

A. Osipov, V. Syhyda

Demolition technology of buildings and structures of industrial enterprises

The article discusses the prerequisites and features of the demolition of industrial buildings and structures on the example of a machine-building complex, which was in a dilapidated state, with a view to new construction of the administrative-office-commercial complex.

Keywords: *technology, demolition, building, construction, reconstruction, industrial facility, urban development.*

УДК 711.581-168:51-74

А.В. Банах,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-0517-2157

М.О. Полтавець,

канд. техн. наук, доцент

Інженерний інститут Запорізького національного університету

**БАГАТОФАКТОРНА РЕГРЕСИВНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ
ПРИРОДНОЇ ТА АНТРОПОГЕННОЇ МІСТОВУДІВНИХ СИСТЕМ**

В статті визначено узагальнені параметри природної та антропогенної містобудівних систем, проведено їх кореляційний аналіз, обрано результуючий фактор. На основі фактичних даних натурних досліджень розраховано тримірну регресію узагальнених змінних параметрів. Сформовано та проаналізовано багатофакторну регресивну модель взаємодії містобудівних систем.

Ключові слова: *забудована територія, узагальнений параметр, природна та антропогенна містобудівні системи, кореляційний аналіз, результуюча ознака, тримірна регресія, багатофакторна регресивна модель.*

Вступ. Забезпечення сталих значень показників надійності та довговічності будівель і споруд протягом встановленого при проектуванні терміну експлуатації є одним із шляхів підвищення ефективності будівництва та в довготривалій перспективі – економії або відсутності необхідності виділення додаткових коштів на капітальні ремонти, реконструкцію, ліквідацію наслідків аварій та руйнувань від прогнозованих чинників і відновлення експлуатаційної придатності об'єктів міської забудови в умовах нестабільної економіки України.

В останні роки спостерігається стрімке збільшення кількості будівель і споруд, зокрема багатоповерхових житлових будинків, що мають незадовільний та аварійний технічний стан, при тому, що термін їх експлуатації, згідно до чинних будівельних норм [1], складає 100 років. Натомість, на даний момент, такі об'єкти експлуатуються лише 35...60 років. Впливам змін природного середовища під тиском чинників антропогенної системи піддаються об'єкти міської забудови, інфраструктури, вулично-дорожньої мережі, стратегічного значення тощо.

Аналіз досліджень і публікацій з проблеми. Деякими вченими висувалася та доводилася гіпотеза, що вирішення часткових проблем будівельної галузі та сфери міського господарства та шляхи їх запобігання слід шукати на містобудівному рівні – при прогнозуванні та плануванні розвитку міських територій (забудованих або таких, що тільки відводяться під освоєння), враховуючи комплекс природних умов та різноманітні антропогенні дії, а також їх змінення з часом та взаємний вплив [2].

В попередніх дослідженнях окреслено множину факторів взаємодії природної та

антропогенної містобудівних систем, виражених у своїх обчислювальних параметрах, які є взаємно впливовими та, відповідно, взаємозалежними [3].

У якості вихідних даних дослідження розглядаються фактичні результати натурних досліджень та інженерних вишукувань. Параметри визначалися для одних і тих же забудованих територій з різницею у 25 років, що дозволяє дослідити зміни умов природного середовища та антропогенного тиску на нього у часовій області [4, 5].

Математичні методи, використані далі, застосовано та апробовано у дослідженнях в інших галузях науки, техніки та архітектури [6, 7], тому доцільно за аналогією застосувати їх для вирішення проблемних питань містобудування. В роботі [6] є система ознак, притаманних різноманітним факторам, а також проводиться багатофакторний аналіз цієї системи, який ґрунтується на базових поняттях і методах, наведених у [8].

Постановка завдання. Метою даного дослідження є побудова математичної моделі взаємодії природної та антропогенної містобудівних систем на основі обчислювального аналізу параметрів навколишнього середовища та діючих зовнішніх факторів.

Основний матеріал. Враховуючи багатофакторність процесу, для створення математичної моделі пропонується застосувати кореляційний аналіз впливу параметрів взаємодії природної та антропогенної містобудівних систем.

З усієї сукупності факторів, пов'язаних в систему, необхідно обрати одну результуючу ознаку – функцію, а всі інші слід вважати факторними ознаками – змінними аргументами функції, кожна з яких виражає той чи інший параметр і вимірюється в одиницях цього параметру.

У якості результуючої ознаки Y можна обирати будь-який фактор, однак найбільш показовим (небезпечним) для об'єктів забудови на даній території є осідання (просідання) ґрунту s .

