

УДК 65.011.4:658.562:69.003.13

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2023.43.6>**Постернак І.М.**

к.т.н., доцент, доцент кафедри організації будівництва та охорони праці,  
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса  
ORCID ID: 0000-0002-5274-8892

**Постернак С.О.**

к.т.н., доцент, технічний спеціаліст,  
ПП «Композит», м. Одеса  
ORCID ID: 0000-0003-0890-4963

**Постернак О.С.**

здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр» ОПП «Будівництво та цивільна інженерія»,  
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса  
ORCID ID: 0000-0002-4568-9943

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ БУДІВНИЦТВОМ ГРУПИ ОБ'ЄКТІВ У СКЛАДІ «КНТК МЕРЕК»

**Анотація.** Оцінка ходу виконання робіт є основою для оцінки управління будівництвом. Управлінська експертиза визначається як дослідження якості процесу управління та висновок про нього висновку, що використовується з метою подальшого впливу як на об'єкт управління, так і (або) на суб'єкт управління. У роботі використаний метод календарного планування для організації будівельного виробництва. Для заданих комплексів робіт розробляється календарний план зведення групи об'єктів у формі мережевої моделі. Це шість комплексів робіт зі зведення трьох об'єктів, які в даному плановому періоді перебувають у різній стадії готовності. Перший і другий об'єкти перехідні – у даному плановому періоді на першому об'єкті виконуються оздоблювальні роботи (комплекс робіт В), на другому – зводиться надземна частина і здійснюються оздоблювальні роботи (комплекс робіт Б і В), а третій об'єкт – основний, зведення якого починається і завершується в даному плановому періоді (виконуються комплекси робіт А, Б і В). Ефективність управлінських рішень при моделюванні ходу будівництва об'єктів у роботі «Корпоративного науково-технічного комплексу містобудівної енергореконструкції «КНТК МЕРЕК», оцінюється критерієм, який характеризує «ціну» скорочення при ліквідації зривів. Як відомо, трудові ресурси обмежені і в роботі вони фіксовані. При ліквідації зривів необхідно прагнути до мінімізації їх використання. Скорочення термінів будівництва групи об'єктів при цьому повинно бути максимальне. Коефіцієнт  $k$  був розрахований після кожного знімання інформації та проаналізований. Після першого знімання інформації відставання склало 23 дні. Задля ліквідації зривів додали порцію трудових ресурсів  $\Sigma \Delta N = 12$  робітників. Ціна скорочення склала  $k = 1,92$ . Після другого знімання інформації сумарно отримали зриви на 12 днів, для даної ліквідації додали  $\Sigma \Delta N = 5$  робітників. Ціна скорочення склала  $k = 2,4$ . Виходячи з «ціни» ліквідації зривів, можна стверджувати, що управлінські рішення були прийняті досить ефективно.

**Ключові слова:** оцінка якості управління, оперативне управління будівництвом, мережеве моделювання, будівельні роботи, корпоративний науково-технічний комплекс.

**Постановка проблеми.** Житловий фонд міста Одеси досить різноманітний [1, 2]. Така різноманітність зумовлена зміною в часі таких характеристик та параметрів, як призначення, архітектурно-планувальне рішення,

конфігурація в плані, наявність інженерних мереж, кількість поверхів, розміщення будівлі на ділянці та інше. Усі ці ознаки зазнавали значних змін з часом через розвиток потужності та можливостей будівельної бази,

функціональних вимог, будівельних традицій та тенденцій [3, 4].

**Аналіз останніх досліджень.** Оцінка ходу виконання робіт є основою для оцінки управління будівництвом [2,5...9]. Управлінська експертиза визначається як дослідження якості процесу управління та винесення про нього мотивованого висновку, що використовується з метою подальшого впливу як на об'єкт управління, так і (або) на суб'єкт управління [8]. Основною метою управлінської експертизи є оцінка якості системи управління в цілому, тобто всієї сукупності елементів, а саме: суб'єкта й об'єкта управління, зв'язаних циркулюючими між ними інформаційними потоками. Прагматичною метою управлінської експертизи є підвищення ефективності і якості управління об'єктами нерухомості на всіх етапах їхнього життєвого циклу.

Визначальним аргументом будь-якого процесу взагалі й управлінського, зокрема, є час [8]. Із цього витікає, що під дослідженням будь-якого процесу розуміється динамічне фіксування його істотних характеристик у часі [5, 6, 9]. Сукупність динамічних характеристик об'єкта управління умовно визначається як управлінська траєкторія [10]. Планувальна траєкторія управління виходить на основі фактичного визначення початкового стану об'єкта управління й передбачуваного прогнозу його стану в майбутньому. У загальному випадку під дією неврахованих впливів між планувальним станом об'єкта управління і його фактичними характеристиками буде розбіжність, інакше кажучи, дивергенція. Величина розбіжності фактичного стану й планованого є, з одного боку, основою для висновку по якості управління, а з іншого боку – основою в прийнятті відповідного управлінського рішення. Для управлінської експертизи важливим є системний підхід, що орієнтує на комплексну оцінку всіх істотних характеристик об'єкта управління.

