

Ю.А. Чуприна

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

## ОРГАНИЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТА ПРОДУКЦІЇ

Практична реалізація поставленої задачі дозволить прогнозувати формування загальної картини перерозподілу якості будівельної продукції з урахуванням нерівномірності розбиття досліджуваної конструкції чи фронту робіт.

**Ключові слова:** прогнозування, показник якості, вагові коефіцієнти, система рівнянь, модель

ОРГАНИЗАЦИОННО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ  
КАЧЕСТВА  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
ПРОЦЕССОВ И ПРОДУКЦИИ

Практическая реализация поставленной задачи позволит прогнозировать формирование общей картины перераспределения качества строительной продукции с учетом неравномерности разбиения исследуемой конструкции или фронта работ.

ORGANIZATIONAL AND  
TECHNOLOGICAL  
FORECASTING MODEL LEVEL  
OF QUALITY MANUFACTURING  
PROCESSES AND PRODUCTS

Practical implementation of the task will predict formation of redistribution of the picture quality building products including uneven partitioning study design or front work.

### Постановка проблеми

Очевидно, аналіз якості великих об'ємів будівельного виробництва потребує вирішення низки проблем, пов'язаних зі звичною неоднорідністю будівельних конструкцій та фронту робіт, необхідного для виконання цих конструкцій. Базуючи логіку розрахунку на уже запропонованих алгоритмах[7], можна дійти висновку, що для адекватного відображення пріоритету кожного окремо взятого компонента загального об'єму робіт, необхідно враховувати не лише технологічні особливості виконуваних у їх межах несучих конструктивних елементів, огорожувальних конструкцій і елементів розділу внутрішнього простору, а й їх геометричні особливості та порядок виконання у часі.

### Мета статті

Мета статті практична реалізація поставленої задачі, яка дозволить прогнозувати формування загальної картини перерозподілу якості будівельної продукції з урахуванням нерівномірності розбиття досліджуваної конструкції чи фронту робіт. Необхідно привласнити кожному із показників якості окремих об'ємів робіт групи факторів впливу[7], яка має бути функцією від об'єму конкретного фрагменту, його площі контакту із іншими суміжними об'ємами, та поетапності зведення кожного із зазначених компонентів у разі необхідності.

### Виклад основного матеріалу

Позначивши пріоритет деякого  $i$ -го показника якості літерою  $\alpha_i$ , запишемо модифіковану формулу для визначення власне самого показника якості, із урахуванням надання пріоритетності суміжним із даним  $K$  попереднім та  $N$  суміжним об'ємам робіт:

$$\xi_p = \left( \sum_{j \in H}^N \alpha_j \xi_j + \sum_{j \in H}^K \alpha_{Wj} \xi_{Wj} + \alpha_M \xi_M + \theta \right) (M \alpha_i \xi_i) \quad (1)$$

де  $\alpha_j$ ,  $\alpha_{Wj}$  та  $\alpha_M$  – це відповідно позначення пріоритетів якостей суміжних об'ємів робіт, передуючих робіт та показника якості застосовуваної у виробничому процесі сировини (матеріалів).

Перепишемо останнє рівняння в такому вигляді:

$$\xi_p = \sum_{j \in H}^N \beta_j \xi_j + \sum_{j \in H}^K \beta_{Wj} \xi_{Wj} + \beta_M \xi_M + \beta \theta + \xi_i \quad (2)$$

Тут усі коефіцієнти позначені літерою  $\beta$  являють собою вагові коефіцієнти, що становлять:

$$\beta_j = \frac{\alpha_j}{N + R} \quad (3)$$

$$\beta_{w_p} = \frac{\alpha_{w_p}}{N + R}, \quad (4)$$

$$\beta_M = \frac{\alpha_M}{N + R}, \quad (5)$$

$$\beta_O = \frac{I}{N + R}. \quad (6)$$

Вагові коефіцієнти в цьому випадку визначатимуться за формулою:

$$\beta_j = \beta_{w_p} = \beta_M = \beta_O = \frac{I}{N + R} \quad (7)$$

Однак, виходячи з того, що урахування пріоритетності об'ємів робіт формулою (2.19) не передбачається, тобто:

$$\alpha_j = \alpha_{w_p} = \alpha_M = \alpha_O = I \quad (8)$$

сума вагових коефіцієнтів якостей суміжних робіт, передуючих робіт та використаного матеріалу завжди відповідає одиниці. Математично ця властивість записується так:

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{j=1}^N \alpha_j}{N + R} + \frac{\sum_{p=1}^K \alpha_{w_p}}{N + R} + \frac{\alpha_M}{N + R} = \\ = \frac{N}{N + R} + \frac{K}{N + R} + \frac{1}{N + R} = 1 \end{aligned} \quad (9)$$

або:

$$\sum_{j=1}^N \beta_j + \sum_{p=1}^K \beta_{w_p} + \beta_M = \sum_{k=1}^{N+R} \beta_k = I. \quad (10)$$

Як бачимо, до рівності (10) входять лише вагові коефіцієнти тих компонентів системи, які є взаємно залежними і не впливають один на одній однобічно. Кожен із цих компонентів строго відповідає певній (існуючій) конструкції або визначеному об'єму конструктивних елементів загального (глобального) об'єкта чи повному фронту робіт, тим самим визначаючи його топологічний еквівалент, який у представленому в даній роботі вигляді є інтерпретаційним графом. Відтак, виходячи із загальних принципів чисельного моделювання, можемо зробити висновок, що виконання умови (10) є гарантією монотонної збіжності розв'язку системи

рівнянь типу:

$$\xi_i = \left( \sum_{j=1}^N \xi_j + \sum_{p=1}^K \Xi_{w_p} + \Xi_M + \vartheta_i \right) / (N + R) + \Omega_i.$$

Математично введення впливу зовнішніх чинників у формулу для розрахунку  $i$ -го показника якості здійснюватиметься сумуванням даного показника якості із відповідною йому величиною відсотку якості зумовленого зовнішніми факторами до очікуваного шуканого результату.

Більше того, для збереження властивості «середнього зваження» (7) усіх суміжних робіт, попередніх робіт, якості матеріалу і впливу внутрішніх чинників у сукупності необхідним і достатнім є виконання ще однієї умови, яка є наслідком рівності (9):

$$\sum_{j=1}^N \alpha_j + \sum_{p=1}^K \alpha_{w_p} + \alpha_M = \sum_{k=1}^{N+R} \alpha_k = N + R \quad (11)$$

Виходячи із усього наведеного, ми надалі визначатимемо пріоритети окремих об'ємів робіт та відповідні їм вагові коефіцієнти таким чином, щоб залишалось незмінним виконання умов (10) та (11), в тому числі і для виразів типу (2).

Для загального скорочення записів ми, враховуючи вирази (10) та (11), надалі користуватимемося спрощеними формами запису рівностей (1) та (2):

$$\xi_i = \left( \sum_{k=1}^{N+R} \alpha_k \cdot \xi_k + \vartheta_i \right) / (N + R) + \Omega_i \quad (12)$$

та

$$\xi_i = \sum_{k=1}^{N+R} \beta_k \cdot \xi_k + \beta_O \cdot \vartheta_i + \Omega_i. \quad (13)$$

У формулах (12) та (13) й надалі ми не розрізнятимемо у своїй математичній трактовці сутність якісного показника, користуючись лише його положенням у загальній топологічній картині інтерпретаційного графа. Тому під загальним позначенням  $\xi_k$  будемо розуміти не лише якості суміжних робіт, а й попередніх робіт  $\Xi_{w_p}$  і якість сировини  $\Xi_M$ . Надалі будь-який показник якості  $\xi_k$  називатимемо суміжним із даним. Прийняті на початку попереднього розділу позначення зберігатимуться при побудові власне інтерпретаційного графа.

