмів прийняття рішень [4].

Необхідним інструментом аргументації продукту є спрощення виконання роботи з моделювання для технологічного персоналу, необізнаного в

програмуванні чи створенні структурованої моделі. Існує й інша проблема, коли фахівець з програмування та створення моделі не розуміє логіки перетворень, що відбуваються на виробництві при зміні продукту.

Серед багатьох альтернативних методів [5] найбільш наочною формою представлення логічної залежності вважається модель у вигляді графу. Так, поширеним методом об'єктно-орієнтованого програмування є реалізація у вигляді графової моделі на мові GraphSet.

Разом з тим, побудова робочого графу вимагає значної роботи експертів у предметній області досліджуваного процесу. Методика побудови графової структури керування вимагає узагальнення концепцій побудови для визначеного кола задач. Оскільки об'єктом дослідження визначено асортиментне виробництво, то подальші дії регулюють правила побудови структури рішень для вдосконалення виробничого асортименту. Пропонується створювати модель характеристик продукту яка б допомагала перекладати вимоги до характеристик продукту, на технічні завдання виробничої структури.

Отже, відповідно до проведеного аналізу концепцій вдосконалення виробничого плану, технічні завдання виробничим дільницям мають будуватися в такий спосіб:

1. Визначити найбільш близький за характеристиками базовий продукт, оскільки асортимент передбачає наявність відступу від типових характеристик продукту.

2. Позначити етапи, на яких відбувається формування характеристики та суміжні етапи, що задіяні у формуванні.

3. Визначити характер і межі орієнтованих змін.

4. Змінити вимоги на контрольних точках напівпродуктів, функцій чи технологічних показників залежно від можливостей контролю.

5. Перерахувати вимоги до необхідних ресурсів.

6. Перерахувати циклограму проекту та визначити час виконання.

7. У разі незгоди стосовно характеристик замовлення (терміни, вартість, якість) виконати процедуру оптимізації.

В разі, якщо пункт (2) неможливо виконати в межах існуючого виробництва, то формувати зовнішнє замовлення та вимоги до нього.

Для зручності в розумінні структурної будови проєкції особливостей технічного завдання для кожного типового продукту створюється мережа технологічних показників (технологічна мапа) у межах, що можуть бути реалізовані в обладнанні. Технологічна мапа поділяється станом сировини і типом кінцевого продукту. Вузли мапи  $e_{ij}$  відповідають технологічним характеристикам продукту, а орієнтовані ребра  $g_{e_{ij}}$  — вартості отримання

даної характеристики. Для визначення взаємопов'язаних показників, що впливають на показники продукту, переглядають технологічний маршрут продукту та додатково залучені ресурси з суміжних етапів (напівпродуктів).

Оскільки структура вартості не відповідає вартості продукту (приклад: залучення більшої кількості обладнання, що буде задіяне частково, та зменшення оптової вартості одиниці переробки), то для опису функції часу на виготовлення продукту з урахуванням зміни характеристик необхідно виконати

окрему мережеву мапу. У вартісно-часовій мапі вузли будуть представляти терміни виконання процедур, а зв'язки зберігатимуть вартісні відносини. Графи (рис. 1) створюються незамкненими й орієнтованими, тому що витрачені кошти чи зусилля не підлягають поверненню, отже маршрут буде адекватним в єдиному напрямку.

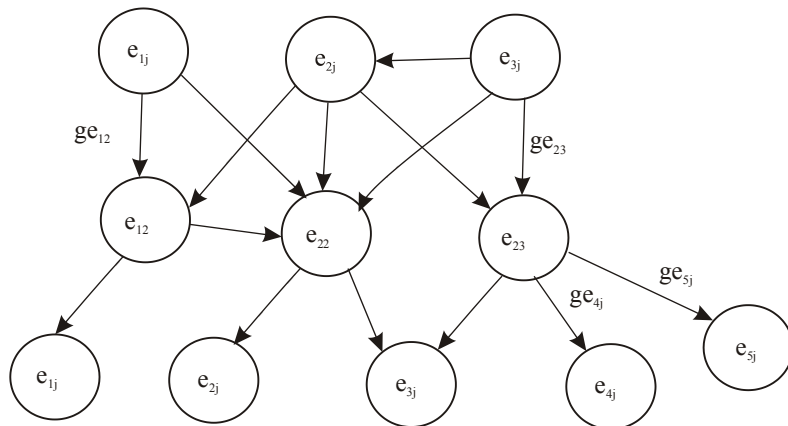


Рис. 1. Когнітивна мапа продукту

При розрахунку орієнтованих ребер мережевої мапи як функції вартості, де вартість розраховується як собівартість робіт, яка припадає на одиницю продукції у межах продуктивності визначеної робочої одиниці, застосовується така формула:

$$K = a_{\text{вик}} k_{\text{опер}} t_{\text{нор}}, \quad (1)$$

де  $a_{\text{вик}}$  — коефіцієнт використання ресурсу;  $k_{\text{опер}}$  — коефіцієнт ціни операції (людино/годин або норма/годин);  $t_{\text{нор}}$  — нормований час виконання операції.

Розрахунок виконується за виробітком робочого часу за умови погодинної тарифікації. Це спрощує розрахунок при ускладненні структури дублюванням функцій. У разі потреби залучати додатковий ресурс за необхідним видом діяльності розраховане ребро може бути дубльованим. Просування мережі у глибину визначає наповнення продукту характеристиками.

