

Тетяна Дубельт

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТРИВАЛІСТЬ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

**Актуальність теми дослідження.** Тема дослідження присвячена вивченню можливостей реконструкції житлових будинків перших масових серій. Незначна кількість реалізованих об'єктів реконструкції та відсутність інформації в літературних джерелах не дозволяє проаналізувати зміни тривалості робіт при впливі різних організаційно-технологічних факторів: кількості робочих годин на тиждень, суміщення робіт. Проведення досліджень дозволило виявити зони ефективних організаційно-технологічних рішень, що впливають на скорочення тривалості реконструкції подібних об'єктів.

**Постановка проблеми.** Вивчення фактичної реконструкції житлового будинку вимагає значних коштів та не дає змогу прослідкувати вплив факторів, оскільки представляє одну модель реконструкції житлового будинку.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Були розглянуті останні публікації у відкритому доступі, по реконструкції подібних будинків, визначені серії житлових будинків та перелік робіт.

**Виділення недослідженої раніше частини загальної проблеми.** Вивчення та опис впливу організаційно-технологічних факторів на тривалість реконструкції.

**Постановка завдання.** Створення абстрактних моделей реконструкції житлових будинків та визначення впливу факторів на тривалість робіт за допомогою комп'ютерних програм. Визначення областей ефективних рішень, за графічним зображенням.

**Виклад основного матеріалу.** На основі обраної типової серії житлового будинку були створені абстрактні моделі реконструкції при різному поєднанні факторів та отримані чисельні показники тривалості робіт. Виконано експериментально-статистичне моделювання, побудовані діаграми залежностей впливу факторів на тривалість реконструкції. Визначені чисельні межі значення факторів що впливають на скорочення тривалості робіт.

**Висновки відповідно до статті.** Уперше були отримані результати дослідження впливу організаційно-технологічних факторів на тривалість реконструкції житлових будинків перших масових серій. Отримане графічне зображення залежностей факторів від тривалості реконструкції, що дозволяє виявити поєднання факторів при яких тривалість реконструкції не перевищує допустиму.

**Ключові слова:** організаційно-технологічні рішення; моделі реконструкції; кількість робочих годин на тиждень; коефіцієнт суміщення робіт; зони ефективних рішень.

Табл.: 1. Рис.: 2. Бібл.: 8.

**Актуальність теми дослідження.** Після постанови від 31.06.1957 «Про розвиток житлобудівництва в СРСР», починаючи з 1956 р. на території колишнього СРСР почалося масове будівництво чотирьох-, п'ятиповерхових типових житлових будинків, яке отримало подальший розвиток у 60-80-х роках. Таких будинків за офіційними даними на території України було побудовано близько 47 тисяч [1]. Вони мають загальну назву житлові будинки перших масових серій. Термін їх експлуатації був розрахований на 25-30 років, оскільки житло проєктувалося як тимчасове. Будинки мають певні конструктивні недоліки, низький рівень комфорту, значний фізичний знос та аварійний стан окремих елементів [2] і потребують термінової реконструкції. Представлені дослідження дозволяють вибрати ефективні організаційно-технологічні рішення реконструкції, які впливають на тривалість робіт.

**Постановка проблеми.** Дослідження реконструкції подібних об'єктів пов'язане з такими проблемами: пілотний характер реконструкції подібних проєктів, різноманітність типових серій, реконструкція одного проєкту проходить при фіксованих значеннях організаційно-технологічних факторів. Для визначення впливу факторів необхідно дослідити велику кількість об'єктів реконструкції.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Більшість публікацій присвячена описанню конструктивних особливостей житлових будинків перших масових серій [3,4] та переліку можливих робіт із реконструкції, а саме: поліпшення планування, підвищення комфорту і т. ін. [5; 6; 7]. При описанні реалізованих проєктів реконструкції приводиться лише перелік виконаних робіт та фактичний термін їх виконання. З іншого боку, в інформаційних джерелах відсутній аналіз впливу організації та технології проведення робіт на показники реконструкції.