Завдання, що стоять перед управлінською експертизою, слідує із аналізу загальних функцій управління. По прямому зв'язку від суб'єкта до об'єкта управління передаються регулюючі впливи, обумовлені такими загальними функціями, як планування, організація й регулювання. По зворотному зв'язку (функція контролю) передається інформація про стан об'єкта управління.

Опис розвитку будівельного проекту є інформаційно складним процесом, тому що

він залежить від великої кількості характеристик, що впливають на нього [5...7, 9, 10]. Тому на стадії планування використовується методологія моделювання, за допомогою якої прогнозується зміна не всіх, а тільки частини характеристик процесу [10]. Будь-яка модель не може бути повністю тотожна оригіналу, тим більше, що оригінал може виникнути тільки в майбутньому. Модель процесу управління може більш-менш однозначно визначити майбутні властивості оригіналу. Однак, незважаючи на наближеність моделей керуючих процесів, вони дозволяють системно описувати об'єкти управління й на цій основі планувати управлінські рішення.

Таким чином, через методологію моделювання суб'єкт управління здійснює загальні функції управління. Отже, основною метою управлінської експертизи є завдання аналізу моделей:

- планування будівництва як управлінського процесу;
- організації його ресурсного забезпечення;
- контролю реалізації процесу;
- регулювання як процесу безпосереднього впливу на об'єкт управління.

Як правило, моделювання управлінських процесів допускає їхню певну багатоваріантність [8, 11]. Однак у практичному плані для конкретної ситуації використовується одна з можливих моделей, що повинна задовольняти наступним найбільш важливим вимогам:

- максимізації адекватності (відповідності) оригіналу;
- адаптації (приспосовування) до умов, що змінюються, тобто її надійності в часі;
- ефективності як по досягненні мети, так і по витратах, що пов'язані з її використанням.

**Мета роботи.** Пропонується створити у місті Одесі «Корпоративний науково-технічний комплекс містобудівної енергореконструкції «КНТК МЕРек» як інноваційну організаційну структуру, яка використовує на практиці накопичений науково-технічний потенціал для забудови Одеси за стандартами енергоефективності з залученням іноземного досвіду [1, 2], та оцінити ефективність управлінських рішень при моделюванні ходу будівництва об'єктів у роботі «КНТК МЕРек».

**Результати досліджень.** У роботі використано метод календарного планування для організації будівельного виробництва. *Календарний план* – це такий проектний документ, в якому динамічно відображаються терміни

і вартості виконання робіт. Календарний план може бути представлений в різних формах, з яких найбільш наочною є графічна форма. Остання широко застосовується в вигляді лінійного календарного графіка (діаграма Ганта) і мережевого графіка (графа). У змістовному аспекті календарний план системно об'єднує технологію, організацію та економіку будівельного виробництва. Календарні плани є основою як для організації будівельного виробництва, так і для управління проектами.

#### І. Розробка календарного плану будівництва комплексу житлових будівель у формі мережевої моделі.

Дані об'єкти – житлові будівлі містобудівного комплексу, який будується. За об'ємно-планувальним рішенням будівлі – багатоповерхові, двосекційні. За конструктивним рішенням – каркасні з монолітного залізобетону. Для організації будівництва об'єктів потоковим методом житлові будівлі розбиті на дві захватки. В якості захватки прийнята одна секція.

Для заданих комплексів робіт розробляється календарний план зведення групи об'єктів у формі мережевої моделі. Це шість комплексів робіт зі зведення трьох об'єктів, які в даному плановому періоді перебувають у різних стадіях готовності. Перший і другий об'єкти перехідні – у даному плановому періоді на першому об'єкті виконуються оздоблювальні роботи (комплекс робіт В), на другому – зводиться надземна частина і здійснюються оздоблювальні роботи (комплекси робіт Б і В), а третій об'єкт – основний, зведення якого починається і завершується в даному плановому періоді (виконуються комплекси робіт А, Б і В).

Номенклатура робіт заданих комплексів та їх характеристики це найменування основного трудового ресурсу, діапазон можливих оцінок часу ( $D_{i-j}^{\max}$ ,  $d_{i-j}^{\min}$ ) і мінімальна інтенсивність виконання роботи  $C_{i-j}^{\min}$  відповідна оцінці часу  $D_{i-j}^{\max}$ .

Основні параметри номенклатури робіт містобудівного комплексу, що підлягають виконанню, заносяться в таблицю 1, яка розробляється на підставі цих даних.