Факторні ознаки позначаються $X_1 \dots X_n$ (в даному випадку $X_1 \dots X_2$) і виражають узагальнені характеристик елементів природної та антропогенної містобудівних систем, попередньо розглянуті у [3]. Враховуючи тривалість процесу деформування та вплив різних факторів на результуючу ознаку, у якості узагальнених параметрів доцільно обрати час t і параметр комплексу забудови (тиск на ґрунт або поверхню території) P .

Інформація про змінні величини, що характеризують природні та антропогенні фактори впливу, наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Інформація про змінні		
Позначення признаку	Ознака	Одиниця вимірювання
Y	Осідання (просідання) ґрунту, s	м
X_1	Час, t	рік
X_2	Параметр комплексу забудови (тиск на поверхню), P	t/m^2

Для того, щоб побудувати багатофакторну регресивну модель результуючої ознаки осідання (просідання) ґрунту s , насамперед необхідно відібрати факторні ознаки у модель. З цієї метою формується матриця парних коефіцієнтів кореляції, наведена в табл. 2.

Таблиця 2

Парні коефіцієнти кореляції			
	Y	X ₁	X ₂
Y	1	0,99116	0,8759
X ₁	0,99116	1	0,91544
X ₂	0,8759	0,91544	1

В першому рядку цієї матриці розташовані коефіцієнти R_{yx} , що характеризують тісноту взаємозв'язку результуючої ознаки з кожною факторною ознакою.

Результати розрахунку багатомірної регресії незалежних змінних наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати розрахунку багатомірної регресії

Змінна	Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення	Кореляція	Коефіцієнт регресії	T
X ₁	22,5	15,138	0,99116	0,01099	21,13
X ₂	93,25	38,134	0,8759	-0,0007248	5,1346

При цьому залежна змінна (результуючий признак) має:

- середнє значення – 0,217;
- середнє квадратичне відхилення – 0,14236.

Рівняння матриці парних коефіцієнтів кореляції має наступні значення власних показників:

- вільний член – 0,03625;
- коефіцієнт множинної кореляції R_B – 0,99424;
- $S_{\text{зал.}}$ – 0,017304;
- кількість ступенів свободи $k_1 = p - 2$;
- кількість ступенів свободи $k_2 = n - p - 1 = 7$;
- $F_{\text{спос.}}$ – 301,09.

Аналізуючи отримані результати, спочатку потрібно розглянути вибіркового множинний коефіцієнт кореляції $R_B = 0,99424$.

Перш ніж робити висновок про тісноту взаємозв'язку між результуючою ознакою та сукупністю факторних ознак, необхідно перевірити значущість вибіркового множинного коефіцієнту кореляції при рівні значущості 0,01. Для цього висуваються гіпотези:

$$H_0: R_{\text{ген}} = 0;$$

$$H_1: R_{\text{ген}} \neq 0.$$

Визначаються:

$$T_{\text{спос.}} = 24,539;$$

$$t_{\text{крит.дв.}}(0,01; 7) = 3,5.$$

Оскільки $T_{\text{спос.}} > t_{\text{крит.дв.}}(0,01; 2)$, нульова гіпотеза відкидається, отже справедливою є конкуруюча гіпотеза $H_1: R_{\text{ген}} \neq 0$. Таким чином, $R_B = 0,99424$ є значущим, і зв'язок між результуючою ознакою та сукупністю факторних ознак, що

входять до регресивної моделі, тісний.

Також для побудови множинної регресивної моделі необхідно визначити коефіцієнт детермінації:

$$D = (R_b)^2 \cdot 100 \% = (0,99424)^2 \cdot 100 \% = 98,8513 \%$$

Отже, варіація результуючої ознаки (осідання або просідання ґрунту s) в середньому на 98,8513 % пояснюється за рахунок варіації факторних ознак, що входять у модель (час t , параметр комплексу забудови – тиск на поверхню P).

Множинна регресивна модель має вигляд:

$$Y = 0,03725 + 0,01099 \cdot X_1 - 0,0007248 \cdot X_2.$$

Аналізуючи сформовану модель, необхідно перевірити її значущість при рівні значущості 0,01. Для цього висуваються гіпотези:

H_0 : модель незначуща ($H_0: A_1 = A_2 = \dots = A_p = 0$);

H_1 : модель значуща (H_1 : хоча б одне $A_i \neq 0$ та змінюється від 1 до p).

Нульова гіпотеза перевіряється за допомогою випадкової величини F , яка має розподіл Фішера-Снедекора. Визначається:

$$F_{\text{спос.}} = 301,09;$$
$$F_{\text{крит.}}(0,01; 2; 7) = 9,55.$$

Оскільки $F_{\text{спос.}} > F_{\text{крит.}}(0,01; 7; 2)$, нульова гіпотеза відкидається, дійсною є конкуруюча гіпотеза, тобто багатфакторна регресивна модель є значущою.