**Виділення недослідженої частини загальної проблеми.** Опис в інформаційних джерелах показав, що реконструкція 80 % пілотних проєктів проходить без відселення мешканців, тому одним із головних показників реконструкції є тривалість робіт. Основні

фактори, що впливають на тривалість реконструкції пов'язані з організацією та суміщенням робіт, кількістю робочих годин. Дослідження присвячено визначенню впливу факторів на тривалість реконструкції за умови проживання мешканців під час реконструкції.

**Постановка завдання.** Virшення поставленої задачі реалізується шляхом створення абстрактних моделей що імітують реконструкцію житлового будинку в різних умовах, та їх дослідження з використанням програмних продуктів. Кінцевий результат дослідження – отримання ефективних рішень для скорочення терміну реконструкції. Дослідження впливу цих факторів дозволяє в подальшому створити рекомендації до організації та технології робіт на подібних об'єктах.

**Виклад основного матеріалу.** Для проведення чисельного експерименту по визначенню залежності між факторами та показником тривалості реконструкції ( $Y_1$ ) використовувалася математична теорія планування експерименту, яка є основою теорії експериментально-статистичного моделювання. Відповідно до класичної теорії планування скороченого експерименту, варійовані фактори повинні знаходитися в діапазоні  $-1; 0; +1$ . Нижче детально представлений кожен фактор та діапазони варіювання.

Перший фактор – кількість робочих годин на тиждень ( $X_1$ ) прийнято відповідно до [8] і залежить від кількості робочих днів у тиждень і кількості робочих годин у день. Проведення робіт без відселення мешканців впливає на комфортне проживання й коливається від 40 до 60 годин.

Прийнята кількість робочих годин:

- 5 днів в 1 зміну по 8 годин = 40 годин (9:00-18:00);
- 6 днів в 1 зміну по 8 годин = 48 годин (9:00-18:00);
- 5 днів у 2 зміни по 6 годин = 60 годин (9:00-15:00, 16:00-22:00).

Другий фактор – ступінь суміщення робіт ( $X_2$ ) безпосередньо впливає на тривалість реконструкції і розраховується за формулою 1.:

$$X_2 = k_{\text{сов}} = \frac{T_c}{\sum_1^N * \sum_1^n t_i}, \quad (1)$$

де  $T_c$  – тривалість періоду реконструкції, дн;

$N$  – кількість процесів;

$n$  – кількість захватів при організації потоку;

$t_i$  – тривалість  $i$ -го потоку, дн.

Тривалість робіт реалізованих проєктів реконструкції в середньому складає 2 роки тому прийняте значення коефіцієнта суміщення робіт при реконструкції від 0,15 до 0,25 (при суміщенні робіт 75-85 %). Зменшення показника збільшує термін виконання робіт і призводить до збитковості реконструкції.

Вплив обох факторів на тривалість можна прослідити при побудові математичної моделі у вигляді полінома (відрізок Тейлора). Відповідно до кількості факторів були складені 9 моделей (точок) дослідження (табл. 1).

Для їх створення були розроблені 3 абстрактних моделі.

На основі результатів аналізу серій житлових будинків був обраний житловий будинок однієї з розповсюджених серій 1-438<sub>2.5-7</sub>. Він складався з 5 поверхів та мав 4 під'їзди. Візуальний огляд будинку дозволив скласти перелік основних робіт по реконструкції, а саме: реконструкція даху з надбудовою мансардного поверху; облаштування сміттєпроводу і ліфта; заміна комунікацій і прорізів; утеплення стін. Відповідно до обсягів робіт була створена інформаційна модель у вигляді кошторису в програмі АВК-5(3.2.2). Графічні моделі реконструкції житлового будинку у вигляді лінійного графіку будувалися з урахуванням впливу обох факторів згідно з табл. 1, з використанням програми Microsoft Project. Чисельні значення тривалості реконструкції представлені в табл. 1, з якої видно, що реконструкція житлового будинку може тривати від 500 до 800 днів.

