

УДК 005.311.2:004.94(045)

П. М. Павленко, д-р техн. наук,  
Ю. В. Задонцев, асп.,  
В. В. Трейтяк, асп.

## ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ВИРОБНИЧОГО ЗАМОВЛЕННЯ

Інститут інформаційно-діагностичних систем НАУ, e-mail: slava08@online.ua

*Розглянуто основні аспекти побудови інформаційної моделі загальної інформації замовлення. Інформаційну модель, в свою чергу, надалі буде використано для формалізації та моделювання даних створюваних методів і програмування розроблених програмних модулів.*

**Ключові слова:** модель, дані, процеси, виробни, управління, замовлення, аналіз, формалізація.

**Вступ.** Ефективність виконання виробничого замовлення залежить від оперативності та достовірності прийняття рішення щодо погодження із замовником технічних характеристик, строків виконання та ціни виготовлення виробу. Для прийняття таких рішень потрібно проаналізувати різноманітну інформацію про вже виготовлені підприємством виробни та існуючі матеріальні ресурси і запаси на складах (виробничі дані), планове завантаження обладнання (планові дані), а також інформаційні дані про технологічні процеси (проектні дані), про існуючі договори, замовників та виробничу програму підприємства (комерційні дані) [1].

Сукупність інформаційних даних про виробни, процеси, ресурси і плани підприємства та інші дані, необхідні для аналізу і прийняття рішень щодо замовлення будемо надалі називати загальною інформацією замовлення (ЗІЗ). Так, сукупність даних зосереджена в різних службах підприємства і майже не використовується в своїй сукупності існуючими різноманітними інтегрованими автоматизованими системами виробничого призначення для автоматизації процесу оцінювання та інформаційної підтримки процесу прийняття рішення щодо виробничого замовлення.

**Постановка завдання.** Автоматизація проектних функцій для інтегрованих автоматизованих систем потребує відповідного інформаційного забезпечення, тобто формалізації різноманітних ЗІЗ і подання їх у вигляді інформаційних моделей (ІМ). Під формалізацією надалі будемо розуміти процес, який проводиться від об'єкта дослідження до побудови його формальної конструкції. Тобто об'єкт «виріб» формалізується до побудови його ІМ у вигляді текстового файлу, 3D моделі та ін. Формалізація виробничих процесів має за мету побудову відповідних ІМ. Інформаційні потоки, які супроводжують процеси аналізу, оцінювання та виконання виробничих завдань необхідно формалізувати для подальшого моделювання та побудови спеціалізованої автоматизованої підсистеми. Побудові ІМ процесу аналізу та оцінювання виробничих замовлень і присвячено цю роботу.

**Аналіз попередніх досліджень.** Актуальність роботи полягає в тому, що дотепер інформаційна модель виробничого замовлення не створювалась. Причиною цього була складність побудови інформаційної моделі, невідповідність програмних модулів, недостатній рівень знань фахівців цієї галузі та ін.

**Результати досліджень.** Уявімо собі область  $\mu$ , яка являє собою неструктуровану множину об'єктів у сукупності зі значеннями їх властивостей та заданих на цій множині відношень. Формальний запис цього визначення має вигляд

$$\mu \Rightarrow \{J, Y, X_j\}, \quad (1)$$

де  $J = \{j_1, j_2, \dots, j_g\}$  – множина об'єктів;  $Y = \{y_{j_1}, y_{j_2}, \dots, y_{j_g}\}$  – множина векторів властивостей об'єктів;  $X_i = X_y(J)$  – множина відношень між об'єктами множин  $J$ .

Ураховуючи рівняння (1) ІМ являє собою множину понять (сутностей) в сукупності зі значеннями їх властивостей (атрибутів) та заданих на цій множині відношень. Тобто

$$IM \Rightarrow \{\Phi, D, X_\Phi\}, \quad (2)$$

де  $\Phi = \{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n\}$  – множина понять (сутностей);  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_{\phi_n}\}$  – множина векторів властивостей (атрибутів) понять;  $X_\Phi = X_\phi(\Phi)$  – множина відношень між поняттями).

У загальному вигляді інформаційна модель являє собою відображення предметної галузі з реального світу у світ інформації. Таке відображення буде коректним (адекватним), якщо під час розроблення моделі виконуються такі умови:

- 1) для будь-якого поняття  $\phi \in \Phi$  існує відповідний йому об'єкт предметної галузі  $j \in J$ ;
- 2) будь-якому вектору атрибутів понять  $d \in D$  відповідає вектор властивостей об'єкта  $y \in Y$ ;
- 3) будь-якому відношенню  $x_\phi \in X_\phi$  між поняттями, які входять до складу моделі ІМ, відповідає відношення  $x_j \in X_j$  між об'єктами предметної галузі  $\mu$ , причому властивості цих відношень еквівалентні.