Зміст коефіцієнтів регресії полягає в тому, наскільки зміниться результуючий фактор (осідання ґрунту s) при збільшенні відповідного факторного признаку на одиницю:

- при збільшенні часу t – на 0,01099;

- при збільшенні тиску на поверхню P – на $-0,0007248$.

Від коефіцієнтів регресії можна перейти до коефіцієнтів еластичності, які показують, на скільки відсотків зміниться результуючий фактор (осідання ґрунту s) при збільшенні відповідного факторного признаку на 1 %:

- при збільшенні часу t – на 1,14;

- при збільшенні тиску на поверхню P – на $-0,311$.

Порівнюючи коефіцієнти еластичності за абсолютною величиною, можна стверджувати, що результуючий признак (осідання ґрунту s) більш чутливий до змінення факторного признаку часу t .

У стандартизованому масштабі рівняння регресії має вигляд:

$$Y = 6,62 \cdot X_1 - 1,62 \cdot X_2.$$

Порівнюючи коефіцієнти рівняння за абсолютною величиною, можна стверджувати, що найбільший вплив на результуючий признак (осідання ґрунту s) здійснює факторний признак час t .

Перераховуючи значення результуючого признаку (осідання ґрунту s) за допомогою отриманого рівняння, можна одержати залишки визначення залежної змінної, наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Результати розрахунку багатомірної регресії

Задане значення	Визначене значення	Залишок	Відхилення, %
0,03	0,029	0,001	3,45
0,05	0,052	-0,005	-5,77
0,1	0,0983	0,0017	1,73
0,15	0,145	0,005	3,45
0,18	0,181	-0,001	-0,55
0,24	0,232	0,008	3,45
0,25	0,26	-0,01	-3,85
0,32	0,335	-0,015	-4,48
0,4	0,386	0,014	3,63
0,45	0,441	0,009	2,04

З табл. 4 видно, що абсолютне значення максимального відхилення результуючого фактору – осідання ґрунту, – що визначалося за рівнянням регресивної моделі, складає 5,77 % у порівнянні з фактично визначеним значенням за результатами інженерних вишукувань і натурних досліджень. Тому отриману багатомірну регресивну модель взаємодії природної та антропогенної містобудівних систем можна вважати адекватною.

Графічно результати моделювання зручно представляти у вигляді просторового графіку залежності результуючого фактору від узагальнених параметрів природної та антропогенної містобудівних систем, показаного на рис. 1 (побудований за результатами даного дослідження).

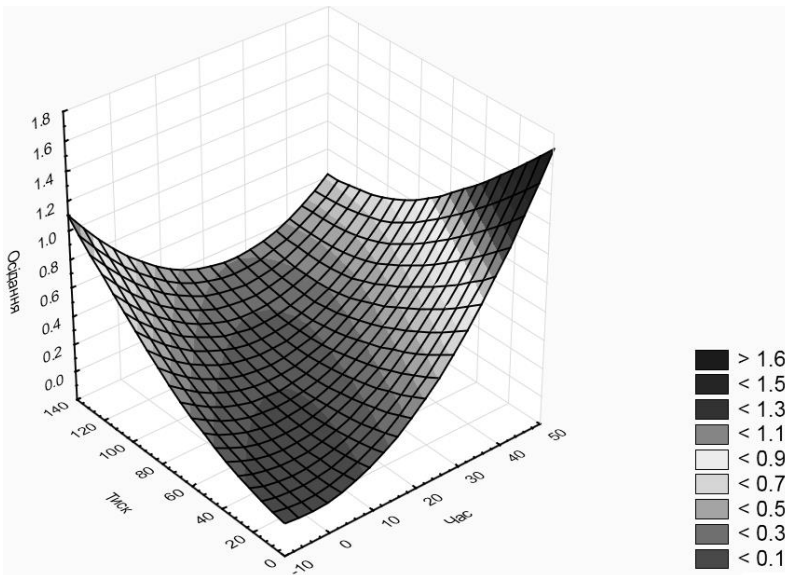


Рис. 1. Просторовий графік залежності узагальнених параметрів моделі

При цьому функцією отриманої поверхні просторового графіку, наведеного на рис. 1, є поліном другого ступеня:

$$s = 0,0189 + 0,0039 \cdot t - 0,0003 \cdot P + 0,0006 \cdot t^2 - 0,0002 \cdot t \cdot P + 3,7348 \cdot 10^{-5} \cdot y^2.$$

Висновки. Отримано багатофакторну регресивну модель, яка пов'язує узагальнений параметр природної містобудівної системи – осідання ґрунту, узагальнений параметр антропогенної містобудівної системи – тиск на поверхню забудованої території, і час взаємодії.

