

УДК 004.621



**Г.В. Носова,**  
викладач,  
Одеський національний  
політехнічний  
університет  
e-mail:



**О.В. Свириденко,**  
викладач,  
Одеський національний  
політехнічний  
університет  
e-mail:



**А.В. Горішня**  
викладач,  
Одеський національний  
політехнічний  
університет  
e-mail:

## МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ ПРОЕКТНИХ ДАНИХ PDM З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖНИХ МАГІСТРАЛЬНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

*Г.В. Носова, О.В. Свириденко, А.В. Горішня. Моделювання інформаційних потоків проектних даних PDM з використанням мережних магістральних телекомунікацій.* У статті розглядається формальний аналіз засобів транспортування проектних даних технологій PDM. Моделювання враховує фактори впливу на швидкість перепускання інформації та зміну вартості проектного рішення у випадках затримки передаваних проектних даних.

*G.V. Nosova, A.V. Sviridenko, A.V. Gorishnya. The modeling of information flows PDM project data-handling of use backbone network communications.* In the article the odds-posure analysis tools design data transport technologies PDM. Modemulation takes into account impacts on the seams, dkist information and change the value of design solution in cases of delay design data.

**Вступ.** Останнім часом просторові завдання макроопису магістральних каналів передачі проектних даних привертають все більший інтерес у зв'язку з поширенням прикладних комп'ютерних 3D технологій на виробництві [1-3].

Дана стаття присвячена розробці моделі формування інфопотоків в задачах Product Data Management (PDM) — управління проектними даними про виріб і оцінці її коефіцієнтів.

Серед найбільш популярних систем є такі як, PDM Euclid Design Manager та HELiOS PDM, що має функції управління потоками проектних даних, версіями проекту, взаємодією розробників, захист інформації, кон-

фігурація і адаптація версій системи для конкретних користувачів.

ІВМ створила систему ENOVIA, для моделювання та управління даними про виробу, про процеси і ресурси на різних етапах життєвого циклу виробничої продукції від концептуального проектування до експлуатаційного обслуговування [4].

Система SmarTeam має модулі СУБД (Interbase або Oracle), візуалізатор, модуль сполучення з різними САПР (в список входять SolidWorks, MDT, Inventor, Microstation, Solid Edge, Autodesk). Може розширюватися шляхом додавання модулів документообігу, інтеграції з ERP-, SCM- і CRM-системами, взаємодії з партнерами через мережу Internet [5].

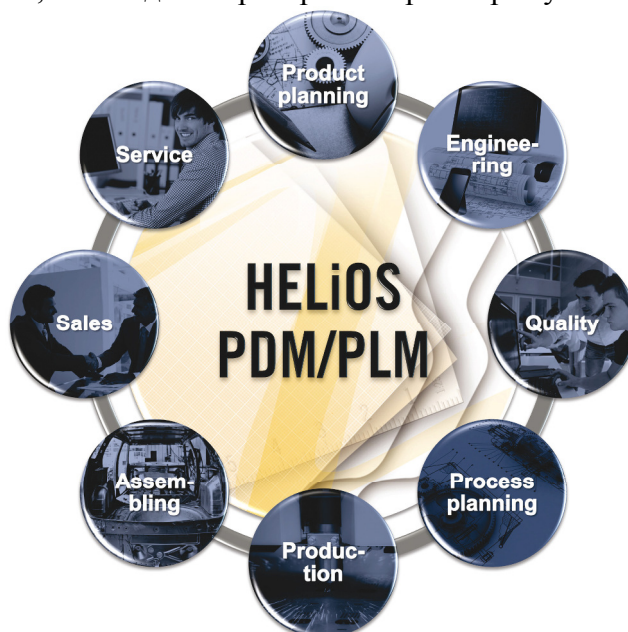


Рис. 1 Структура HELiOS PDM/PLM system

Розподілені на базі Web-технологій PDM системи управління даними такі як HELiOS PDM (Рис. 1) та інші сприяють інтеграції систем проектування, виробництва і управління всередині підприємства і дозволяє окремим фірмам об'єднуватися в віртуальні підприємства і потребують аналізу з боку програмно-апаратного забезпечення сучасними телекомунікаційними магістральними мережами [6].

#### **Постановка і формалізація задачі**

У сучасному виробництві ефективна організація життєвого циклу виробу нерозривно пов'язано з організацією PDM-системи як організаційно-технічної структури, яка забезпечує управління всією інформацією про виріб на циклі етапів.

У зв'язку з цим в якості вхідних даних для математичного моделювання роботи PDM-системи як інформаційної складової виробництва із застосуванням паралельних обчислень і високошвидкісних комп'ютерних мереж розглянемо географічну область простору в рамках України, на якій розподілені виробники і замовники деякого проектного виробу. Необхідно визначити просторове розташування інфопотоків з урахуванням неоднорідності географічної області і магістральних комутаційних вузлів проміжної обробки інформації в рамках використання стека протоколів TCP / IP моделі OSI в умовах повної інформатизації сучасного виробництва України.