Максимальна оцінка часу робіт  $D_{i-j}^{\max}$  відповідає мінімальній інтенсивності потреби трудового ресурсу  $C_{i-j}^{\min}$ . Тоді трудомісткість робіт розраховується за формулою (1):

$$Q_{i-j} = D_{i-j}^{\max} \cdot C_{i-j}^{\min} \quad (1)$$

Кількість робітників певної професії, необхідних для виконання роботи  $i-j$  у режимі  $d_{i-j}^{\min}$ , визначається за залежністю (2):

$$C_{i-j}^{\max} = \frac{Q_{i-j}}{d_{i-j}^{\min}} \quad (2)$$

Величини  $C_{i-j}^{\min}$  і  $C_{i-j}^{\max}$  є обмеженням по ресурсу  $i$ , відповідно визначають можливий діапазон оцінок часу  $D_{i-j}^{\max} - d_{i-j}^{\min}$ . Різниця між величинами  $C_{i-j}^{\min}$  і  $C_{i-j}^{\max}$  відповідає резерву трудових ресурсів (3):

$$N_{i-j} = C_{i-j}^{\max} - C_{i-j}^{\min} \quad (3)$$

За даними таблиці 1 на задані комплекси робіт розробляються фрагменти мережевих моделей. Роботи максимально ув'язуються у часі і просторі в технологічній послідовності виконання з дотриманням правил техніки безпеки, організаційних і технологічних перерв.

Напрямок розвитку потоків приймається:

- горизонтальним при зведенні підземної частини будівлі;
- вертикально-висхідним при зведенні несучих конструкцій каркаса;
- вертикально-низхідним по секціях при виконанні оздоблювання.

Для кодування подій фрагментів мережевих моделей прийнятий чотиризначний код:

- перша цифра коду (1, 2, 3) – номер об'єкту;
- друга (1, 2, 3) – номер комплексу робіт (комплексу робіт з улаштування підземної частини будівлі з індексом А привласнюється код 1; комплексу робіт зі зведення надземної частини будівлі з індексом Б – код 2; комплексу оздоблювальних робіт з індексом В – код 3);
- третя і четверта цифри (01...99) – код події у фрагменті.

Розроблені фрагменти (рис. 2) «зшивають» в єдину одноцільову мережеву модель зведення трьох об'єктів з різною мірою готовності за схемою (рис. 1) за допомогою вхідних подій. Коди вхідних подій відповідають кодам кінцевих подій робіт попередніх фрагментів, які відкривають фронт відповідним роботам даного фрагмента. Вхідні події моделюють за вертикаллю технологічну ув'язку робіт фрагментів, а за горизонталлю – організаційні зв'язки, перехід бригад, машин (однойменних ресурсів) з об'єкту на об'єкт у прийнятій послідовності.

Вихідній події мережевої моделі надається код 01, а тій події, що завершує модель, – 02. Роботи з постачання матеріально-технічних

Таблиця 1. Основні параметри номенклатури робіт містобудівного комплексу, що підлягають виконанню

№	Найменування робіт	Найменування основного трудового ресурсу	Оцінка часу робіт		Мінімальна інтенсивність виконання робіт $C_{i-j}^{min}$ , люд.-дн.	Трудо-місткість $Q_{i-j}$ , люд.-дн.	Максимальна інтенсивність виконання робіт $C_{i-j}^{max}$ , люд.	Резерв трудових ресурсів $N_{i-j}$ , люд.
			$D_{i-j}^{max}$ , дні	$d_{i-j}^{min}$ , дні				
1301...			Об'єкт № 1, комплекс робіт В (фрагмент 13)					
2201...			Об'єкт № 2, комплекс робіт Б (фрагмент 22)					
2301...			комплекс робіт В (фрагмент 23)					
3101...			Об'єкт № 3, комплекс робіт А (фрагмент 31)					
3201...			комплекс робіт Б (фрагмент 32)					
3301...			комплекс робіт В (фрагмент 33)					
3301	Влаштування покрівлі – 1 зах.	покрівельник	12	6	5	60	10	5
3303	те ж – 2 захв.	покрівельник	10	5	5	50	10	5
3305	Внутр. шпук., шпакл. – 1 захв.	штукатур	24	12	6	144	12	6
3307	те ж – 2 захв.	штукатур	18	9	6	108	12	6
3309	Облицтін і підл. плитк., 1з.	облицювальник	8	4	2	16	4	2
3311	те ж – 2 захв.	облицювальник	10	5	2	20	4	2
3313	Малярні роботи – 1 захв.	маляр	6	3	4	24	8	4
3315	те ж – 2 захв.	маляр	8	4	4	32	8	4
3317	Влашт. підлоги ламін – 1 захв.	облицювальник	10	5	3	30	6	3
3319	те ж – 2 захв.	облицювальник	8	4	3	24	6	3

\* Складено на підставі організаційно-технологічного моделювання

ресурсів починаються з початку даного планового періоду  $i$ , відповідно, ув'язуються з вихідною подією 01.