Оскільки в наступній моделі має бути припущення щодо усередненої вартості одиниці продукції, то при значному дублюванні типових ребер необхідно перерахувати вартість і норму часу іншого об'єму замовлення:

$$\text{num}(K_i) > n, i \in R, i = 1 \dots \infty, n = \frac{\sum V_i}{m}, \quad (2)$$

де  $K_i$  — вартість типової операції, що використовується в  $i$ -те;  $V$  — вартість базового об'єму продукту;  $m$  — час, необхідний для створення норми об'єму продукції.

Межі орієнтованої зміни характеристики визначаються як розкид значень  $\Delta g_{e_i}$  навколо характеристик типового продукту, що прийнятий у базовій моделі:

$$\Delta g_{e_i} = g_{e\_прод} - g_{e_i}, \lim g_{e^*} = 1, g_e \in G_{прод}, \quad (3)$$

$$\forall \Delta g_{e_i} \xrightarrow{\text{var } e_i} 1, e_i \cup G_{прод\_i}. \quad (4)$$

Формуються висновки щодо можливості отримання замовлених характеристик продукту в межах паспортних характеристик обладнання.

$$\exists \varphi, e_i \rightarrow \varphi(\Delta g_{e_i}), \varphi(\Delta g_{e_i}) \equiv e_{прод\_i}. \quad (5)$$

Оскільки для кожної технічної системи типово застосовуються програмні інструменти для контролю аварій і моніторингу станів технологічного об'єкта, то необхідно підготувати вказівки про вузли технічної системи, що потребують корекції цільових значень «х» контролю й автоматизації:

$$x \xrightarrow{\text{var } e_i} x'. \quad (6)$$

У разі дублювання функцій, підвищення  $a_{\text{вик}}$  може змінювати терміни часу на виготовлення продукту, внаслідок чого порушується розклад робіт, виставлений для максимального використання обладнання та працівників у продуктових групах:

$$t_{\text{нор\_i}} \xrightarrow{\text{var } e_i \Rightarrow a_{\text{вик}}, \sum g_e} \Delta t_{\text{нор\_i}}. \quad (7)$$

Унаслідок оцінки структурних змін пов'язана структура може здійснювати рух по вартості:

$$V_{G_{\text{прод\_i}}} \left\{ \sum G_{\text{прод\_i}}, \sum \Delta t_{\text{нор\_i}} \right\}. \quad (8)$$

У разі незгоди із заявленими оцінками вартості, термінами виконання можна здійснити оптимізацію продукту за методом кумулятивних сум для визначених характеристик продукту, адже головним завданням автоматизації виробничих систем є максимальна відповідність замовленню, яка, у свою чергу, створює умови для просування нових продуктів через запропоновану схему замовлень.

### **Висновки**

Реалізація системи як доданка для трансляції змін до виробничого плану у технічні завдання для відділень виробництва надасть можливість змінити рівень відповідальності керуючого персоналу. Алгоритм дозволить пришвидшити зміну організаційної структури, скоротити кількість хибних рішень. У цілому алгоритм у складі підсистеми підтримки прийняття рішень спонукатиме до розвитку позапланового асортименту виробництва, створення партій штучної продукції.

### **Література**

1. Щокін В.П. Адаптивне керування агломераційним комплексом на основі авторегресійних структур з регуляризацією [Текст]: автореферат. ... д-ра техн. наук, спец.: 05.13.07 — автоматизація процесів керування / Щокін Вадим Петрович. — Кривий Ріг: МОН, молоді та спорту Укр. ДВНЗ «Криворізький нац. ун-т», 2012. — 40 с.

2. *Управление инерционными динамическими объектами ПИДмл — регуляторами с автоматической компенсацией люфтов* / А.М. Шубладзе, С.В. Гуляев, А.А. Шубладзе [и др.] // Приборы и системы. — 2009. — № 12. — С. 31—34.

3. *Ерёмин Е.Л.* Робастные алгоритмы нестационарных систем управления с явно-неявной эталонной моделью / Е.Л. Ерёмин // Адаптивное и робастное управление [Электронный журнал]. — 2001. — № 3. — С. 1—14. — Режим доступа: [www.URL:http://www.math.spbu.ru](http://www.math.spbu.ru).

4. *Дисс. докт. наук.* Штовба С.Д., Інформаційна технологія забезпечення надійності алгоритмічних процесів в умовах невизначеності: дисс. докт. техн. наук: 05.13.06 / Штовба Сергій Дмитрович; Вінницький національний технічний університет. — Вінниця, 2009. — 407 с.

5. *Алгоритм синтезу моделі ГВС в об'єктно-орієнтованому середовищі моделювання* / О.І. Лісовиченко, Л.С. Ямпольський, О.А. Лавров, Є.С. Пуховський // Адаптивні системи автоматичного управління. Міжвідомчий науково-технічний збірник. — 2007, — № 10 (30), — С. 69—83.

## **СТРУКТУРИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КОНЦЕПТОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АССОРТИМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНА**

**В.В. Иващук, А.П. Ладанюк**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье определены общие проблемы применения коммерческих систем организации производства при их эксплуатации в условиях расширения производственного ассортимента. Выполнен анализ строения систем организации производства. Дана оценка алгоритмическому строению современных коммерческих программных пакетов. Представлена методика построения модели характеристик продукта в виде когнитивной карты. Указано на возможность практического применения модели для управления производственным ассортиментом и планирования технических задач по отделениям производства в условиях изменения ассортимента продукта.*

**Ключевые слова:** *графы, когнитивный, модель, ассортимент, производство.*