Таблиця 1

План експерименту та вплив варійованих факторів  $X_1$  і  $X_2$  на показник тривалості реконструкції житлового будинку ( $Y_1$ ), без відселення мешканців

№ точки	Кодований фактор		Натурний фактор		Показник
	$X_1$ – кількість робочих годин на тиждень	$X_2$ - коефіцієнт суміщення робіт	$X_1$ - кількість робочих годин на тиждень (год)	$X_2$ - коефіцієнт суміщення робіт	
1.	-1	-1	40	0,15	483
2.	-1	0	40	0,2	651
3.	-1	1	40	0,25	821
4.	-0,2	-1	48	0,15	402
5.	-0,2	0	48	0,2	542
6.	-0,2	1	48	0,25	673
7.	1	-1	60	0,15	322
8.	1	0	60	0,2	518
9.	1	1	60	0,25	547

Для дослідження впливу факторів на тривалість реконструкції за допомогою з програми COMPEX була побудована математична модель яка описана аналітичну залежність факторів від тривалості реконструкції за формулою 2 :

$$Y_1 = 538,528 - 96,0X_1 + 37,361X_1^2 - 29,638X_1X_2 + 135,691X_2 - 30,333X_2^2. \quad (2)$$

При: Критерій Fisher = 2.6000

Критерій Fkr = 2.6000

Kzm = 1.000 NSe = 20.853

Аналіз отриманої аналітичної залежності (формула 2) показує, що фактори чинять різний вплив на тривалість реконструкції ( $Y_1$ ) житлового будинку. У програмі COMPEX були отримані графічні зображення залежності впливу факторів на тривалість реконструкції у вигляді одно- та двохфакторних діаграм (рис. 1, 2).

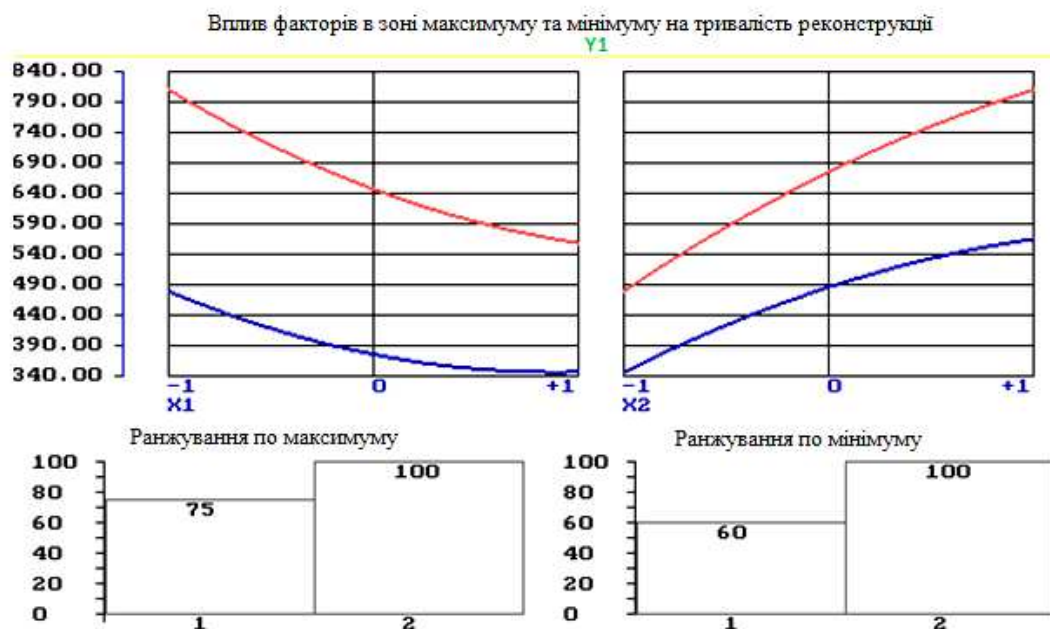


Рис. 1. Однофакторна діаграма впливу факторів ( $X_1$ ,  $X_2$ ) на тривалість реконструкції житлового будинку ( $Y_1$ ) без відселення мешканців.