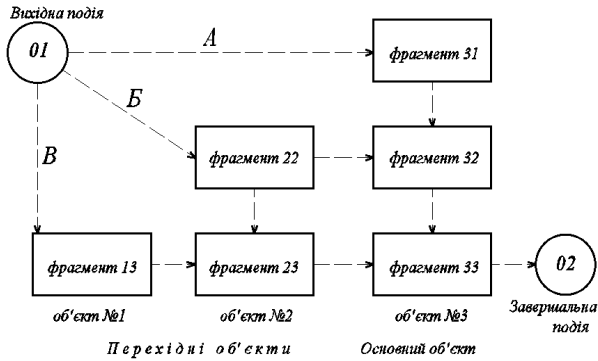


Рис. 1. Схема ув'язки фрагментів трьох об'єктів, що будуються в єдину одноцільову модель зведення житлового комплексу: А – комплекс робіт підземної частини; Б – комплекс робіт надземної частини; В – комплекс оздоблювальних робіт

Для єдиної мережевої моделі зведення групи об'єктів розраховують тимчасові параметри. Розрахунок виконують безпосередньо на графіку за алгоритмом І:

І.1. Для вихідної події приймають  $t^{p,n} = 0$ .

І.2. У прямому напрямі, починаючи від вихідної події до завершальної події, послідовно по всіх роботах моделі, розраховують ранні терміни початку і закінчення робіт за формулами (4) (5):

$$t_{i-j}^{p,n} = \max t_{h-i}^{p,3} = \max (t_{h-i}^{p,n} + t_{h-i}) \quad (4)$$

$$t_{i-j}^{p,3} = t_{i-j}^{p,n} + t_{i-j} \quad (5)$$

де  $t_{i-j}^{p,n}$ ,  $t_{i-j}^{p,3}$ ,  $t_{i-j}$  – відповідно ранній початок, закінчення і тривалість даної роботи  $i - j$ ;

$t_{h-i}^{p,n}$ ,  $t_{h-i}^{p,3}$ ,  $t_{h-i}$  – те ж попередньої роботи  $h - i$ .

І.3. Для завершальної події приймають

$$t^{p,n} = t^{n,3} \quad (6)$$

І.4. У зворотному напрямі, починаючи від завершальної події до вихідної події, послідовно по всіх роботах моделі, розраховують пізні терміни початку і закінчення робіт по формулам (7) (8):

$$t_{i-j}^{n,3} = \max (t_{j-k}^{n,3} - t_{j-k}) = \min t_{j-k}^{n,n} \quad (7)$$

$$t_{i-j}^{n,n} = t_{i-j}^{n,3} - t_{i-j} \quad (8)$$

де  $t_{i-j}^{n,n}$ ,  $t_{i-j}^{n,3}$ ,  $t_{i-j}$  – відповідно пізній початок, закінчення і тривалість даної роботи  $i - j$ ;

$t_{j-k}^{n,n}$ ,  $t_{j-k}^{n,3}$ ,  $t_{j-k}$  – те ж наступною роботи  $j - k$ .

І.5. Розраховують загальний ( $R_{i-j}$ ) і вільний ( $r_{i-j}$ ) резерви часу робіт за формулами (9) (10):

$$R_{i-j} = t_{i-j}^{n,3} - t_{i-j}^{p,3} \quad (9)$$

$$r_{i-j} = \min t_{j-k}^{p,n} - t_{i-j}^{p,3} \quad (10)$$

І.6. Визначають критичний шлях мережевої моделі.

Розрахунок тимчасових параметрів мережевої моделі проводиться за умови, що всі роботи виконуються з мінімальною інтенсивністю використання трудових ресурсів  $C_{i-j}^{\min}$ , тобто за максимальними оцінками часу  $D_{i-j}^{\max}$

Результати розрахунку тимчасових параметрів мережевого графіка записують в нижніх ярусах прапорців. Приклад запису тимчасових параметрів мережевої моделі показаний на рис. 3.

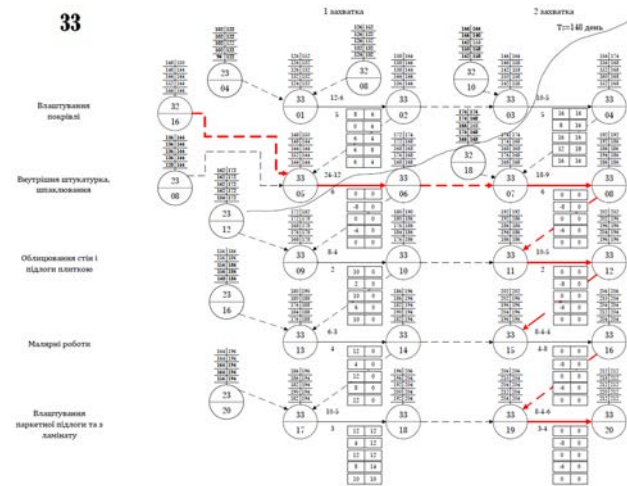


Рис. 2. Фрагмент мережевої моделі номер 33.