Розглянемо деякі випадки визначення пріоритету та вагових коефіцієнтів окремих показників якості компонентів будівельної

продукції з урахуванням їх геометричної форми та об'єму.

Коли мова йде про вплив якості виконання деякої суміжної захватки будівельного майданчика на дану, або вплив на неї захватки віднесеної до передуючих робіт, то з усіх можливих геометричних параметрів в першу чергу найбільшу роль відіграватиме площа контакту цих захваток. Надалі площу контакту даної  $i$ -ї ділянки, якість якої досліджується, із деякою  $k$ -ю ділянкою суміжних робіт позначатимемо:  $S_{i,k}$ . Під площею контакту розумітимемо усереднений показник площі поверхонь тих конструктивних елементів або ту площу фронту робіт, що можна віднести як до однієї так і до другої із суміжних об'ємів досліджуваної конструкції або процесу.

Якщо на пріоритет суміжних об'ємів робіт впливають лише площі їх контакту з даною, то перший визначатиметься як відсоткова частка-відношення площі контакту даного  $k$ -го і досліджуваного  $i$ -го об'ємів робіт до загальної контактної з усіма іншими об'ємами площі  $i$ -го об'єму:

$$\alpha_k = \frac{S_{i,k}}{\sum_{k=1}^{N+R} S_{i,k}} \quad (14)$$

Для виконання умови (11) слід змінити вираз (14) наступним чином:

$$\alpha_k = \frac{S_{i,k}}{\sum_{k=1}^{N+R} S_{i,k}} \cdot (N + R) \quad (15)$$

Очевидно, що в такому випадку вагові коефіцієнти, відповідні останньому виразу розраховуватимуться за формулами:

$$\beta_k = \frac{S_{i,k}}{\sum_{k=1}^{N+R} S_{i,k}}; \quad (16)$$

$$\beta_0 = \frac{I}{N + R} \quad (17)$$

Якщо на пріоритет суміжних об'ємів робіт впливають не лише площі їх контакту з даною, а й об'єми даних ділянок, то сам пріоритет визначатиметься як відсоткова частка-відношення

добутку площі контакту даної  $k$ -ї і досліджуваної  $i$ -ї частки робіт на суму їх об'ємів ( $V_i$  та  $V_k$ ) до загальної суми добутків контактної з усіма іншими частками площі  $i$ -ї частки на суми відповідних об'ємів:

$$\alpha_k = \frac{S_{i,k} \cdot (V_i + V_k)}{\sum_{k=1}^{N+R} S_{i,k} \cdot (V_i + V_k)} \quad (18)$$

Для виконання умови (11) слід змінити вираз (18) наступним чином:

$$\alpha_k = \frac{S_{i,k} \cdot (V_i + V_k)}{\sum_{k=1}^{N+R} S_{i,k} \cdot (V_i + V_k)} \cdot (N + R) \quad (19)$$

Очевидно, що в такому випадку вагові коефіцієнти, відповідні останньому виразу розраховуватимуться за формулами:

$$\beta_k = \frac{S_{i,k} \cdot (V_i + V_k)}{\sum_{k=1}^{N+R} S_{i,k} \cdot (V_i + V_k)}; \quad (20)$$

$$\beta_0 = \frac{I}{N + R} \quad (21)$$

Не складно помітити повну ідентичність формул (14) і (16) та формул (18) і (20). Тому рівність (13) для запропонованих варіантів визначення вагових коефіцієнтів може також мати таку форму запису:

$$\xi_i = \sum_{k=1}^{N+R} \alpha_k \cdot \xi_k + \beta_0 \cdot \vartheta_i + \Omega_i \quad (22)$$

В даній роботі ми обмежимося саме таким уявленням про задання пріоритетів окремим об'ємам робіт.

Для практичної реалізації послідовності математичних дій, які дозволяють прогнозувати формування загальної картини перерозподілу якості будівельної продукції з урахуванням нерівномірності розбиття досліджуваної конструкції чи фронту робіт, сформуємо такий розрахунковий алгоритм.