Абсолютне значення максимальної розбіжності результатів інженерних вишукувань і натурних досліджень та тих самих параметрів, розрахованих за отриманою моделлю, складає 5,77 %, що говорить про її адекватність.

Отримана модель дозволить прогнозувати можливі погіршення показників надійності та довговічності будівель, споруд, інших об'єктів міської забудови у довготривалій перспективі, а також раціонально планувати розвиток міст і вид забудови у питанні функціонального призначення територій в залежності від фактично встановлених природних умов.

Список літератури:

1. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд : ДБН В.1.2-14:2018. – [Чинний від 2019-01-01]. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018. – 30 с.

2. Осітнянко А. П. Планування розвитку міста / Осітнянко А. П. – К.: КНУБА, 2005. – 386 с.

3. Банах А. В. Аналіз взаємного впливу параметрів природної та антропогенної містобудівних систем / А. В. Банах, М. О. Полтавець // Містобудування та територіальне планування : науково-технічний збірник. – К.: Київський національний університет будівництва і архітектури, 2019. – Вип. 69.

4. Руденко А. А. Характеристика инженерно-геологических и гидрогеологических условий территории г. Запорожье : технический отчет / Руденко А. А., Копейкин В. И., Варвинец Н. В. – Запорожье: ЗКО «УкрВостокГИИИТИз», 1973. – 21 с.

5. Ищенко В. И. Особенности инженерно-геологических условий территории г. Запорожье : технический отчет / В. И. Ищенко, В. И. Копейкин. – Запорожье: ЗФ «УкрНИИИТИз», 1997. – 11 с.

6. Полтавець М. О. Оптимізаційна система показників оцінки технологічних властивостей проектних рішень просторових систем покриттів / Полтавець М. О. // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : збірник наукових праць. – Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2014. – Вип. 29. – С. 483-490.

7. Baird G. The Architectural Expression of Environmental Control Systems / George Baird. – Spon Press, 2001. – 246 p.

8. Системотехника строительства : энциклопедический словарь / под ред. А. А. Гусакова. – М.: Ассоциация строительных ВУЗов, 2004. – 320 с.

А. В. Банах, М. О. Полтавець

Многофакторная регрессионная модель взаимодействия природной и антропогенной градостроительных систем

В статье выделены обобщенные параметры природной и антропогенной градостроительных систем, проведен их корреляционный анализ, выбран результирующий фактор. На основе фактических данных натурных исследований

рассчитана трехмерная регрессия обобщенных переменных параметров. Составлена и проанализирована многофакторная регрессивная модель взаимодействия градостроительных систем.

Ключевые слова: *застроенная территория, обобщенный параметр, природная и антропогенная градостроительные системы, корреляционный анализ, результирующий признак, трехмерная регрессия, многофакторная регрессивная модель.*

A. Banakh, M. Poltavets

Multifactorial regression model of natural and anthropogenic urban systems interaction

In the article the generalized parameters of natural and anthropogenic urban systems are defined, their correlation analysis is made, the resulting factor is selected. On the basis of actual data of field surveys, a three-dimensional regression of generalized variables is calculated. A multifactorial regressive model of the natural and anthropogenic urban systems interaction is formed and analyzed.

Key words: *urban area, generalized parameter, natural urban system, anthropogenic urban system, correlation analysis, resultant indicator, three-dimensional regression, multifactorial regression model.*

УДК 691.678.544

О.С. Барабаш,

канд. техн. наук

ORCID: 0000-0002-9871-0312

Ю.М. Данченко,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0003-3865-2496

Харківський національний університет будівництва та архітектури

ЕФЕКТИВНІ ЕПОКСИДНІ ЗВ'ЯЗУЮЧІ І СКЛОПЛАСТИКИ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПОСИЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Проведено дослідження ефективності застосування поверхнево-активних та кремнійорганічних речовин для покращення технологічних властивостей епоксидного зв'язуючого, адгезійно-міцнісних властивостей та зниження залишкових напружень отверджених епоксиполімерів з метою створення епоксидного зв'язуючого для виготовлення склопластиків. Розроблений оптимальний склад, що дозволив отримати склоармовані матеріали з підвищеними деформаційно-міцнісними властивостями.

Ключові слова: *епоксидні зв'язуючі, склопластики, змочувальна здатність, адгезійна міцність, залишкові напруження.*

Вступ. На даний час композиційні матеріали на основі епоксидних зв'язуючих, що твердіють за звичайної температури, знаходять все більше застосування для відновлення, посилення і продовження терміну експлуатації різних будівельних деталей і виробів, конструкцій будівель і споруд. Відомо[1, 2], що одним з ефективних способів посилення кам'яних конструкцій є посилення склопластиковим армуванням. Для цієї мети використовуються складжути і склотканини, просочені епоксидним зв'язуючим, які приформовуються до місць