\*Складено на підставі організаційно-технологічного моделювання.

Отримана таким чином мережева модель з розрахованими тимчасовими параметрами виконує роль календарного плану будівництва групи об'єктів.

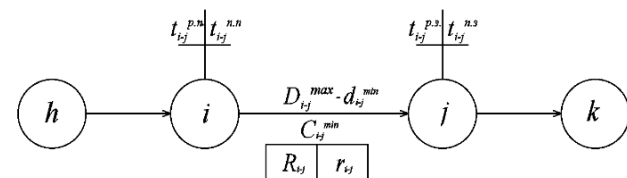


Рис. 3. Приклад запису тимчасових параметрів на роботах мережевого графіка

## II. Контроль будівництва: визначення лінії знімання інформації і підготовка звіту про хід виконання робіт.

Розроблений календарний план будівництва групи об'єктів у вигляді планових

завдань передається на виробництво. За планом виконуються роботи. Будівельне виробництво – система імовірна, тому можливі зриви у виконанні робіт (відхилення від планових завдань). При управлінні будівництвом об'єктів можливі відхилення від плану необхідно передбачати і попереджати, а зриви, що виникають – ліквідувати. В роботі для моделювання управління будівництвом групи об'єктів послідовно робиться два знімання інформації про хід виконання робіт. Перше знімання за часом відповідає  $T_1^{a.3.i} = 0,4T_{роз}$ , друге –  $T_2^{a.3.i} = 0,7T_{роз}$ . На цьому етапі моделювання процесу управління виконуються такі процедури (за алгоритмом II):

II.1. Розраховується час першого знімання інформації  $T_1^{a.3.i} = 0,4T_{роз}$ .

II.2. На фрагменти мережевих моделей наноситься перша лінія знімання інформації на  $T_1^{a.3.i} = 0,4T_{роз}$  день. Оцінці і аналізу піддаються роботи, які мають пізній термін закінчення менший або рівний терміну знімання інформації.

II.3. Роботи, які лежать вище за лінію знімання інформації (виконані або виконуються на дату  $T_1^{a.3.i} = 0,4T_{роз}$ ), заносяться в таблицю 2 «Звіт про хід виконання робіт».

II.4. На виконаних роботах, враховуючи імовірний характер будівельного виробництва, можливі відхилення від планових завдань. Зриви ( $\Delta t_{i-j}$ ) заносяться у звіт і про-ставляються на фрагментах мережевих моделей (рис. 4) з розрахунком нових оцінок часу робіт за формулою (11):

$$t'_{i-j} = D_{i-j}^{max} + \Delta t_{i-j} \quad (11)$$

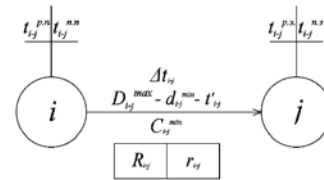


Рис. 4. Приклад запису тимчасових параметрів на роботах мережевого графіка з врахуванням зривів

II.5. Виконується процедура з ліквідації зривів, якщо отримана в цьому випадку тривалість будівництва групи об'єктів перевищує розрахункову ( $T_{роз}$ ), визначену планом. Рекомендації з ліквідації зривів наведені у розділі III.

II.6. Задається друге знімання інформації –  $T_2^{a.3.i} = 0,7T_{роз}$ . Розглядаються роботи, пізні терміни закінчення яких знаходяться в інтер-

Таблиця 2. Звіт про хід виконання робіт

Коди робіт		Часові параметри					Ліквідація зривів						
i	j	$D_{i-j}^{max}$	$d_{i-j}^{min}$	$R_{i-j}$	зриви $\Delta t_{i-j}$	$t'_{i-j}$	Коди робіт		$D_{i-j}^{max}$	$d_{i-j}^{min}$	$C_{i-j}^{min}$	Прийнята оцінка часу $t_{i-j}$	Додатковий ресурс $\Delta N_{i-j}$
							i	j					
Перше знімання інформації $T_1^{a.3.i} = 0,4T_{роз} = 85$													
1301	...												
Друге знімання інформації $T_2^{a.3.i} = 0,7T_{роз} = 148$													
2217	2218	12	6	8			3315	3316	8	4	4	4	4
2307	2308	22	11	8			3319	3320	8	4	3	6	1
2309	2310	10	5	55									
2311	2312	6	3	30									
2313	2314	12	6	55									
2315	2316	14	7	30									
2317	2318	10	5	59									
3203	3204	28	14	0	4	32							
3207	3208	22	11	0									
3209	3210	12	10	2									
3211	3212	10	5	0	4	14							
3213	3214	12	6	2	4	16							
3215	3216	10	8	0									
3301	3302	12	6	6									
3303	3304	10	5	16									
3305	3306	24	12	0									

\*Складено на підставі організаційно-технологічного моделювання

валі між першим і другим термінами знімання інформації.

