

УДК 69.057:658.5

Бобраков А.А.,  
Запорізька державна інженерна академія

## УРАХУВАННЯ МОЖЛИВОЇ ЗМІНИ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ФОРМУВАННІ ОРГАНІЗАЦІЙНО- ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ В БУДІВНИЦТВІ

*Наведено модель прийняття організаційно-технологічних рішень при управлінні системою ресурсного забезпечення будівельних проектів з урахуванням можливої зміни властивостей матеріалу, розглянуто організацію системи ресурсного забезпечення будівельних проектів з урахуванням втрати якості матеріалу з відповідною постановкою задачі оптимізації показників ефективності системи ресурсно-календарного забезпечення.*

*Ключові слова: ресурсно-календарне забезпечення, організаційно-технологічні рішення, властивості матеріалу, проект.*

**Актуальність.** Все більше набуває актуальності підхід до розгляду логістичних рішень ресурсно-календарного забезпечення будівництва [2, 3], як до науково-практичної системи функціонування будівельного підприємства (БП), що полягає в ефективному управлінні матеріальними та інформаційними потоками в сферах будівельного виробництва і обігу, на підставі чого, можливо виділити дві особливості існування виділеної системи:

- перша особливість пов'язана з поняттям інжинірингу і стосується проблем функціонування інформаційно-керуючих систем [4], експлуатації наявних потужностей БП і її транспортного парку;
- друга особливість стосується, безпосередньо, організації та управління матеріальними потоками і зводиться до аналізу взаємовпливу організаційно-технологічних факторів в процесі функціонування системи будівельного проекту [1].

Тому система логістичних рішень ресурсно-календарного забезпечення (РКЗ) перебудови, реконструкції (реставрації) і будівництва розглядається в двох аспектах [3]: організаційному і технологічному. При організації управління постачанням - організація матеріального потоку і забезпечення збуту є предметом організації будівельного виробництва. При вдосконаленні технологій транспортних перевезень, складського господарства, інформаційного забезпечення, планування і контролю оптимізуються витрати на вирішенні кожного з цих питань, і, оптимізація є предметом технологічного процесу.

При цьому різноманіття логістичних рішень в системі ресурсно-календарного забезпечення функціонування БП визначає специфіку організації та вдосконалення управління матеріальними потоками [2]. До таких систем досить складно підійти з уніфікованих позицій, тобто шляхом використання типових проектних рішень, як в області інформаційно-комунікаційних технологій, так і в плані моделей управління матеріальними потоками та організації виробництва.

Тому виникає необхідність вирішення завдань, пов'язаних з удосконаленням теоретико-методологічної бази пошуку і прийняття логістичних рішень в системі ресурсно-календарного забезпечення функціонування БП, з урахуванням принципів і форм організації інтегрованих логістичних систем (ЛС) і процесів в будівництві, їх інформаційних систем і технологій управління матеріальними запасами, оперативного постачання тощо. Вищевикладене визначає актуальність обраного напрямку наукових досліджень.

**Мета:** розробити модель прийняття організаційно-технологічних рішень при управлінні системою ресурсного забезпечення проектах перебудови будівель і споруд виробничого призначення з урахуванням можливої зміни властивостей матеріалу.

**Матеріал дослідження.** Потрібно зазначити, що у моделі багатокритеріальної оптимізації параметрів ефективності застосування існуючої ЛС РКЗ проекту із урахуванням впливу техногенних факторів (ВТФ) було зроблене припущення, що ресурси, які використовуються не змінюють своїх властивостей і тому, можливі одночасні витрати на організацію, впровадження ЛС РКЗ проекту та забезпечення проектах перебудови будівель і споруд виробничого призначення (ППБС ВП) ресурсами. Але у разі втрати якості матеріалу (старіння, псування, ВТФ тощо) через деякий проміжок часу після його доставки матеріал псується і в якийсь момент запаси системи РКЗ ППБС ВП зменшуються та прагнуть до нульового значення. Тому постачання зіпсованого матеріалу необхідно повторювати ще й ще, до моменту попиту. Таким чином, необхідно виконати щонайменше 2 поставки, що вносить свої корективи у розроблену ЛС РКЗ та ускладнює своєчасне забезпечення проекту необхідними матеріалами та збільшує проектні витрати. Розглянемо зазначені особливості у запропонованих моделях оцінки ЛС РКЗ. Особливістю математичної постановки буде те, що однієї поставки у момент часу  $t$  буде недостатньо для задоволення ВТФ та попиту, який виникне пізніше.