*Алгоритм\*:*

1. Загальний досліджуваний об'єм будівельної продукції чи фронт робіт необхідно умовно розбити

на окремі компоненти у вигляді довільних багатогранників довільного об'єму та геометричної форми.

2. Відповідно до характеру впливу множини внутрішніх та зовнішніх факторів на окремі показники якості фрагментів загального об'єму робіт, необхідно визначити результуючі значення відсотків якості, на які дані фактори можуть змінити загальний перерозподіл усієї остаточної якості продукту. Кожен показник впливу внутрішніх факторів має визначатися за формулами. Кожен показник впливу зовнішніх факторів

$$\vartheta_i = \sum_{q=1}^U \theta_{q,i} \text{ має визначатися за формулами}$$

$$\Omega_i = \sum_{p=1}^U \sigma_{p,i}$$

3. Відповідно до виконаного розбиття, необхідно побудувати загальний інтерпретаційний граф якості остаточної готової продукції.

4. Кожному із компонентів розбиття необхідно привласнити певний пріоритет та ваговий коефіцієнт, причому відносно кожного окремо взятого об'єму робіт, користуючись формулами (17) і (16) або (20), взаємно від обраної схеми розрахунку.

5. Виходячи з топології побудованого графа та прийнятих вагових коефіцієнтів, необхідно скласти систему рівнянь типу (13), які попередньо (як і у інших алгоритмах) мають бути зведені до неявної форми запису:

$$\xi_i - \sum_{k=1}^{N+R} \beta_k \cdot \xi_k - \beta_0 \cdot \vartheta_i - \Omega_i = 0 \quad (23)$$

6. Одержану систему слід розв'язати відносно невідомих шуканих показників якості окремих компонентів загального об'єму робіт.

7. Результати одержані в процесі розрахунку необхідно піддати аналізу у формі операції

$$\text{нормування. } \xi_i = \begin{cases} \xi_i, & \text{якщо : } \xi_i \leq \xi_{MAX}; \\ \xi_{MAX}, & \text{якщо : } \xi_i > \xi_{MAX}. \end{cases}$$

У випадку, якщо таких обмежень не встановлено, обчислення необхідно припинити пунктом 6.

## Висновок

Зручність застосування алгоритму\* виявляється не тільки у можливості врахування

нерівномірності розбиття загального фронту робіт у глобальній постановці задачі, а й у його гнучкості та необмеженості відносно геометричних просторових параметрів досліджуваного об'єкта. Окрім того є можливим і навіть доцільним (у окремих випадках) застосування запропонованої методики у задачах локального розрахунку показників якості окремих захваток, на яких виконуються комплексні або поетапні роботи.

## Список літератури

1. Басакер. Р.Т СААТИ Конечные графы и сетевые. Научное пособие.– М. 1974.–368с.
2. Берж К. Теория графов и ее приложения– М.: ИЛ, 1962 –. 320с.
3. Салий В.Н. Богомолов Алгебраические основы теории дискретных систем: Учебное пособие – М.: 1999. - 185с.
4. Боятянский В.Г, Ефремович В.А. Наглядная топология – М.: Наука 1982 – 160с.
5. Самарский А.А, Гулин А.В, Численные методы: учебное пособие для вузов– М: Наука, 1989– 432с.
6. Барановский Е.П. Начальные главы дискретной геометрии геометрии. Статистичні методи підвищення якості / Под ред. Хотосі Кумі - М.: «Фінанси та статистика», 1990.
7. Новицький Н.І., Олексюк В.М. Управління якістю продукції: Учеб. посібник для студентів вузів.– Мінськ. 2003р. ІСО 9000-2: 1993. Загальне керівництво якістю і стандарти по забезпеченню якості. Частина1. Загальні керівні вказівки по застосуванню ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003
8. Чуприна Ю.А. Управління розвитком складних систем, зб. наук. праць. – вип. №8. – К.: КНУБА 2011–С. 133.

Стаття надійшла до редколегії 15.04.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.О. Поколенко, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.