

УДК 69.059.7

к.т.н. Броневицький А.П.,
Київський національний університет будівництва та архітектури**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ
ПРОЦЕСІВ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ**

Розглянуто моделюванню механізму визначення трудомісткості будівельних процесів в залежності від впливу особливостей ревіталізації промислових будівель. Визначено групу так званих дестабілізуючих факторів, що впливають на ефективність будівельних робіт. Наведені розрахункові та графічні результати досліджень, котрі свідчать про найбільш суттєвий вплив окремих факторів на трудомісткість ревіталізації.

Ключові слова: ревіталізація, моделювання будівельних процесів, дестабілізуючі фактори

В умовах ревіталізації промислових будівель дуже важливим є передбачення майбутніх затрат на виконання будівельних робіт, що є важливою передумовою інвестування в будівництво [1, 2]. Це викликає необхідність в використанні економіко-математичного моделювання як інструментарію обґрунтування і ухвалення управлінських рішень. Значну частину аспектів, які виникають в ході такого обґрунтування, можна формалізувати, використовуючи сучасний математичний апарат [3, 4, 5, 6].

Одним з показників ефективності будівельного виробництва є трудомісткість виконання робіт, прогнозування якої необхідно для зниження вартості та тривалості будівництва. На трудомісткість робіт суттєво впливають умови будівництва, котрі характеризуються так званими «дестабілізуючими» факторами [2, 7]. В результаті аналітичних досліджень було обрано наступну групу факторів, які впливають на трудомісткість будівельних робіт при ревіталізації промислових будівель:

- фактор 1 - ущільненість забудови (x_1);
- фактор 2 - наявність повітряних інженерних комунікацій (x_2);
- фактор 3 - наявність підземних інженерних комунікацій (x_3);
- фактор 4 - наявність технологічних та інженерних споруд (x_4);
- фактор 5 – архітектурно-планувальні рішення будівель (x_5);
- фактор 6 – технічний стан будівельних конструкцій (x_6);
- фактор 7 – умови експлуатації прилеглої забудови (x_7).

Обрані фактори були використані та враховані у побудові економетричної моделі прогнозування та управління трудомісткістю виконання будівельних робіт.

Для дослідження впливу факторів на трудомісткість виконання робіт була розглянута вибіркова сукупність із 60 об'єктів, на яких виконувались чи виконуються роботи з ревіталізації.

Побудова моделей базується на обробці повторюваних статистичних даних, отриманих в результаті аналізу виробничої діяльності будівельних підприємств. Методика розробки таких моделей зводиться до дослідження впливу зміни досліджуваного фактора Y , у відповідь на зміну визначаючих його факторних ознак x_i ($i=1, 2, \dots, n$).

Для формального опису залежності досліджуваного фактора Y від кількісних змін факторів x_i , що враховуються, виконуємо m спостережень за кількісними змінами цих факторів і відповідною реакцією результуючої ознаки Y . У результаті отримуємо систему статистичних даних зміни досліджуваних факторів і відповідних результатів. Після обробки цих даних залежність результуючого фактора Y від зміни факторних ознак x_i описується рівнянням вигляду:

$$Y_x = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 \dots b_n \cdot x_n,$$

де b_1 - коефіцієнти регресії, які визначаються на основі обробки початкових даних.

Для детального аналізу досліджуваних факторів на початку було розраховано такі показники: середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, асиметрії, ексцесу тощо.

У результаті обробки і оцінки вхідної інформації встановлено, що основні техніко-економічні показники і організаційно-технологічні фактори змінювались в наступних межах, табл.1.

Аналіз даних, наведених у таблиці 1, дозволяє зробити висновок, що вхідна інформація є достовірною і однорідною, а досліджувані показники підлягають закону нормального розподілу і можуть бути використані в процесі моделювання зв'язку між факторами і результуючою ознакою.

Після вибору факторів і оцінки вхідних даних виконується процес моделювання зв'язку між факторними і результативними показниками, тобто підбір відповідного рівняння регресії.

Знаходження, оцінка і аналіз кореляційної і регресійної залежності між відібраними факторами є одним з етапів дослідження.

Таблиця 1.

Значення і статистичні характеристики досліджуваних показників

Статистичні характеристики	$Y1$	$Y2$	$x1$	$x2$	$x3$	$x4$	$x5$	$x6$	$x7$
Мінімум	26	7500	0.21	0.1	0.1	0.1	0.06	0.28	0.03
Максимум	65	12600	0.98	1	1	0.9	0.8	0.6	0.1
Експес	-1.84	-1.73	-1.06	0.98	1.36	-1.28	-1.96	-1.29	0.36
Асиметрія	0.06	-0.13	0.70	1.67	1.78	0.23	0.20	0.65	0.42
Середнє значення	44.70	10055.83	0.51	0.27	0.27	0.42	0.41	0.38	0.06
Стандартне відхилення	15.92	1949.43	0.24	0.32	0.31	0.25	0.35	0.11	0.02
Середнє квадратичне відхилення	15.79	10196.06	44.20	44.43	44.43	44.28	44.29	44.32	44.64

Як вказано вище, в роботі подані результати за 60 об'єктами-аналогами, а кількість факторів (пояснюючих змінних) прийнятих для дослідження дорівнює 7.