Припустимо, що деякий матеріал, який було доставлено в момент часу  $t$  у кількості  $O^m$ , після зберігання на протязі деякого часового відрізка, починає

втрачати свої властивості у момент часу  $\tau - t$ . Тоді фактична, з точки зору попиту із первинними властивостями, кількість матеріалу становить:

$$O^m(\tau) = O^m \cdot \alpha \cdot (\tau - t) \quad (1)$$

де функція  $\alpha(\tau - t) = \alpha(Q)$  має наступні властивості:  $\alpha(0) = 1$  та  $\alpha(Q) \rightarrow 0$  при  $Q \rightarrow \infty$ .

Враховуючи експоненціальний розподіл змінної часу, запишемо вираз для залежності потрібної кількості від часу:

$$O_i^m = O_0^m \cdot \exp[-\varphi_{\text{ЛР}} \cdot |i - Y| \cdot \Delta t] \quad (2)$$

де  $T_{\text{ср}} = Y \cdot \Delta t$  - середнє значення часу  $T$ ,

$\varphi_{\text{ЛР}}$  - логістичний параметр управління.

Змісту виразу (2) досить просто логічно пояснюється – найбільша поставка має відбуватися у найближчий момент часу до очікуваного попиту. В моменти часу, які віддалені від математичного очікування, величина ресурсного потоку має бути зменшена. У свою чергу, аналіз взаємозв'язку параметрів  $O_0^m$ ,  $\varphi_{\text{ЛР}}$  та  $\Delta t$  дав наступні узагальнення:

1) якщо доволі часто підвозити необхідний матеріал (значення  $\Delta t$  мале у порівнянні із досить великим  $Y$ ), то витрати будуть зростати; якщо значення  $\Delta t$  велике (тобто рідко підвозити), то є небезпека, що матеріал майже втратить необхідну якість або його практично не залишиться до моменту попиту;

2) якщо значення  $O_0^m$  мале, то наявної кількості матеріалу не вистачить і доведеться доставляти додаткову кількість з бази; якщо  $O_0^m$  велике, то витрати на доставку з бази будуть великими і частина матеріалу залишиться не використаною;

3) управління інтенсивністю підвезення матеріалу необхідно здійснювати шляхом варіювання параметром  $\varphi_{\text{ЛР}}$  - при малому  $\varphi_{\text{ЛР}}$  витрати будуть великими, так як поставка матеріалу з бази кожного разу буде здійснюватися в однаковому обсязі; при великому  $\varphi_{\text{ЛР}}$  існує небезпека залишитися в момент попиту без матеріалу;

4) рішення залежить від функції, яка описує динаміку зміни якісних властивостей матеріалу; якщо динаміка зміни властивостей матеріалу яскраво виражена, то зростає ймовірність отримання значних непередбачуваних додаткових витрат, так як крім того, що необхідну кількість матеріалу доведеться доставляти з бази, ще будуть витрати на додаткову доставку матеріалу, який швидко втрачає свої властивості.

Таким чином, модель визначення раціональності ЛС РКЗ проекту у функціональному вигляді, у якій в якості критеріїв мають бути застосовані параметри організації системи ресурсного забезпечення ППБС ВП. Тому у

роботі було розроблено відповідну модель, яка описується наступною постановкою у вигляді системи рівнянь (для  $L = 0$ ):

$$\left\{ \begin{array}{l} \Psi(L) = \lambda_{БМР} \cdot L^2 - \text{функція ВТФ}; \\ \Psi_2(L) = \eta \cdot \exp(-\eta \cdot f) - \text{функція розподілу величини попиту}; \\ \Psi_3(T) = \sigma \cdot \exp(-\sigma \cdot T) - \text{функція розподілу моменту часу } T; \\ t_i = i \cdot \Delta t, \quad i = 1, 2, \dots; - \text{моменти часу ресурсних поставок}; \\ O_i^m = O_0^m \cdot \exp(-\varphi \cdot |t_i - T_{cp}|) - \text{залежність потрібної кількості матеріалу від часу}; \\ \alpha(Q) = \exp(-\Delta \cdot Q) - \text{функція втрати якості матеріалом}. \end{array} \right. \quad (3)$$

