

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ТРИВАЛОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ПЕРШИХ МАСОВИХ СЕРІЙ

STUDY OF CHANGES OF RECONSTRUCTION DURABILITY OF RESIDENTIAL HOUSES OF FIRST MASS SERIES

Мета. Дослідити вплив організаційно-технологічних факторів на тривалість реконструкції житлових будинків перших масових серій з використанням комп'ютерних програм. За допомогою математичного моделювання описати аналітичні залежності та отримати їхнє графічне зображення. Дослідити залежності впливу факторів на показник тривалості реконструкції. Визначити мінімальні та максимальні значення тривалості реконструкції житлових будинків перших масових серій та чисельні значення факторів в області ефективних рішень, які зменшують тривалість виконання робіт.

Методика дослідження полягає у створенні ряду абстрактних моделей, які імітують реконструкцію житлового будинку типової серії 1-438_{2,5}-7 при одночасному впливі організаційно-технологічних факторів з різним рівнем варіювання. Вивчення фактичної реконструкції житлового будинку вимагає значних коштів та не дає змогу прослідкувати вплив факторів, оскільки представляє одну модель реконструкції. За допомогою математичного моделювання за скороченим планом експерименту з мінімальною кількістю дослідів визначений взаємозв'язок між факторами та показником тривалості реконструкції абстрактних моделей. Результат описаний аналітичною формулою та зображений у вигляді діаграм залежностей.

Результати дослідження представлені діаграмами залежностей факторів та показника тривалості реконструкції, дозволили визначити вид функції залежності, міру впливу кожного з факторів, зони ефективних рішень при одночасному впливі факторів.

Наукова новизна. Уперше за допомогою математичного моделювання були встановлені залежності між факторами та показником тривалості реконструкції житлових будинків перших масових серій.

Практичне значення. Графічне зображення залежностей факторів від тривалості реконструкції дозволило визначити поєднання факторів, при яких тривалість реконструкції не перевищує допустиму. Результати досліджень були використані для розробці рекомендації з реконструкції житлових будинків перших масових серій в м. Миколаєві.

Ключові слова: організаційно-технологічні фактори, абстрактні моделі, рівні варіювання, діаграми залежностей, зони ефективних рішень.

Вступ. Масове будівництво житлових будинків перших масових серій на території колишнього СРСР розпочалося з 1956 р. та тривало протягом 60-80рр. Так за офіційними даними на території України в 60-80х роках було побудовано близько 47 тис. будинків, в яких живуть майже 100 тисяч українців [1]. Обмеженість ресурсів в післявоєнний час та проектування в умовах жорсткої економії матеріальних коштів привела до низького рівня комфорту таких будинків [2]. В більшості випадків вони мали п'ять поверхів, поєднані санвузли, маленькі кухні, прохідні кімнати, відсутність балконів, сміттєпроводу, ліфту. Строк експлуатації

таких будинків розраховувався на 25-30 років. На сьогоднішній день більшість будинків вичерпала свій нормативний термін експлуатації та потребує термінової реконструкції.

Незважаючи на прийняття Постанови Кабінету Міністрів України «Про заходи по реконструкції житлових будинків перших масових серій» робота у напрямі реконструкції забудови носить епізодичний характер і не дозволяє прогнозувати результати зміни організаційно-технологічних рішень[3]. Це пов'язано з рядом причин: відсутності опису можливостей реконструкції в літературних джерелах та розрахунків прибуткового фінансування. Як наслідок – небажання інвесторів вкладати кошти в подібні об'єкти.

Актуальність досліджень. Тривалість реконструкції є одним з основних техніко-економічних показників оцінки прибутковості для інвесторів. Різноманітність факторів та складність їх впливу на кожний окремо взятий будинок ускладнює проведення дослідження на основі вже реалізованих об'єктів. Вплив факторів носить епізодичний характер. Використання програмного забезпечення дозволяє побудувати безліч абстрактних моделей та прослідити залежність між впливом факторів на показники реконструкції з мінімальними трудовими витратами.