Для цих робіт керівник також задає випадкові числа, що характеризують хід їх виконання Далі процедури моделювання процесу управління будівництвом групи об'єктів повторюватимуться з I.1 по I.5.

**III. Регулювання ходу будівництва об'єктів в умовах жорсткого обмеження ресурсів.**

Основна мета регулювання будівельного виробництва – добитися закінчення будівництва групи об'єктів в умовах імовірного характеру виробництва у терміни, визначені календарним планом. При прийнятті управлінських рішень ресурси, що використовуються, повинні бути мінімальними.

Для ліквідації відставання від планових термінів приймають такий захід:

а) Збільшення інтенсивності виконання робіт за рахунок наявного резерву трудових ресурсів за формулою (3).

б) Зміна раніше прийнятих методів зведення будівель, кількості монтажних кранів, які використовуються, та інше, що в цілому дозволяє скоротити терміни виконання комплексів робіт (наприклад, змінити метод зведення будівель за напрямом і послідовністю виконання робіт та ін.).

в) Організація паралельних потоків (робіт), якщо це можливо за технологією та не враховане у початковому плані.

г) Максимальна ув'язка робіт у часі і просторі за рахунок додаткового розділення будівлі на захватки.

Використання б, в і г варіантів ліквідації зривів вимагає зміни топології мережевої моделі.

Процедура ліквідації зривів виконується в такій послідовності (за алгоритмом III):

III.1. Починаючи від вихідної події до лінії знімання інформації, розраховують ранні терміни початку  $t_{i-j}^{p,n}$  і закінчення  $t_{i-j}^{p,3}$  робіт з урахуванням виниклих зривів (рис. 5) за формулами (12) (13):

$$t_{i-j}^{p,n} = \max(t_{h-i}^{p,n} + t'_{h-i}) \tag{12}$$

$$t_{i-j}^{p,3} = t_{i-j}^{p,n} + t'_{i-j} \tag{13}$$

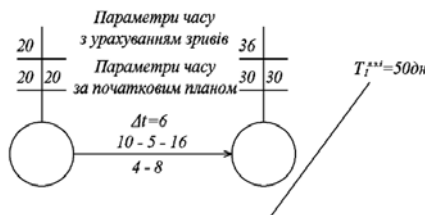


Рис. 5. Приклад запису параметрів часу мережевого графіка з урахуванням зривів до лінії знімання інформації

III.2. Ліквідацію зривів після лінії знімання інформації виконують, якщо відхилення тимчасових параметрів від планових завдань збільшують терміни будівництва групи об'єктів. Відхилення можна ліквідовувати одним із вище приведених способів.

При цьому необхідно враховувати наступне:

– не перевищувати максимально встановленої за завданням інтенсивності виконання робіт, тобто допускається варіювати тривалістю лише в діапазоні оцінок часу  $D_{i-j}^{max} - d_{i-j}^{min}$ .

– у першу чергу скоротити оцінки часу тих робіт, які лежать на критичному шляху і одночасно впливають на максимальне число інших повних шляхів (підкритичних).

– при ліквідації зривів стежити за ціною скорочення, тобто додавати порцію трудових ресурсів на роботи з мінімальною ціною скорочення.

Приклад ліквідації зривів показаний на фрагменті мережевої моделі, яка приведена на рис. 6.

При другому зніманні інформації  $T_{2,l,3,i} = 0,7T_{роз}$  ліквідація зривів проводиться на роботах, пізні терміни закінчення яких знаходяться за даною лінією знімання інформації, за такою ж методикою.

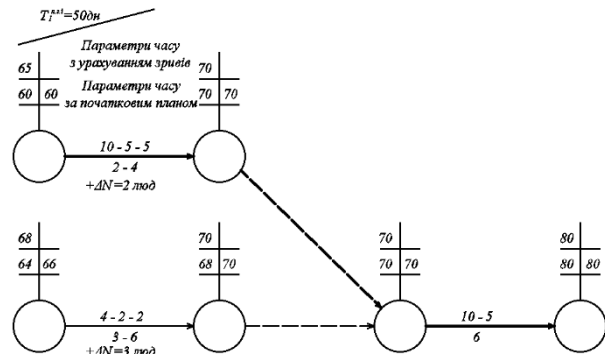


Рис. 6. Приклад запису параметрів часу мережевого графіка з урахуванням зривів після лінії знімання інформації