З урахуванням рівнянь системи (3) отримано систему визначення можливих витрат для випадків зміни якості матеріалів:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_2 = \lambda_{БМР} \cdot Z_{cp} \cdot \{(1 - J_1 - J_2) \cdot (M^2 + D) + J_1 [(M + L_{ПП})^2 + D]\} \\ J_1 = \sum_{m=0, \infty} I_{1m} \cdot \exp(-\sigma \cdot m \cdot \Delta t) \cdot [1 - \exp(-\sigma \cdot \Delta t)] \\ J_2 = \sum_{m=0, \infty} I_{2m} \cdot \exp(-\sigma \cdot m \cdot \Delta t) \cdot [1 - \exp(-\sigma \cdot \Delta t)] \\ I_{1m} = \exp[-Q_m \cdot \exp(-\Delta \cdot \Delta t / 2)] \cdot \exp[-\sigma \cdot (m + 1/2) \Delta t] \\ I_{2m} = Q_m \cdot \exp(-\Delta \cdot \Delta t / 2) \cdot \exp[-Q_m \cdot \exp(-\Delta \cdot \Delta t / 2)] \cdot \exp[-\sigma \cdot (m + 1/2) \Delta t] \end{array} \right. \quad (4)$$

де -  $Q_m = O_m^m / Z_c = Q \cdot \exp(-\varphi |i - Y| \cdot \Delta t)$ .

Провівши необхідні математичні перетворення отримуємо, що показник  $\Pi_{ЛС-РКЗ}(\alpha(Q))$  у цьому випадку буде мати значення:

$$\Pi_{ЛС-РКЗ} = N_1^4 / N_2^4 \quad (5)$$

$$N_1^4 = \frac{\lambda_{БМР} [(M + L_{ПП})^2 + D] \cdot \sigma}{(\sigma + \beta)}$$

де

$$N_1^4 = B \cdot L_{ПП} \cdot Q_0 \cdot S(\varphi, \Delta t) + \lambda_{БМР} \cdot \{(1 - J_1 - J_2) \cdot (M^2 + D) + J_1 \cdot [(M + L_{ПП})^2 + D]\}$$

Знаменник виразу (5) залежить від необхідних параметрів організації системи ресурсного забезпечення ППБС ВП -  $Q_0$ ,  $\varphi$  та  $\Delta t$ .

**Висновок.** Розроблено модель прийняття організаційно-технологічних рішень при управлінні системою ресурсного забезпечення ППБС ВП з урахуванням можливої зміни властивостей матеріалу, що призвело до необхідності розгляду стратегії організації системи ресурсного забезпечення

ППБС ВП з урахуванням втрати якості матеріалу з відповідною постановкою задачі оптимізації показників ефективності системи РКЗ, а також дослідження умов прийнятності ЛС організації системи РКЗ проекту та розробкою методики розрахунку оптимального розміщення ресурсів.

### **Перелік використаної літератури:**

1. Антипенко Є.Ю. Моделирование ресурсных потоковых характеристик строительных проектов / Антипенко Є.Ю., Приходько Д.О., Бобраков А.А. та ін. // Управління розвитком складних систем. Збірник наукових праць. – Київ: КНУБА, 2010. – Вип.4. – С.5-9.
2. Бобраков А.А. Удосконалення логістичних рішень ресурсно-календарного забезпечення перебудови будівель та споруд виробничого призначення: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 / Бобраков Анатолій Анатолійович ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. - К., 2012. - 20 с.
3. Бобраков А.А. Ресурсне забезпечення об'єктів будівництва в організаційно-технологічних моделях / А.А. Бобраков // Матеріали Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційний розвиток України - 2007». – Київ: ТОВ «Ультрадрук». – С. 62-67.
4. Доненко В.І. Теоретико-методологічний комплекс забезпечення адаптивного розвитку будівельних організацій: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 / Доненко Василь Іванович ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. - К., 2011. -40 с.

### **Аннотація**

Представлена модель прийняття організаційно-технологічних рішень при управленні системою ресурсного забезпечення проектів реконструкції (нового будівництва) з урахуванням можливого змінення властивостей матеріалу, розглянута організація системи ресурсного забезпечення будівельних проектів з урахуванням втрати якості матеріалу з відповідною постановкою задачі оптимізації показників ефективності системи ресурсно-календарного забезпечення.

Ключевые слова: ресурсно-календарное обеспечение, организационно-технологические решения, свойства материала, проект.

### **Annotation**

The model of organizational decision-making process in the management system of resource allocation in reconstruction projects (new construction), taking into account possible changes in material properties. Consider the organization of resource allocation in construction projects including the loss of quality of the material with an appropriate formulation of the problem of optimizing the efficiency of resource and calendar schedule.

Keywords: resource and calendar schedule, material properties, project.