У результаті проведення кореляційного аналізу була отримана кореляційна матриця парних коефіцієнтів з використанням прикладного пакету Statistica 6.0, табл.2.

Таблиця 2.

Кореляційна матриця парних коефіцієнтів

	Y	$x1$	$x2$	$x3$	$x4$	$x5$	$x6$	$x7$
Y	1.000	0.778	0.465	0.375	0.701	-0.395	0.659	-0.064
$x1$	0.778	1.000	0.469	0.242	0.577	-0.296	0.515	-0.002
$x2$	0.465	0.469	1.000	0.045	0.194	-0.183	0.213	-0.144
$x3$	0.375	0.242	0.045	1.000	0.180	-0.048	0.256	0.046
$x4$	0.701	0.577	0.194	0.180	1.000	-0.151	0.549	0.186
$x5$	-0.395	-0.296	-0.183	-0.048	-0.151	1.000	-0.212	0.061
$x6$	0.659	0.515	0.213	0.256	0.549	-0.212	1.000	0.104
$x7$	-0.064	-0.002	-0.144	0.046	0.186	0.061	0.104	1.000

Аналіз матриці коефіцієнтів парної кореляції показує, що досить сильний зв'язок з трудомісткістю виконання робіт мають наступні фактори:

- ущільненість забудови $x1$ ($r_{yx1}=0.95$);

- наявність технологічних та інженерних споруд x_4 ($r_{yx_4} = 0,701$);
- технічний стан будівельних конструкцій x_6 ($r_{yx_6} = 0,659$).

Ці фактори мають найбільше абсолютне значення коефіцієнта парної кореляції з результативним показником, а отже є найвагомішими факторами, що визначають трудомісткість виконання будівельних робіт.

Отримана модель залежності трудомісткості будівельних робіт при ревіталізації промислових будівель від різних факторів, побудована з використанням пакету Statistica, має вигляд:

$$Y_1 = 18.8 + 20.4x_1 + 7.5x_2 + 8.96x_3 + 21.6x_4 - 7.5x_5 + 30.9x_6 - 10.8x_7;$$

На графіках (рис.1-3) можна наочно побачити, як змінюється параметр трудомісткості виконання робіт залежно від виділених найважливіших факторів (ущільненості забудови, наявності технологічних та інженерних споруд, технічного стану будівельних конструкцій). Як видно з графіків, трудомісткість виконання робіт зростає при збільшенні впливу цих факторів.

Таким чином, розроблена економіко-математична модель дає змогу на стадії інженерної підготовки ревіталізації, виявити вплив фактичних умов виконання будівельних робіт. Отриманий механізм дає можливість передбачити та ймовірно корегувати організаційно-технологічні рішення виконання будівельних робіт при ревіталізації промислових будівель.

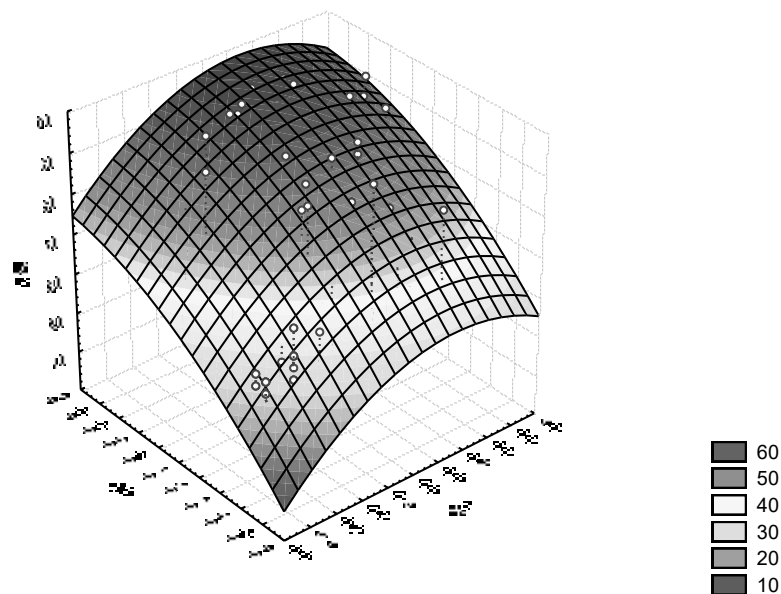


Рис. 1. 3D графік зміни трудомісткості виконання робіт в залежності від фактора ущільненості забудови та наявності технологічних та інженерних споруд