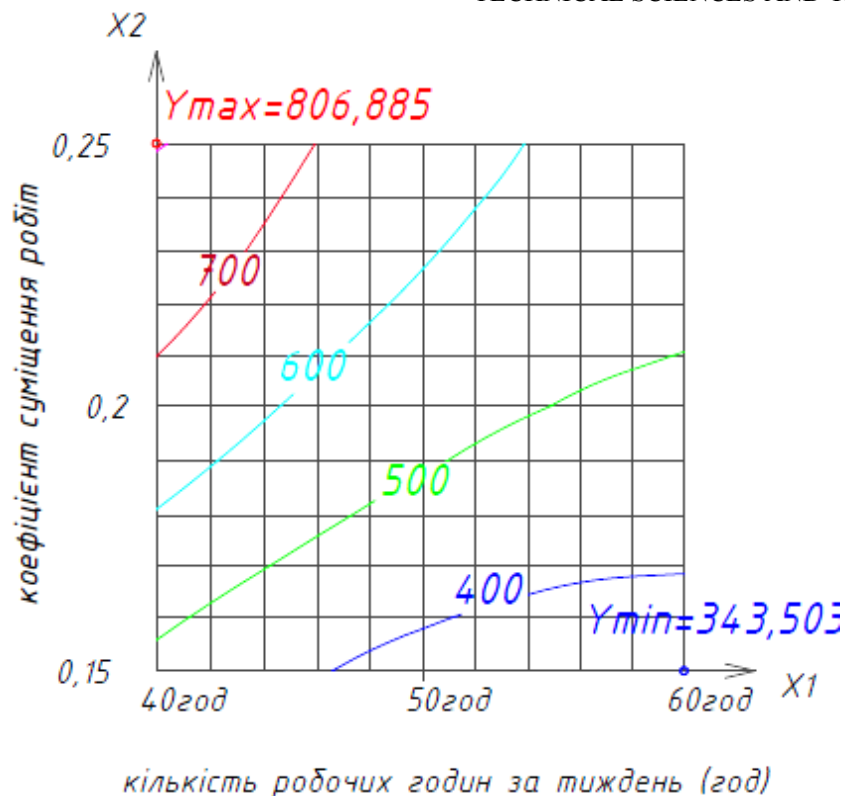


Рис. 2. Двохфакторна діаграма впливу факторів ( $X_1, X_2$ ) на тривалість реконструкції житлового будинку ( $Y_1$ ) без відселення мешканців

Побудова однофакторних моделей виконана у двох граничних екстремальних варіантах. Верхні криві, при цьому побудовані в площинах ( $Y, X_i$ ), що проходять через точку з максимальним значенням функції  $Y$ . У цьому випадку всі інші фактори, фіксуються на рівні мінімального значення показника  $Y$ . Криві, у нижній частині графіка побудовані в тих самих площинах, але через точку з мінімальним значенням функції  $Y$ .

Аналіз графіків впливу показав, що фактор  $X_1$  (кількість робочих годин на тиждень) в зоні мінімальних значень найменш впливає на тривалість реконструкції ( $Y_1$ ). Суттєва зміна фактору  $X_1$  спостерігається в діапазоні від -1 до +1 (від 40 до 60 робочих годин на тиждень), тривалість реконструкції зменшується від 480 дн. до 350 дн.

У зоні максимальних значень вплив фактору  $X_1$  виражено сильніше. Причому на відрізку  $X_1$  від -1 до 0 (від 40 годин до 50 робочих годин на тиждень) тривалість реконструкції ( $Y_1$ ) зменшується вдвічі більше, ніж на відрізку від 0 до +1 (від 50 годин до 60 робочих годин на тиждень).