Математично ця задача формалізується наступним чином:

Розглядається область  $U$  з кусочно-гладкою межею, для кожної точки  $(x,y) \in U$  визначені наступні величини:

$T(x, y, t)$  - щільність трафіку передачі даних,

$q(x, y, t)$  - щільність різниці обсягів переданої інформації і швидкості обробки на інформаційних вузлах і в інформаційних центрах замовника,

$w(x, y, t)$  - інтенсивність потоку даних,

$p(x, y, t)$  - ціна етапу (мікроетапу) проектного рішення,

$\{K_i(x, y)\}$  - набір параметрів території, що впливають на інфопоток проектних даних.

На межі області  $\partial U$  заданий потік  $w_{\partial U}(x, y, t)$  ( $(x, y) \in \partial U$ ).

Завдання полягає у визначенні  $T(x, y, t)$ ,  $w(x, y, t)$  і  $p(x, y, t)$  при заданих  $q(x, y, t)$ ,  $\{K_i(x, y)\}$  и  $w_{\partial U}(x, y, t)$

В якості основних параметрів території  $\{K(x,y)\}$  в задачі просторового розподілу потоків даних розглядаються швидкість переміщення проектних даних  $v(x,y)$  і вартість організації віртуального каналу в точці  $K(x,y)$ , отже справедливо наступне припущення, що:

$$\kappa \frac{\mathbf{w}}{|\mathbf{w}|} = \text{grad} p, \quad \text{всюди, де } \mathbf{w} \neq 0. \quad (1)$$

При цьому дане рівняння є модельним припущенням, що потік проектних даних спрямований по градієнту ціни, а модуль градієнта в точності дорівнює вартості передачі даних.

### **Побудова математичної моделі**

З огляду на те, що проектна інформація перетворюється в виріб, справедливий закон збереження зв'язує зміну щільності трафіку передачі даних, щільність різниці обсягів переданої інформації і швидкості обробки на інформаційних вузлах і в інформаційних центрах замовника.

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \operatorname{div} \mathbf{w} = q, \quad (2)$$

Динаміка ціни на виріб визначається різницею обсягів попиту  $D$  і пропозиції  $S$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \zeta(D - S), \quad (3)$$

де  $Z$  - деякий постійний коефіцієнт (залежить, взагалі кажучи, від типу виробу-товару).

З іншого боку, в припущенні, що немає штучних обмежень на реалізацію виробу, динаміка зміни щільності інфопотока також безпосередньо пов'язана з пропозицією і споживанням:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = S - D. \quad (4)$$

У свою чергу, необхідно запропонувати рівняння для  $\mathbf{w}$ . Для цього будемо виходити з наступної моделі транспортування проектних даних.

Припущення моделі

1. Транспортування проектних даних здійснюється провайдерами, кожен з яких володіє правами на мережеву магістраль (ММ).

2. Характеристиками ММ є: максимальна пропускна здатність  $m_e$ , підтримка протоколів FTP і середня надійність лінії  $P$ .

3. Кількість провайдерів, згодних передавати проектні дані пропорційно оплаті, одержуваної ними в одиницю часу (5).

$$n = S_T Y_c, \quad (5)$$

де  $n$  - щільність провайдерів (з їх ММ), передачі проектних даних,  $Y_c$  - дохід, що отримується в одиницю часу з одного ММ,  $S_T$  - коефіцієнт пропорційності.

Для визначення доходу  $Y_c$  розглянемо одновимірний випадок. Будемо вважати, що ММ рухається уздовж осі  $x$  з максимально можливою для нього на цій території швидкістю передачі даних  $v(x)$ , тоді  $Y_c$  вочевидь дорівнює

$$Y_c = m_e \frac{\partial p(x, t)}{\partial x} \frac{dx}{dt} = m_e v(x) \frac{\partial p}{\partial x}, \quad (6)$$

тобто дохід виникає під час руху завдяки наявності градієнта цін - здорожчання проектних даних при переході до нових етапів циклу проектування уздовж ММ. Природно, що при відмовах і претензіях до проектної інформації замовників під час руху у зворотний бік виріб дешевшає,

що, звичайно, не вигідно для підприємства. У двовимірному випадку

$$Y_c = m_e \left( \frac{\partial p(x, y, t)}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial p(x, y, t)}{\partial y} \frac{dy}{dt} \right) = m_e \mathbf{v}(x) \cdot \text{grad}p.$$

Припускаючи, що виробник прагне максимізувати одержуваний дохід, розумно зробити висновок, що він повинен рухатися в напрямку, який максимізує скалярний добуток  $\mathbf{v}(x,y) \cdot \text{grad}p$ , тобто по градієнту [7]. Це дозволяє записати вираз в скалярному вигляді:

$Y_c = m_e \mathbf{v}(x, y) |\nabla p|$ , де  $\mathbf{v}(x, y) = |\mathbf{v}(x, y)|$ . У свою чергу, з урахуванням (5) маємо  $n = S_T m_e \mathbf{v}(x, y) |\nabla p|$ .