Для формалізації та подальшого моделювання ЗІЗ будуть використані ІМ з урахуванням наведених умов. Таким чином, під інформаційною моделлю будемо розуміти модель об'єкта дослідження у вигляді інформації, яка описує суттєві для дослідження параметри і змінні величини об'єкта, зв'язки між ними, входи та виходи об'єкта і яка дозволяє через подання на модель інформації про зміни вхідних даних моделювати можливі стани об'єкта.

З урахуванням викладених міркувань та формальних подань (1) і (2) для подальшої побудови ІМ необхідно виконати такі процедури:

- а) сформуванню множини понять, які відображають об'єкти предметної галузі, потрібні для розв'язання поставленої задачі;
- б) сформуванню множини атрибутів понять, які відображають властивості об'єкта предметної галузі, потрібної для розв'язання поставленої задачі;
- в) установити відношення між поняттями, які відповідають відношенням між об'єктами предметної галузі.

Множини понять і властивих їм атрибутів утворюють базу даних окремої задачі, а множина відношень між поняттями – логічну основу процедур та алгоритмів обробки даних.

Особливість автоматизації процесу аналізу та оцінювання виробничих замовлень полягає в тому, що інформаційні моделі окремих задач створюються за різними правилами і на різних обчислювальних платформах і ніяк не враховують ту обставину, що множина об'єктів предметної галузі, яка належить до різноманітних операцій та відповідна їм множина понять можуть бути такими, що перетинаються (так, як і множина атрибутів). Усе це призводить до того, що одна й та ж інформація потребує перекодування й багато в чому дублюється [2].

Можна навести багато прикладів використання інформаційної інтеграції. Передусім, як показав аналіз цих процесів, на машинобудівних підприємствах дотепер у більшості чи значній частині етапів аналізу й оцінювання виробничих замовлень використовуються тільки окремі моделі проблемної галузі. Цей варіант передбачає послідовне перетворення інформації від однієї автоматизованої системи до іншої.

Для ефективної інформаційної інтеграції етапів аналізу та оцінювання виробничих замовлень необхідно розроблювати інформаційні моделі окремих задач на єдиній, стандартизованій методичній та логічній основі, що забезпечується використанням міжнародних стандартів ISO.

Розглянемо основні методи подання інформаційної моделі:

- 1) реляційна модель (об'єкти описуються кортежами атрибутів);
- 2) об'єктно-орієнтована модель (об'єкти описуються поняттями, пов'язаними відношеннями наслідування), створена за допомогою UML-методології;
- 3) семантична мережа уявлень (атомарна онтологічна модель);
- 4) функціональне моделювання згідно з методологією ARIS.

Незважаючи на те, що онтологічна модель має максимальну гнучкість та здатність до адаптації, сучасні розробники інтегрованих автоматизованих систем надають перевагу об'єктно-орієнтованим моделям даних, створеним за допомогою функціонального моделювання згідно з методологією ARIS. Це обумовлено також тим, що основні ідеї об'єктно-орієнтованого підходу реалізуються в базовій серії стандартів CALS – ISO 10303 STEP. Одна з таких ідей – використання типових блоків для побудови інформаційних моделей. Типові блоки (типові інформаційні об'єкти) включають властивості (атрибути), спільні для об'єктів, які використовуються в різних окремих задачах.

Для конкретизації використання цих ресурсів у моделі окремої задачі введено поняття протоколу застосування, в склад якого входить інтерпретація моделей окремих задач, які належать до дії протоколу.

Побудова інформаційних моделей можлива через практичне застосування стандарту STEP, який призначений для побудови моделей. Так, ISO 10303 STEP регламентує метод, формат і технологію електронного опису промислового виробу. Стандарт містить:

- 1) спеціальну мову опису даних EXPRESS;
- 2) логічну модель бази даних промислових виробів;
- 3) програмний інтерфейс доступу до бази даних;
- 4) формат обмінного файлу для передавання даних між інтегрованими автоматизованими системами;
- 5) методику перевірки сумісності програмних систем та сертифікації відповідності вимогам стандарту.

Множину томів STEP можна розділити на теми, які забезпечують інструмент опису предметних галузей і теми, які описують конкретні галузі. До основних належать теми, які вміщують прикладні протоколи, тобто опис предметних галузей. Всі інші теми – це засоби для досягнення таких цілей:

- 1) створення прикладних протоколів (методи опису та ресурси);
- 2) створення моделей та обміну даними про моделі (методи реалізації);
- 3) перевірка відповідності прикладних систем стандарту (методи тестування та друкування текстів).

Таким чином, з урахуванням перспектив використання інтеграційних стандартів ISO 10303 STEP проведемо функціональне моделювання ЗІЗ інструментальними засобами ARIS.