У зоні мінімальних значень  $X_2$  (коефіцієнт суміщення робіт) чинить менший вплив на показник тривалості реконструкції ( $Y_1$ ). При зміні значення фактору  $X_2$  від -1 до +1 (коефіцієнт суміщення робіт від 0,15 до 0,25) тривалість збільшується в 1,5 раза більше, ніж на відрізку  $X_2$  від 0 до +1 (коефіцієнт суміщення робіт від 0,2 до 0,25). Вплив фактору  $X_2$  у зоні максимальних значень виражено сильніше. Так при змінах  $X_2$  від -1 до +1 (коефіцієнт суміщення робіт від 0,15 до 0,25) тривалість реконструкції ( $Y_1$ ) збільшується в 1,5 раза швидше, ніж у зоні мінімальних значень..

Діаграми ранжирування (рис. 1) показують, що фактор  $X_2$  (коефіцієнт суміщення робіт) має максимальний вплив як в зоні максимуму, так і в зоні мінімуму (100%). Фактор  $X_1$  (кількість робочих годин на тиждень) впливає менше, причому в зоні максимуму цей вплив найбільше (75%), а в зоні мінімуму становить 60%.

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Графічне зображення одночасного впливу обох факторів представлено на двохфакторній діаграмі (рис. 2). Зміна тривалості реконструкції житлового будинку зображена ізолініями з кроком 100 дн. На діаграмі видно що тривалість реконструкції коливається в межах 344-807 днів.

Аналіз графічного зображення впливу факторів на тривалість реконструкції при умові проживання мешканців в будинку дозволяє зробити висновок, що проведення реконструкції протягом 1-2 років (365-730 днів) можливе при поєднанні факторів: коефіцієнта суміщення робіт від 0,15 до 0,22 та кількості робочих годин на тиждень від 40 до 60 годин.

**Висновки відповідно до статті.** Уперше були отримані результати впливу організаційно-технологічних факторів на тривалість реконструкції житлових будівель перших масових серій. Результати дослідження показали, що реконструкцію житлової будівлі без відселення мешканців можна провести протягом 344-808 дн. Скорочення тривалості реконструкції до 2 років (до 700 днів) являється ефективним рішенням проведення робіт. Воно може бути досягнуто при одночасному впливі факторів: коефіцієнта суміщення робіт у межах від 0,15 до 0,22 та кількості робочих годин на тиждень від 40 до 60 годин. Аналогічну методику дослідження можна використати для дослідження інших показників реконструкції подібних житлових будинків.

### Список використаних джерел

1. Житловий фонд України у 2010 році: статистичний бюлетень / Державна служба статистики України. Київ, 2011.
2. Диагностика технического состояния жилых зданий / Куркин А. П. и др. Луганск: Янтарь, 2012. 368 с.
3. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. Какие серии домов подлежат сносу в Москве. URL: <https://spbnovo.ru/kak/kakie-serii-domov-podlezhat-snosu-v-moskve.html>.
4. Современный подход к реконструкции «хрущевок»: Материал предоставлен пресс-службой компании ROCKWOOL Russia – ЗАО «Минеральная Вата». Журнал СОК. 2002. № 11. URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/sovremennyy-podhod-k-rekonstrukcii-hrushevok>.
5. TipDoma.com. Серии домов и планировки. Серии домов Украина. URL: <https://tipdoma.com/serii-domov-ukraina>.
6. LIVEJOURNAL.STROITEL. Хрущевки 26. Серии I-464, 480, 438: веб-сайт. URL: <https://stroitel.livejournal.com/471221.html>.
7. Информационное агентство «Репортер» «Хрущевки» Одессы: Есть ли будущее у истории? 17.02.2019. URL: <http://reporter.com.ua/articles/kd5>.
8. Кодекс законів про працю України від 19.09.2019 г. №322-VIII.