Нарешті, якщо відомі ресурси провайдерів  $n$ , що транспортують дані, то можна обчислити загальну щільність інфопотока  $\mathbf{w}$ . Оскільки кожен провайдер транспортує  $m_e$  даних зі швидкістю  $\mathbf{v}(x, y)$ , то щільність інфопотока буде дорівнювати:

$$\mathbf{w}(x, y) = n(x, y) m_e \mathbf{v}(x, y) = S_T m_e^2 \mathbf{v}(x, y) |\nabla p| \mathbf{v}(x, y)$$

а з урахуванням того, що потік спрямований по градієнту ціни проекту, отримаємо такий вираз для інфопотока:

$$\mathbf{w}(x, y) = S_T m_e^2 v^2(x, y) \nabla p$$

В задачі необхідно врахувати, що існує небезпека втрати частини доходу у зв'язку з необхідністю сплати неустойок і інших технічних ризиків. Таким чином, в рівняння (6) розумно ввести множник  $\chi(x, y)$ , що дорівнює мат. очікуванню частки доходу, що залишився у проектувальника, тоді остаточне рівняння для інфопотоку матиме вигляд

$$\mathbf{w}(x, y) = \chi(x, y) S_T m_e^2 v^2(x, y) \nabla p \tag{7}$$

Дане рівняння дає зв'язок між щільністю інфопотока і градієнтом ціни. У зв'язку з тим, що множники при градієнті ціни явно залежать лише від властивостей території в термінах теореми Монжа, що дозволяє об'єднати їх в один множник  $k(x, y)$  [8], який можна назвати коефіцієнтом інфопроводності:

Тоді формула (7) запишеться у вигляді

$$k(x, y) = \chi(x, y) S_T m_e^2 v^2(x, y) \tag{8}$$

$$\mathbf{w}(x, y) = k(x, y) \nabla p \tag{9}$$

В результаті можна об'єднати рівняння (2) (3), (4) і (9) і отримати модель формування інфопотоків, що

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \zeta (\text{div}(k(x, y) \text{grad}p) - q) \tag{10}$$

описують динаміку ціни за проект. Необхідно зауважити, що рівняння для інфопотоков (9) якісно відрізняється від рівняння (1), оскільки воно фактично передбачає, що потік не тільки спрямований, але і пропорційний градієнту ціни проекту, що має цілком серйозні підстави, зазначені при виводі рівняння.

**Висновок.** Все зазначене дає підстави припускати, що вказані фактори впливу на динаміку транспортування проектних даних по інфопотокам істотно впливають на кінцевий результат життєвого циклу виробу в цілому. Подальші дослідження дозволять провести імітаційне моделювання інфопотоков з використанням системи Cisco Packet Tracer (Network Simulator) [9].

## Література

1. Гогунский, В. Д. Обоснование закона о конкурентных свойствах проектов [Текст] / В. Д. Гогунский, С. В. Руденко, П. А. Тесленко // Управління розвитком складних систем. – К. : КНУБА, 2012. – Вип. 8. – С. 13–15.
2. С.О. Якушенко, П.С. Носов. Проектні розрахунки та 3D моделювання двигунів внутрішнього згоряння у САПР Delcam PowerShape 2013// Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. Збірник наукових праць [Текст]. — Вип. 4(5) — Одеса: Наука і техніка, С. 165-179.
3. А.Е. Яковенко, П.С. Носов. Современные подходы в 3D моделировании ортезных приспособлений // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Харків, НТУ «ХПІ», 2014. – Вип. 9. – С. 229-235.
4. Каталог решений IBM Global Solutions Directory [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www-304.ibm.com/partnerworld/gsd/homepage.do>
5. PDM-система SmarTeam: этапы технической подготовки производства освоены. САПР и графика [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.sapr.ru/article.aspx?id=6845&iid=280>
6. HELIOS – The PDM/PLM system for safe corporate processes [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.isdgroup.com/en/products/helios.html>
7. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. – М.: Изд-во МГУ, 1983.
8. Feldman M., McCann R.J. Uniqueness and transport density in Moge’s mass transportation problem. // Calc.Var., 2002, 15, 81-113.
9. Packet-tracer in the Cisco Networking Academy[Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.netacad.com>