Інформаційні моделі, створювані за допомогою ARIS, найбільш точно описують проектно-виробничі процеси на підприємстві зі швидкозмінюваною номенклатурою виробів. Тобто розроблювані інформаційні моделі будуть орієнтовані на моделювання об'єкта дослідження за умов повсякчасної зміни вхідних даних. Згідно з розробками закордонних авторів інформаційні моделі виробничих процесів найбільш повноцінно дозволяє отримати функціональне моделювання на основі нотації ARIS eEPC (extended Event Driven Process Chain) – розширена нотація опису ланцюга процесу, який керує подіями. Нотація розроблена спеціалістами компанії IDS Scheer AG (Німеччина) під керівництвом професора Августа-Вільгельма Шеєра [3].

Для розуміння змісту eEPC достатньо розглянути основні типи об'єктів та зв'язків, які використовуються. Найпростішу модель eEPC, яка описує фрагмент виробничого процесу підприємства, показано на рис. 1, на якому зв'язки між об'єктами мають певний зміст і відображають послідовність виконання функцій в межах процесу. Стрілка, яка з'єднує об'єкти «Подія» та «Функція», «активує» чи ініціює виконання функції. Функція «створює» наступну подію, за якою слідує символ логічного «І», який запускає виконання наступних функцій.

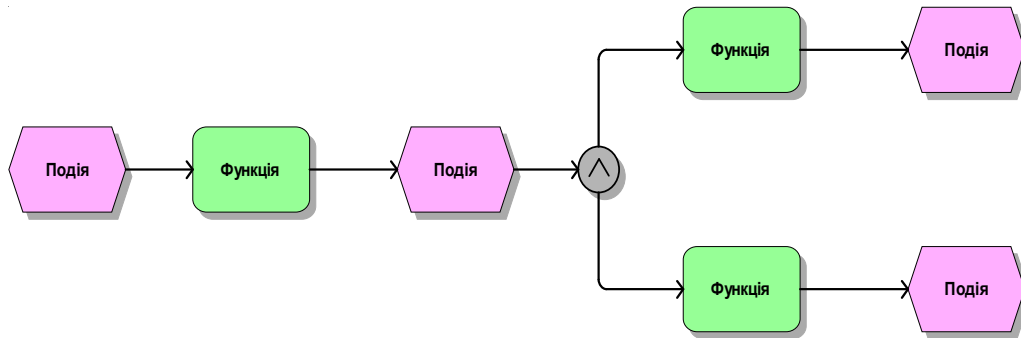


Рис. 1. Модель виробничого процесу, подана засобами ARIS eEPC

Нотація eEPC побудована на певних семантичних правилах опису:

- кожна функція має бути ініційована подією і завершена подією;
- у кожному функцію не може входити більше однієї стрілки, яка «запускає» виконання функції, і виходити не більше однієї стрілки, яка описує завершення виконання функції.

Моделі, які створюються в середовищі ARIS, являють собою сукупність знань про систему управління на підприємстві і включають організаційну структуру підприємства, склад та структуру документів, послідовність виконання процесів та ін. На відміну від інших інструментальних засобів ARIS зберігає всю інформацію в єдиному репозиторії, що забезпечує цілісність і несуперечливість процесу аналізу та моделювання [3].

Для використання функціонального моделювання на основі нотації ARIS eEPC необхідно проаналізувати взаємозв'язок ЗІЗ, яка пов'язана з прийняттям та виконанням замовлення. Так, основна інформація на етапі ведення переговорів із замовником є інформація про технічну спроможність і доцільність проектування та виготовлення виробу на підприємстві. Ця технічна спроможність полягає в такому:

- 1) аналіз можливостей забезпечення заданих характеристик виробу на основі існуючого чи запропонованого до впровадження технологічного процесу;
- 2) наявність вільних виробничих площ та обладнання, які відповідають заданим характеристикам технологічного процесу і забезпечують випуск певної кількості виробів.

Інформаційну модель аналізу та оцінювання виробничих замовлень, яка включає в себе множину даних, ресурсів та відділів, залучених до вирішення поставленої задачі, показано на рис. 2.

Таким чином, під інформаційною моделлю будемо розуміти модель об'єкта дослідження, що подана у вигляді інформації, яка описує суттєві для дослідження параметри і змінні величини об'єкта, зв'язки між ними, входи та виходи об'єкта і яка дозволяє через подання на модель інформації про зміни входних даних моделювати можливі стани об'єкта.

У результаті проведених досліджень інформаційних потреб у визначенні спроможності та доцільності виготовлення виробів за замовленням і оцінювання економічного обґрунтування виконання замовлення розроблена структура інформаційної моделі.