### References

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [Public service of Ukrainian statistics]. (2011). *Zhytlovyi fond Ukrainy u 2010 rotsi [Housing facilities of Ukraine in 2010]*. Kyiv [in Ukrainian].
2. Kurkin, A. P., Rozenfeld, M. S., Neverov, A. G., Voloshko, M. N. (2012). *Diagnostika tekhnicheskoho sostoynia zhilykh zdaniy. [Diagnostics of technical conditions of dwellings]*. Luhansk: Yantar [in Russian].
3. *Kompleks gradostroitelnoy politiki i stroitelstva goroda Moskvy. Kakie serii domov podlezhat snosu v Moskve [Complex of town planning policy and building of Moscow. What series of houses are to be demolished?]*. Retrieved from <https://spbnovo.ru/kak/kakie-serii-domov-podlezhat-snosu-v-moskve.html>.
4. Press-sluzhba kompanii ROCKWOOL Russia-ZAO 'Mineralnaya vata' (2002). *Sovremennyy podhod k rekonstrukcii hrushevok.[Modern approach to hrushevok's reconstruction]*. *Zurnal Sok*, 11. Retrieved from <https://www.c-o-k.ru/articles/sovremennyy-podhod-k-rekonstrukcii-hrushevok>.
5. TipDoma.com. *Serii domov i planirovki.Serii domov Ukraina [Houses' series and planning. Houses' series Ukraine]*. Retrieved from <https://tipdoma.com/serii-domov-ukraina>.
6. LIVEJOURNAL.STROITEL. *Xhrushevkas 26. Serii I-464, 480, 438 [Xhrushevkas 26. Series I-464,480,438]*. Retrieved from <https://stroitel.livejournal.com/471221.html>.

7. Informationsnoe ahenstvo Reporter (2019). *Khrushevki odessy. Est li budushchee u istorii? [Xhrushevkas of Odessa. Does history have future?]*. Retrieved from <http://reporter.com.ua/articles/kd5>.

8. Kodeks zakoniv pro pratsyu Ukrainy [Labour Code of Ukraine]. № 322-VIII (19.09.2019).

UDC 69.059;72.025.5

Tatiana Dubelt

## THE STUDY OF IMPACT OF TECHNOLOGICAL AND ORGANIZATIONAL FACTORS ON THE DURABILITY OF THE RECONSTRUCTION OF THE DWELLINGS

**Urgency of the research.** The subject of the investigation is dedicated to the study of capacities of reconstruction of the dwellings of first mass series. Minute quantity of implemented objects of reconstruction and the lack of information in the literature sources does not allow to analyze changes in durability of operations considering the impact of different technological and organizational factors. Pursuance of research allowed to detect zones of efficient technological and organizational solutions that have an impact on reducing of the durability of reconstruction of such objects.

**Target setting.** The study of practical reconstruction of dwelling demands a great amount of funds and this factor does not allow to retrace factors' impact because it represents one model of reconstruction of dwelling.

**Actual scientific researches and issues analysis.** The latest publications in public access on reconstruction of such dwellings were studied, the series of dwellings were defined and basic items of work were listed.

**Uninvestigated parts of general matters defining.** The study and description of impact of technological and organizational factors on the durability of reconstruction.

**The research objective.** Making abstract models of dwellings reconstruction and defining the impact of factors on the durability of operations with the help of computer programs. Defining the areas of efficient solutions by graphic images.

**The statement of basic materials.** Based on the given typical series of dwelling, abstract models of reconstruction were made considering different combination of factors and multiple parameters of operations durability were obtained. Experimental and statistical modeling was carried out, charts of dependencies of factors on durability of construction were made. Multiple limits of definition of factors that have impact on reducing the durability of operations.

**Conclusions on the article.** The results of the study of impact of technological and organizational factors on the durability of the reconstruction of dwellings of first mass series have been obtained for the first time. Graphical image of factors' dependencies on reconstruction durability was obtained that allows to define the combination of factors under which the durability of reconstruction does not exceed the acceptable rate.

**Keywords:** technological and organizational solutions; model of reconstruction; number of working hours per week; coefficient of operations overlapping; areas of efficient solutions.

Table: 1. Fig.: 2. References: 8.

Дубельт Тетяна Михайлівна – аспірант кафедри технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури (вул. Дідріхсона, 4, м. Одеса, 65000, Україна).

Dubelt Tatiana – PhD student of Chair of Technology of Construction Operations, Odesa State Academy of Building and Architecture (4 Didrichson Str., 65000 Odesa, Ukraine).

E-mail: madam.tatiana3009@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2853-5704>