**Висновки.**

1. Ефективність управлінських рішень при моделюванні ходу будівництва об'єктів у роботі «Корпоративного науково-технічного комплексу містобудівної енергореконструкції «КНТК МЕРек» оцінюється критерієм, який характеризує «ціну» скорочення при ліквідації зривів. Як відомо, трудові ресурси обмежені і в роботі вони фіксовані. При ліквідації зривів необхідно прагнути до мінімізації їх

використання ( $\sum \Delta N \rightarrow \min$ ). Скорочення термінів будівництва групи об'єктів при цьому повинно бути максимальне ( $\Delta T \rightarrow \max$ ), тому коефіцієнт, що характеризує «ціну» ліквідації зривів, повинен прагнути

$$k = \frac{\Delta T}{\Delta N} \rightarrow \max$$

2. Коефіцієнт  $k$  був розрахований після кожного знімання інформації та проаналізований. Після першого знімання інформації ( $T_1^{i,3,i} = 0,4T_{роз} = 85$  дн.) відставання склало 23

дні. Задля ліквідації зривів додали порцію трудових ресурсів  $\sum_A N = 12$  робітників. Ціна скорочення склала  $k = 23/12 = 1,92$ . Після другого знімання інформації ( $T_2^{i,3,i} = 0,7T_{роз} = 148$  дн.) сумарно отримали зриви на 12 днів, для даної ліквідації зривів додали порцію трудових ресурсів  $\sum_A N = 5$  робітників. Ціна скорочення склала  $k = 12/5 = 2,4$ .

Виходячи з «ціни» ліквідації зривів, можна стверджувати, що управлінські рішення були прийняті досить ефективно.

### Література

1. Posternak, I., Posternak, S., & Posternak, O. (2022). The Corporate Scientific and Technical Complex of Town-Planning Power Reconstruction: architectural and historical development of Odessa in the 19th and beginning of the 20th centuries. The First Special Humanitarian Issue of Ukrainian Scientists. European Scientific e-Journal, 2(17), 120-127. Ostrava: Tuculart Edition. doi:10.47451/urb2022-04-01 URL: <https://archive.org/details/urb2022-04-01/mode/2up>
2. Організація виробництва реконструкції будівель історичної забудови міст: звіт про НДР з 01.01.2017 по 31.12.2020 (проміжний) / Одеська держ. академія будівництва та архітектури; кер. І. М. Постернак. Шифр теми 55-НДР/ВІ № держреєстрації 0117U002172. Одеса, 2020. 74 с. URL: <file:///C:/Users/User1/AppData/Local/Temp/0117U002172.pdf>
3. Ulu, M., & Arsan, Z.D. (2020). Retrofit strategies for energy efficiency of historic urban fabric in Mediterranean climate. Atmosphere, 11(7), 742. doi:10.3390/atmos11070742
4. Fouseki, K., Newton, D., Murillo Camacho, K.S., Nandi, S., & Koukou, T. (2020). Energy efficiency, thermal comfort, and heritage conservation in residential historic buildings as dynamic and systemic socio-cultural practices. Atmosphere, 11(6), 604. doi:10.3390/atmos11060604
5. Konior, J., & Szóstak, M. (2020). The S-curve as a tool for planning and controlling of construction process – case study. Applied Sciences, 10(6), 2071. doi:10.3390/app10062071
6. Przywara, D., & Rak, A. (2021). Monitoring of time and cost variances of schedule using simple earned value method indicators. Applied Sciences, 11(4), 1357. doi:10.3390/app11041357
7. Leśniak, A., & Zima, K. (2018). Cost calculation of construction projects including sustainability factors using the Case Based Reasoning (CBR) method. Sustainability, 10(5), 1608. doi:10.3390/su10051608
8. Chen, H.L., Chen, W.T., & Lin, Y.L. (2016). Earned value project management: Improving the predictive power of planned value. International Journal of Project Management, 34(1), 22-29. Retrieved from doi:10.1016/j.ijproman.2015.09.008
9. Milat, M., Knezić, S., & Sedlar, J. (2021). Resilient scheduling as a response to uncertainty in construction projects. Applied Sciences, 11(14), 6493. doi:10.3390/app11146493
10. Szafranko, E., & Harasymuk, J. (2022). Modelling of decision processes in construction activity. Applied Sciences, 12(8), 3797. doi:10.3390/app12083797
11. Rachid, Z., Toufik, B., & Mohammed, B. (2019). Causes of schedule delays in construction projects in Algeria. International Journal of Construction Management, 19(5), 371-381. doi:10.1080/15623599.2018.1435234