Проведення функціонального моделювання інтегрованими засобами ARIS дозволило подати цю інформаційну модель у вигляді системи взаємопов'язаних компонентів даних про продукцію підприємства, проектних даних, контрактів, технологічного процесу, матеріальних та трудових ресурсів, даних про обладнання.

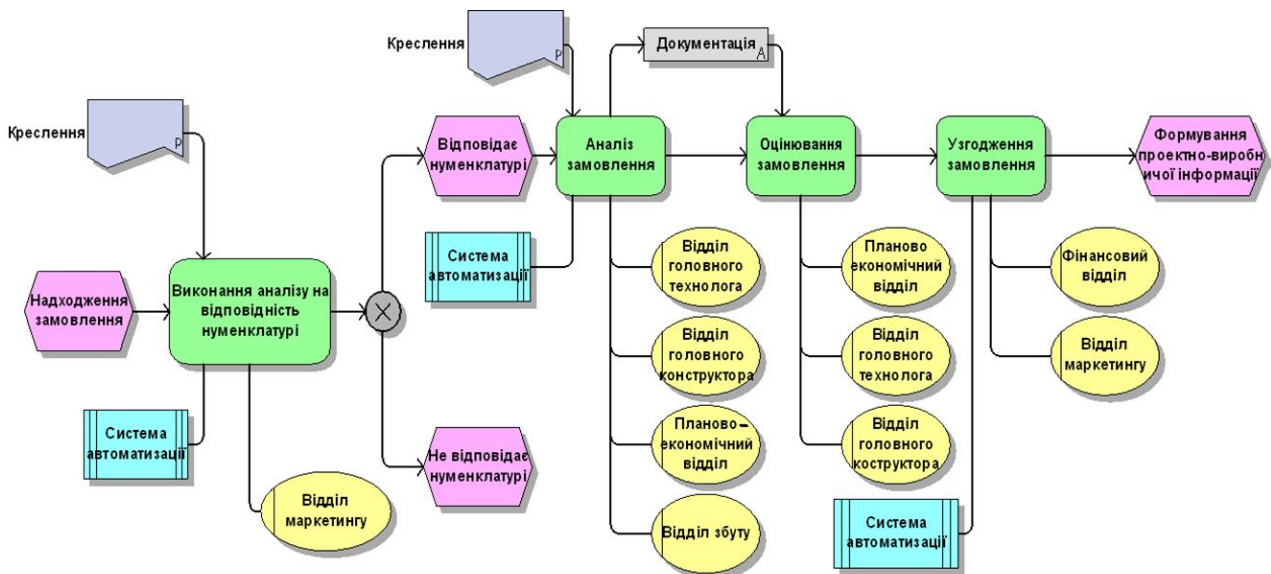


Рис. 2. Інформаційна модель аналізу та оцінювання виробничих замовлень

Основні переваги отриманої інформаційної моделі:

1. Технологічні операції розглядаються як сукупність матеріальних та інформаційних ресурсів.
2. Технологічне обладнання характеризується не тільки виконуваними функціями, але й технічними характеристиками, виробничою потужністю, а також і завантаженням.
3. Інформація за замовленням складається не тільки з проектних даних про виріб (характеристики, конфігурація), а й з даних про контракти, які визначають вимоги до характеристик виробів та завантаження обладнання.

**Висновки.** Отримані інформаційні моделі дозволяють формалізувати виробничі процеси, що ґрунтуються на аналізі, оцінюванні та прийнятті рішення щодо отриманого підприємством замовлення. Їх використовують для побудови інтегрованої підсистеми інформаційної підтримки прийняття рішень щодо виробничого замовлення промислових підприємств.

### Список літератури

1. Кончин А. Ф. Управление жизненным циклом продукции / А. Ф. Кончин, Ю. Ф. Овсянников, А. Ф. Стрекалов, С. В. Сумароков – М.: Анахарис, 2002. – 304 с.
2. Август-Вильгельм Шеер. Моделирование бизнес-процессов.: пер с англ. – М.: Весть-МетаТехнология, 2000. – 175 с.
3. Роб Дэвис и Эрик Брабендер. BPM для начинающих. Моделирование бизнеса с ARIS Design Platform: пер с англ., 2008. – 436 с.

П. Н. Павленко, Ю. В. Задонцев, В. В. Трейтяк.

#### Информационная модель производственного заказа

Рассмотрены основные аспекты построения информационной модели общей информации о заказе. Информационная модель, в свою очередь, в будущем будет использована для формализации и моделирования данных создаваемых методов и программирования разработанных программных модулей.

P. N. Pavlenko, U. V. Zadoncev, V. V. Treityak.

#### Information model of the industrial order

The basic aspects of construction of information model of the general information by request are considered. The information model in turn in the future will be used for formalisation and modelling data created methods and programming program modules.