Виклад основного матеріалу. Аналіз інформаційних джерел дозволив визначити серії будинків в яких реконструкція доцільна [4]. Опис реалізованих проєктів реконструкції житлових будинків показав, що на ряду з певними відмінностями всі будинки мають загальні особливості, що дозволяє виділити ряд робіт необхідний для кожного з них. Для дослідження була вибрана типова серія 1-438_{2,5-7}, як одна з поширених в місті Миколаєві. На основі візуального огляду будинку та обробки описання реконструкції подібних об'єктів на території колишнього СРСР [5] був складений перелік робіт основні з яких: підвищення поверховості до 7 поверхів; облаштування мансардного поверху; прибудова ліфтів, сміттєпроводів; удосконалення конструкції балконів; заміна комунікацій, вікон і зовнішніх дверей; утеплення і оновлення фасадів; перепланування квартир із застосуванням сучасних матеріалів а також роботи по демонтажу козирків, покрівлі.

Відповідно до переліку основних робіт були визначені обсяги робіт та побудована інформаційна модель у вигляді кошторису реконструкції будинку типової серії 1-438_{2,5-7} за допомогою програми АВК-5(3.2.2).

Зміна тривалості реконструкції пов'язана з такими факторами: послідовність виконання робіт, ступінь їх суміщення та кількість робочих годин на добу. Послідовність виконання робіт залежить від умови реконструкції робіт – проживання або відселення мешканців під час виконання робіт і представляє собою незалежний фактор. Два інших фактора взаємозалежні. Для дослідження їх впливу на тривалість робіт використана 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 [6] і залежить від кількості робочих днів на тиждень та кількості робочих годин на день. У залежності від умов проживання кількість годин змінюється, оскільки проведення робіт впливає на комфортне проживання мешканців.

У разі відселення мешканців мінімальна кількість робочих годин на тиждень становить 40 годин, а максимальна 112 годин:

5 днів в 1 зміну по 8 годин = 40 годин (9:00-18:00);

5 днів в 2 зміни по 8 годин = 80 годин (6:00-14:00, 15:00-23:00);

7 днів в 2 зміни по 8 годин = 112 годин (6:00-14:00, 15:00-23:00);

При роботі без відселення мешканців кількість робочих годин на тиждень коливається від 40 до 60 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 в 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 захваток при організації потоку; t_i – тривалість i -го потоку, дн.

Для врахування фактору умови проживання або відселення мешканців були побудовані дві графічні базові моделі реконструкції у вигляді лінійного графіку за допомогою програми Microsoft Project. На основі базових моделей за планом експерименту (табл.1) були побудовані лінійні графіки (9 для кожної базової моделі) з одночасним впливом двох факторів та отримані чисельні значення термінів реконструкції.

Для дослідження впливу факторів на тривалість реконструкції за допомогою програми COMPEX [7] були побудовані дві математичні моделі. Програма була розроблена для потреб матеріалознавства в Одеській державній академії будівництва та архітектури на кафедрі процесів й апаратів в технології будівельних матеріалів під керівництвом В.А. Вознесенського. Її використання показало ефективність не тільки в матеріалознавстві, але і для вирішення подібних завдань в інших напрямках, зокрема, технології будівельного виробництва. За результатами моделювання були отримані математичні залежності та діаграми впливу факторів на показник тривалості реконструкції житлових будинків перших масових серій.

У разі відселення мешканців під час реконструкції вплив факторів кількість робочих годин на тиждень (X_1) і коефіцієнт суміщення робіт (X_2) на показник тривалості реконструкції (Y_1) описаний математичною залежністю за формулою 2.

$$Y_1 = 359,201 - 210,167X_1 + 94,188X_1^2 - 52,85X_1X_2 + 101,771X_2 - 14,833X_2^2 \quad (2)$$

Таблиця 1

План експерименту і вплив варійованих факторів X_1 і X_2 на показник тривалості реконструкції житлового будинку (Y_1)

№ точки	Кодовані фактори		Відселення мешканців під час реконструкції з будинку			Проживання мешканців під час реконструкції в будинку		
			Натурні фактори		Показники	Натурні фактори		Показники
	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	Y_1 - Тривалість реконструкції, (дн)	X_1 - кількість робочих годин на тиждень (год)	X_2 - коефіцієнт суміщення робіт	Y_1 - Тривалість реконструкції, (дн)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	-1	-1	40	0,15	484	40	0,15	483
2.	-1	0	40	0,2	670	40	0,2	651
3.	-1	1	40	0,25	807	40	0,25	821
4.	-0,2	-1	80	0,15	243	48	0,15	402
5.	-0,2	0	80	0,2	335	48	0,2	542
6.	-0,2	1	80	0,25	404	48	0,25	673
7.	1	-1	112	0,15	173	60	0,15	322
8.	1	0	112	0,2	239	60	0,2	518
9.	1	1	112	0,25	288	60	0,25	547

При цьому: Критерій Fisher = 2.6000

Критерій Fkr = 2.6000

Kzm = 1.000 NSe = 10.229

Аналіз отриманої математичної формули показує, що фактор X_1 (кількість робочих годин на тиждень) впливає прямо пропорційно (знак +), а фактор X_2 (коефіцієнт суміщення робіт) обернено пропорційно (знак -) на тривалість реконструкції (Y_1). Ступінь впливу X_1 (кількість робочих годин на тиждень) значно більше, ніж X_2 (коефіцієнт суміщення робіт).

Діаграми ранжирування (Рис. 1.) показують що фактор X_1 (кількість робочих годин на тиждень) має максимальний вплив як в зоні максимуму (100%) так і в зоні мінімуму (100%) на показник Y_1 (тривалість реконструкції). Вплив фактору X_2 (коефіцієнт суміщення робіт) в двоє менше і більше виражений в зоні максимуму (58%), ніж в зоні мінімуму (36%). Графічне зображення функції в зоні мінімальних і максимальних значень показує, що вплив факторів X_1 і X_2 на тривалість реконструкції (Y_1) має параболічні залежності.

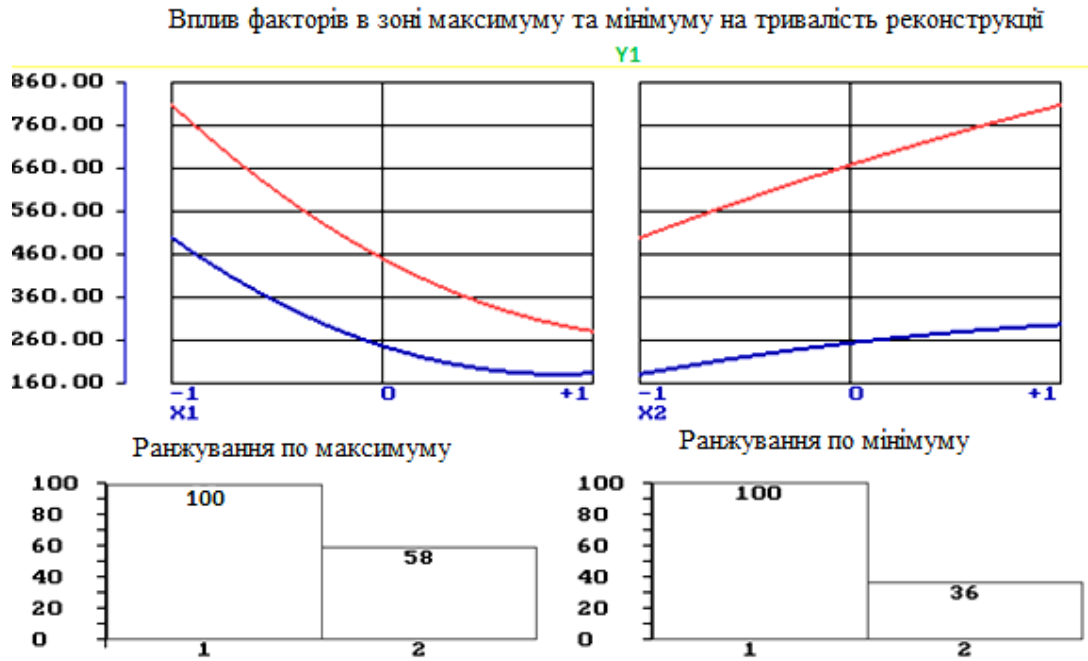


Рис. 1. Однофакторна діаграма впливу факторів (X_1 , X_2) на тривалість реконструкції житлового будинку (Y_1) за умови відселення мешканців

Найбільший вплив фактор X_1 на зміну тривалості реконструкції спостерігається в інтервалі X_1 від -1 до 0 (від 40 до 76 робочих годин на тиждень) як в зоні мінімальних, так і максимальних значень.

Фактор X_2 (коефіцієнт суміщення робіт), як видно на графіку (Рис.) надає обернено пропорційний вплив на показник тривалості реконструкції (Y_1).

На двофакторній діаграмі (рис.2) показані максимальні і мінімальні значення тривалості, а також варіанти її зміни у вигляді ізоліній з кроком 100 дн.

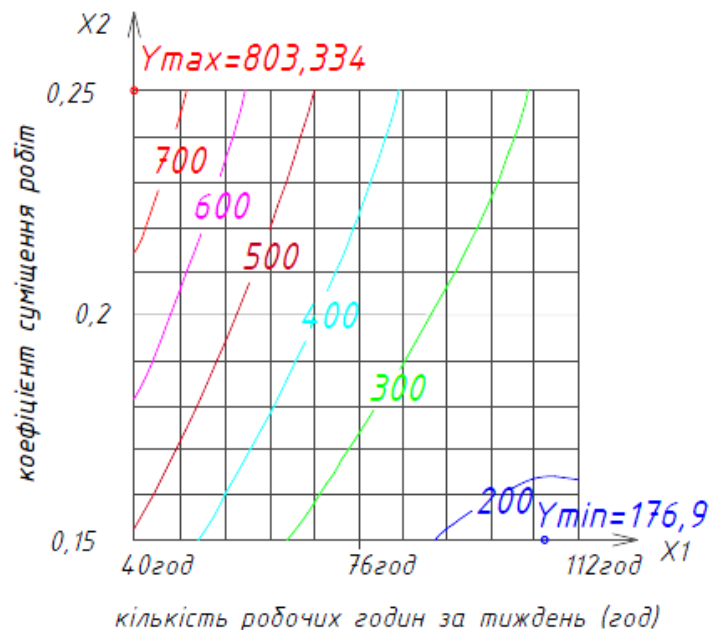


Рис. 2. Двофакторна діаграма впливу факторів (X_1 , X_2) на тривалість реконструкції житлового будинку (Y_1) за умови відселення мешканців

Аналіз діаграми показує що тривалість реконструкції коливається від 200 до 800 днів.

При проживанні мешканців під час проведення робіт в будинку вплив факторів : кількість робочих годин на тиждень (X_1) і коефіцієнт суміщення робіт (X_2) на показник тривалість реконструкції (Y_1) описаний математичною залежністю по формулі:

$$Y_1 = T_{рек} = 538,528 - 96,0X_1 + 37,361X_1^2 - 29,638X_1X_2 + 135,691X_2 - 30,333X_2^2 \quad (3)$$

При цьому: Критерий Fisher = 2.6000

Критерий Fkr = 2.6000

Kzm = 1.000 NSe = 20.853

Аналіз отриманої математичної залежності показує, що фактор X_2 (коефіцієнт суміщення робіт) впливає прямо пропорційно (зі знаком +), а фактор X_1 (кількість робочих годин на тиждень) обернено пропорційно (зі знаком -) на тривалість реконструкції (Y_1) житлового будинку.

Діаграми ранжирування (Рис.3) 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, при чому в зоні максимуму цей вплив найбільше (75%), а в зоні мінімуму становить 60%.

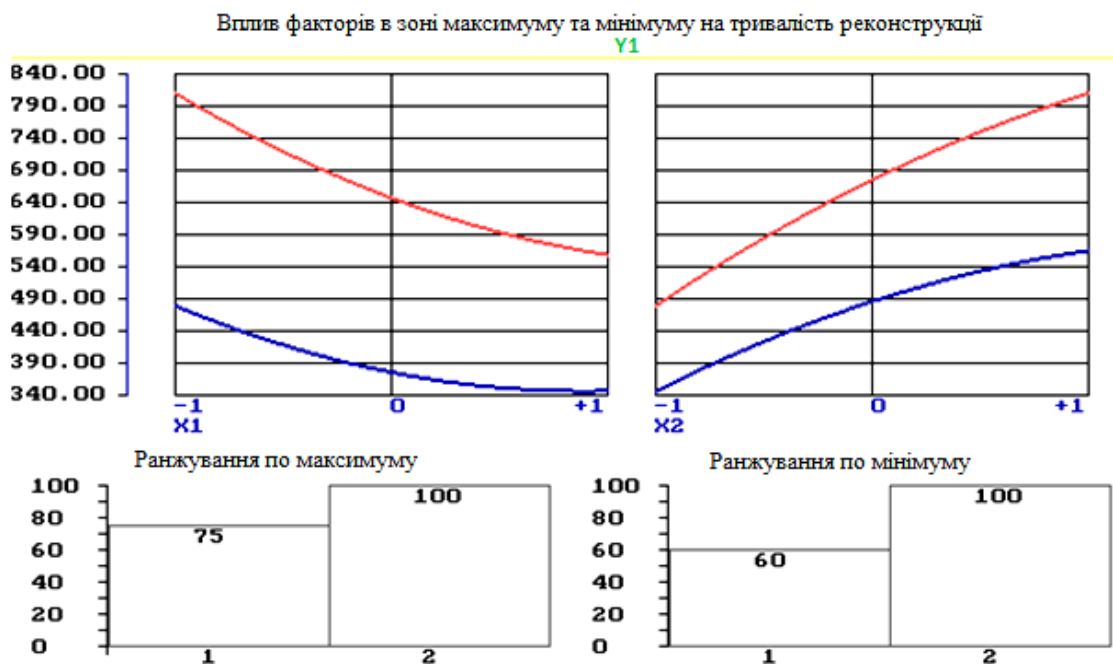


Рис. 3. Однофакторна діаграма впливу факторів (X_1 , X_2) на тривалість реконструкції житлового будинку (Y_1) без відселення мешканців

Вплив обох факторів представлено на двофакторній діаграмі впливу факторів (X_1 , X_2) на тривалість реконструкції житлового будинку (Y_1) (Рис.4). Зміна тривалості реконструкції житлового будинку зображена ізолініями з кроком

100дн. Аналіз рис.4. показує що тривалість реконструкції при проживанні мешканців під час проведення реконструкції в будівлі коливається в межах 350-800днів.

Визначення межі ефективного показника тривалості реконструкції прийнято на основі вивчення фактичних об'єктів реконструкції. Оскільки в літературних джерелах відсутня методика розрахунку і нормативи директивного терміну проведення робіт. В більшості випадків реконструкція триває 1-2 роки. Під час реконструкції необхідно проведення демонтажних робіт. Це може привести до тимчасового відключення від енергомереж. Проживання мешканців під час виконання робіт потребує своєчасного включення опалення. Тому прийнято обмеження тривалості 200 днів або 6,7 міс., яке дозволяє провести реконструкцію в теплу пору року без додаткового дискомфорту для тих, хто проживає.

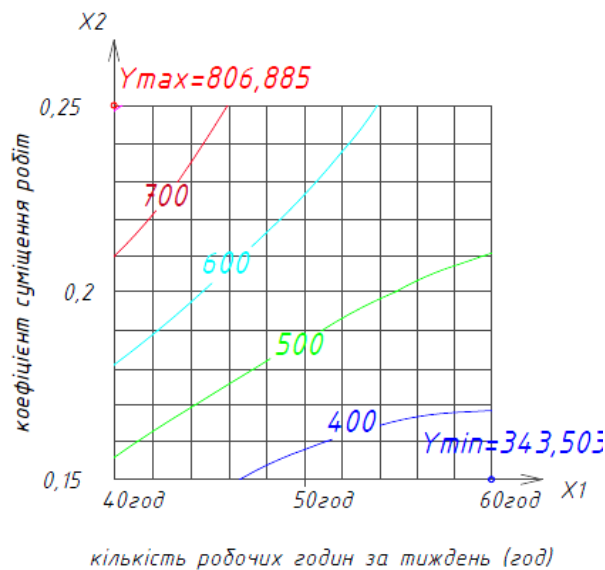


Рис. 4. Двофакторна діаграма впливу факторів (X_1 , X_2) на тривалість реконструкції житлового будинку (Y_1) без відселення мешканців

Накладення обмеження ефективного показника тривалості реконструкції $Y_1 = 200$ днів на діаграми впливу факторів (X_1 , X_2) на рис.5.а, показує, що за умови відселення мешканців введене обмеження можливо при поєднанні факторів X_1 від 0,36 до +1 (від 89 до 112 робочих годин на тиждень) і X_2 від -1 до -0,72 (коефіцієнт суміщення робіт від 0,15 до 0,136). Зони, в яких тривалість більше допустимих значень заштриховані зеленим кольором під нахилом.

Мінімальна тривалість виконання робіт без відселення мешканців становить $Y_1 = 344$ днів, що більше допустимого обмеження (рис.5., б).

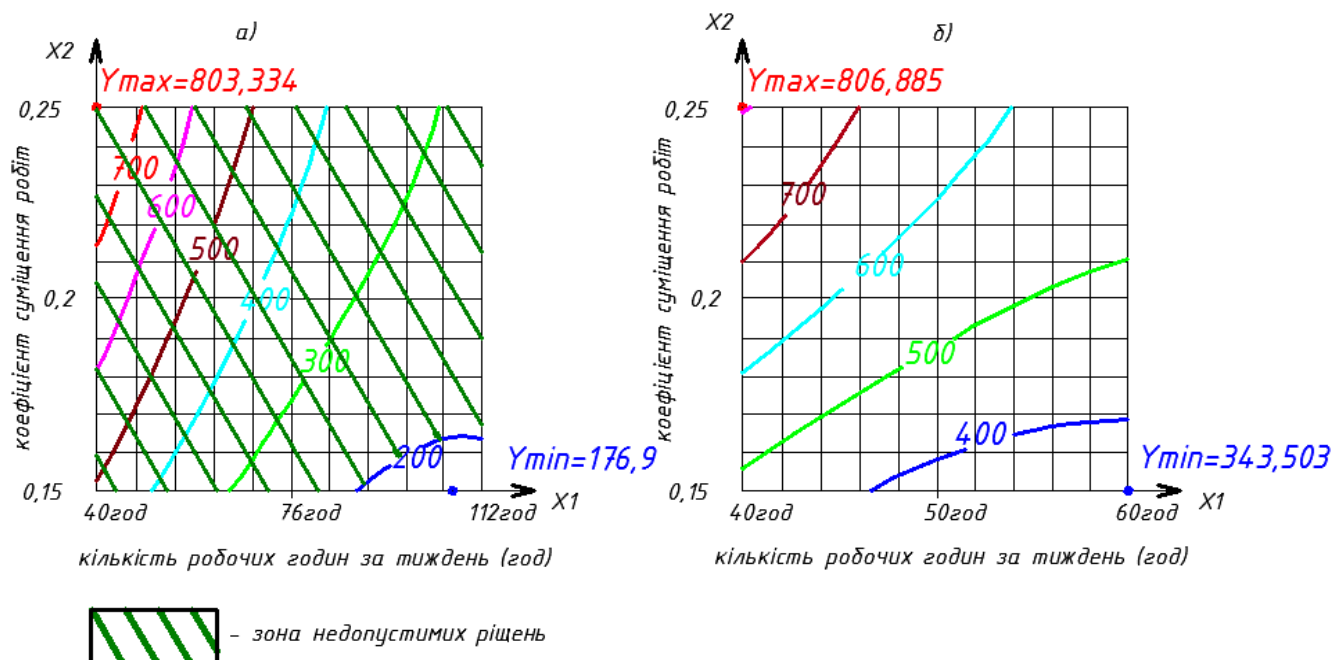


Рис. 5. Двофакторні діаграми впливу факторів (X_1 , X_2) на тривалість реконструкції житлового будинку (Y_1) з обмеженням $Y_1 = 200$ днів: а – за умови відселення мешканців, б – без відселення мешканців

Висновки. Вперше за допомогою математичного моделювання проведені дослідження тривалості зміни реконструкції житлового будинку перших масових серій. Визначені фактори, які впливають на тривалість реконструкції. Отримане математичне та графічне зображення впливу факторів на тривалість реконструкції.

За результатами досліджень визначені зони ефективних організаційних рішень, які показують що проведення реконструкції при умові проживання мешканців в будинку неможливе (тривалість реконструкції перевищує 200 днів). Зменшення тривалості реконструкції до 200 днів за умови відселення мешканців можливе при поєднанні факторів : коефіцієнта суміщення робіт до 0,15, та кількості робочих годин на тиждень від 90год. до 112 год.

Результати досліджень були використані для розробці рекомендації з реконструкції житлових будинків перших масових серій в м. Миколаєві

Перелік посилань

1. Житловий фонд України у 2010 році. Статистичний бюлетень. Державна служба статистики України. (2011).
2. Куркин, А.П., Розенфельд, М.С., Неверов, А.Г., & Волошко, М.Н.(2012). *Диагностика технического состояния жилых зданий*. Луганск : Янтарь.
3. Халтурина, Л.В. (2006). Опыт реконструкции пятиэтажных крупнопанельных жилых домов и его использование в курсовом проектировании. *Вестник АлтГТУ им. И.И. Ползунова*, 1, 59-60
4. Перькова, М. А. (2013) Реконструкция типовых серий жилых зданий. *Молодежь и наука: сборник материалов IX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 385-летию со дня основания г. Красноярска*. <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/section009.html>

5. Архитектурное и инженерное бюро. Рига. Варианты перепланировки домов серии (2016). Retrieved from: http://www.parplanosana.lv/ru/paarplaanoshanas-varianti-177781/1-467a-serija-staraja-litovka#.Uxy1cT9_uSo
6. *Кодекс законів про працю України*. №322-VIII (2019)
7. Вознесенский, В.А., Кровяков, С.А., & Ляшенко, Т.В. (1999). Вычислительные эксперименты при оценке взаимосвязи показателей прочности, упругости и трещиностойкостиводонасыщенного бетона. *Гидротехнические сооружения. Морские и речные порты*, Сб. науч. тр. Одесса, 2, 11-16.

АННОТАЦИЯ

Цель. Исследовать влияние организационно-технологических факторов на продолжительность реконструкции жилых домов первых массовых серий с использованием компьютерных программ. С помощью математического моделирования описать аналитические зависимости и получить их графическое изображение. Исследовать зависимости влияния факторов на показатель продолжительности реконструкции. Определить минимальные и максимальные значения продолжительности реконструкции жилых домов первых массовых серий и численные значения факторов в области эффективных решений, которые уменьшают продолжительность выполнения работ.

Методика исследования заключается в создании ряда абстрактных моделей, имитирующих реконструкцию жилого дома типовой серии 1-4382.5-7 при одновременном воздействии организационно-технологических факторов с различным уровнем варьирования. Изучение фактической реконструкции жилого дома требует значительных средств и не дает возможность проследить влияние факторов, поскольку представляет одну модель реконструкции. С помощью математического моделирования по сокращенному плану эксперимента с минимальным количеством опытов определена взаимосвязь между факторами и показателем продолжительности реконструкции абстрактных моделей. Результат описан аналитической формуле и изображен в виде диаграмм зависимостей.

Результаты исследования представленные диаграммами зависимостей факторов и показателя продолжительности реконструкции, позволили определить вид функции зависимости, степень влияния каждого из факторов, зоны эффективных решений при одновременном воздействии факторов.

Научная новизна. Впервые с помощью математического моделирования были установлены зависимости между факторами и показателем продолжительности реконструкции жилых домов первых массовых серий.

Практическое значение. Графическое изображение зависимостей факторов от продолжительности реконструкции позволило определить сочетания факторов, при которых продолжительность реконструкции не превышает допустимую. Результаты исследований были использованы для разработки рекомендации по реконструкции жилых домов первых массовых серий в г. Николаеве.

Ключевые слова: организационно-технологические факторы, абстрактные модели, уровни варьирования, диаграммы зависимостей, зоны эффективных решений.

ABSTRACT

Purpose. To investigate the impact of organizational and technological factors on the durability of reconstruction of residential houses of first mass series using computer programs. To describe the analytical dependencies and to get their graphical image using mathematical modeling. To explore the influence of factors on the index of duration of the reconstruction. To determine the minimum

and maximum values of duration of reconstruction of residential houses of first mass series and the multiple values of factors in the areas of efficient solutions that reduce the duration of works.

The methodology of the study is to make a number of abstract models simulating the reconstruction of residential houses of standard series 1-4382.5-7, by the simultaneous impact of organizational and technological factors with different levels of variation. Study of the actual reconstruction of a residential building requires significant means and does not allow to retrace the impact of factors, because it represents one model of reconstruction. We defined the interrelation between factors and the index of the reconstruction durability of abstract models with the help of mathematical modeling by reduced plan of the experiment with minimum number of experiments. The result is described by analytical formula and it is depicted in the form of dependency graphs.

The results of the study represented by graphs of factors dependencies and the index of reconstruction durability allowed to determine the kind of function of dependency, the degree of influence of each factor, the area effective solutions by simultaneous impact of factors.

Scientific novelty. Dependencies between factors and the index of the reconstruction durability of residential houses of first mass series have been defined for the first time by using mathematical modeling.

Practical value. Graphic representation of the dependencies' factors on the reconstruction durability allowed us to determine the combination of factors under which the duration of the reconstruction does not exceed the acceptable rate. The results of the research were used to elaborate recommendations for the reconstruction of residential houses of first mass series in Mykolayiv.

Key words: *organizational and technological factors, abstract models, levels of variation, charts of dependencies, areas of effective solutions.*