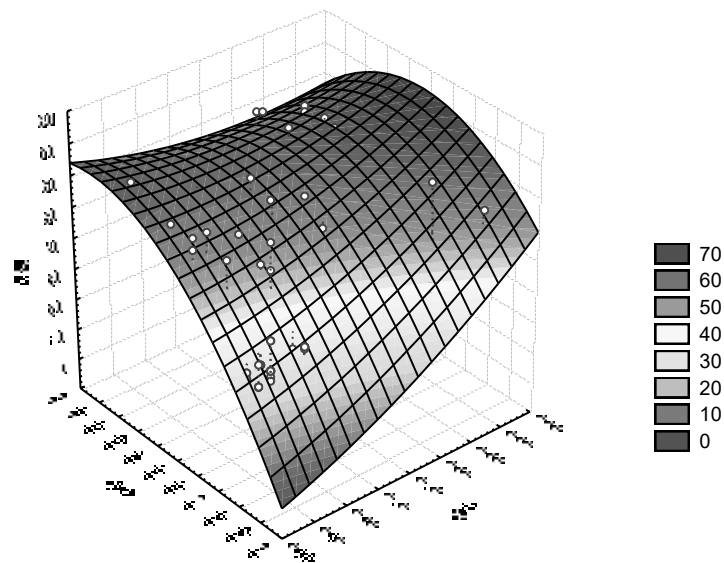


Рис. 2. 3D графік зміни трудомісткості виконання робіт в залежності від фактора ущільненості забудови та технічного стану будівельних конструкцій

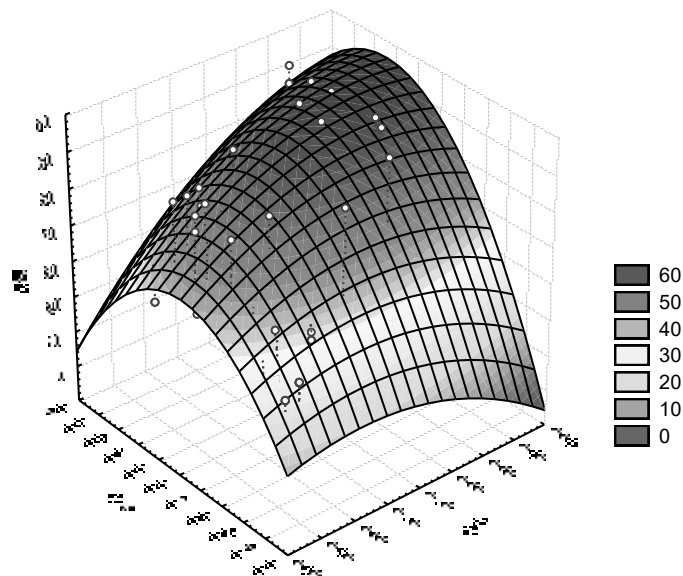


Рис. 3. 3D графік зміни трудомісткості виконання робіт в залежно від фактора технічного стану будівельних конструкцій та наявності технологічних та інженерних споруд.

Використана література:

1. Броневицький А.П. Особливості ревіталізації промислових будівель. Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. Вип. 2 (44). -2015. – ПолтНТУ с. 65-69.

2. Андрей Броневицкий. Влияние условий строительства на эффективность реконструкции зданий /Владимир Савйовский, Андрей Броневицкий, Артем Савйовский, Татьяна Сухорукова/ Доклады XV международной конференции ВСУ 2015, София, Болгария. Том 1. -С.343-347.

3. Федосеев В.В., Гармаш А.Н., Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и прикладные модели. Учебное пособие для вузов, изд.2, М.: ЮНИТИ, 2005, 2012.

4. Ферестер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. - М.: Финансы и статистика, 1988. - 302 с.

5. Афффи А., Эйзен С. Статистический анализ: подход с использованием ЭВМ. М.: Мир, 1982. - 448 с.

6. Боровиков В.П. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. - СПб.: Питер, 2003. - 688 с.

7. Савйовский В.В. Технология возведения и ремонта сооружений: учебное пособие/В.В. Савйовский.-Х.: Издательство «Лидер», 2014. -256 с.

Аннотация:

Статья посвящена моделированию механизма определения трудоемкости строительных процессов в зависимости от влияния особенностей ревитализации промышленных зданий. Определено группу так называемых дестабилизирующих факторов, которые влияют на эффективность строительных работ. Приведены расчетные и графические результаты исследований, которые свидетельствуют о наиболее существенном влиянии отдельных факторов на трудоемкость ревитализации.

Ключевые слова: ревитализация, моделирование строительных процессов, дестабилизирующие факторы

Annotation:

The article is devoted to the modeling of a mechanism for determining the complexity of building processes, depending on the features of the effect of revitalization of industrial buildings. It defines a group of so-called destabilizing factors that affect the efficiency of the construction work. The calculated and graphic results of studies that show the most significant impact of individual factors on the complexity of revitalization.

Keywords: revitalization, modeling of construction processes, destabilizing factors