### References

1. Posternak, I., Posternak, S., & Posternak, O. (2022). The Corporate Scientific and Technical Complex of Town-Planning Power Reconstruction: architectural and historical development of Odessa in the 19th and beginning of the 20th centuries. The First Special Humanitarian Issue of Ukrainian Scientists. European Scientific e-Journal, 2(17), 120-127. Ostrava: Tuculart Edition. doi:10.47451/urb2022-04-01 URL: <https://archive.org/details/urb2022-04-01/mode/2up>
2. Posternak, I. M. (2020). Orhanizatsiia vyrobnytstva rekonstruktsii budivel istorychnoi zabudovy mist: zvit pro NDR z 01.01.2017 po 31.12.2020 (promizhnyi) / Odeska derzh. akademiia budivnytstva ta arkhitektury; ker. I. M. Posternak. Shyfr temy 55-NDR/VI № derzhreiestratsiui 0117U002172. Odessa, 74 s. Retrieved from <file:///C:/Users/User1/AppData/Local/Temp/0117U002172.pdf>
3. Ulu, M., & Arsan, Z.D. (2020). Retrofit strategies for energy efficiency of historic urban fabric in Mediterranean climate. Atmosphere, 11(7), 742. doi:10.3390/atmos11070742
4. Fouseki, K., Newton, D., Murillo Camacho, K.S., Nandi, S., & Koukou, T. (2020). Energy efficiency, thermal comfort, and heritage conservation in residential historic buildings as dynamic and systemic socio-cultural practices. Atmosphere, 11(6), 604. doi:10.3390/atmos11060604
5. Konior, J., & Szóstak, M. (2020). The S-curve as a tool for planning and controlling of construction process – case study. Applied Sciences, 10(6), 2071. doi:10.3390/app10062071
6. Przywara, D., & Rak, A. (2021). Monitoring of time and cost variances of schedule using simple earned value method indicators. Applied Sciences, 11(4), 1357. doi:10.3390/app11041357
7. Leśniak, A., & Zima, K. (2018). Cost calculation of construction projects including sustainability factors using the Case Based Reasoning (CBR) method. Sustainability, 10(5), 1608. doi:10.3390/su10051608
8. Chen, H.L., Chen, W.T., & Lin, Y.L. (2016). Earned value project management: Improving the predictive power of planned



- value. International Journal of Project Management, 34(1), 22-29. Retrieved from doi:10.1016/j.ijproman.2015.09.008
9. Milat, M., Knezić, S., & Sedlar J. (2021). Resilient scheduling as a response to uncertainty in construction projects. Applied Sciences, 11(14), 6493. doi:10.3390/app11146493
10. Szafranko, E., & Harasymiuk, J. (2022). Modelling of decision processes in construction activity. Applied Sciences, 12(8), 3797. doi:10.3390/app12083797
11. Rachid, Z., Toufik, B., & Mohammed, B. (2019). Causes of schedule delays in construction projects in Algeria. International Journal of Construction Management, 19(5), 371-381. doi:10.1080/15623599.2018.1435234

## SIMULATION OF THE CONSTRUCTION MANAGEMENT PROCESS OF A GROUP OF FACILITIES AS PART OF “CSTC T-PPR”

**Abstract.** *Management expertise is defined as a study of the quality of the management process. The work uses the method of calendar planning for the organization of construction production. A calendar plan for compiling a group of objects in the form of a network model is developed for the specified works. These are six sets of works on the construction of three objects, which are in different stages of readiness in this planning period. The first and second objects are transitional – in this planning period, finishing works are being performed on the first object (complex of works B), on the second – an above-ground part is being erected and finishing works are being carried out (complexes of works B and C), and the third object is the main one, the construction of which begins and ends in this planning period (complexes of works A, B and C are being performed). The effectiveness of management decisions in modeling the course of construction of objects in the work of the «Corporate scientific and technical complex of urban planning and energy reconstruction «CSTC T-PPR» is evaluated by the criterion that characterizes the «price» of reduction in the elimination of disruptions. As you know, labor resources are limited and they are fixed in work. When eliminating disruptions, it is necessary to strive to minimize their use. At the same time, the reduction of the construction period of a group of objects should be maximal. The coefficient  $k$  was calculated after each information capture and analyzed. After the first information capture, the backlog was 23 days. In order to eliminate disruptions, a portion of labor resources was added  $\Sigma\Delta N=12$  workers. The price of the reduction was  $k=1.92$ . After the second removal of information, we received disruptions for 12 days in total, for this liquidation,  $\Sigma\Delta N=5$  workers were added. The price of the reduction was  $k=2.4$ .*

**Key words:** *management quality assessment, operational construction management, network modeling, construction works, corporate scientific and technical complex.*

### Posternak I.M.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor  
at the Department of Construction and Labor Organization,  
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa

### Posternak S.O.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Technical Expert,  
Private company «Composite» Odesa

### Posternak O.S.

Student of higher education degree «Bachelor» educational professional program  
«Construction and civil engineering»,  
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa