

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

# БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО



№ 70 2020

Міжвідомчий науково-технічний збірник (технічні науки, економічні науки)



Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

Серія КВ № 21921-11821ПР від 23.03.2016 р.

Наказ Міністерства освіти і науки України про реєстрацію фахового видання Додаток 4 до наказу Міністерства освіти і науки України від 02.07.2020 № 886 (технічні науки), Додаток 2 до наказу Міністерства освіти і науки України від 14.05.2020 № 627 Категорія "Б" (економічні науки)

Міжвідомчий науково-технічний збірник видається з 1965 року.

Співзасновниками є: ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» (ДП «НДІБВ») та Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА).

Розглянуто питання становлення саморегулювання в будівництві, економічної ефективності енергозберігаючих заходів у будівництві, механізм оптимізації діяльності будівельних підприємств, удосконалення технології та організації виконання робіт у промисловому і житловому будівництві, висвітлено нові напрями у технології будівельних процесів.

Для співробітників науково-дослідних та проектних інститутів, спеціалістів будівельних організацій, викладачів і студентів вищих навчальних закладів.

### Редакційна колегія

#### Головний редактор

Радкевич А.В. д.т.н., проф. ДНУЗТ ім. В. Лазаряна. Дніпро;

#### Заступник головного редактора (технічні науки)

Григоровський П.Є. д.т.н., с.н.с. ДП "НДІБВ". Київ;

#### Члени редколегії

Молодід О.С. к.т.н., доцент, ДП "НДІБВ". Київ;

Молодід О.О. к.е.н., с.н.с., ДП "НДІБВ". Київ;

Барабаш М.С. д.т.н., с.н.с. НАУ. Київ;

Беленкова О.Ю. к.е.н., доцент, КНУБА. Київ;

Білоконь А.І. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Бондар О.А. д.е.н., проф. КНУБА. Київ;

Бондаренко Є.В. д.е.н., проф. ДП "НДІБВ". Київ;

Вечеров В.Т. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Галінський О.М. д.т.н., с.н.с., ТОВ "НАНЦ". Київ;

Гончаренко Д.Ф. д.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

Городецький О.С. д.т.н., проф. ТОВ "Ліра-САПР". Київ;

Данченко Ю.М. к.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

Дмитренко Г.А. д.е.н., проф. ДП "НДІБВ". Київ;

Дорофєєв В.С. д.т.н., проф. ОДАБА. Одеса;

Кравчуновська Т.С. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Куліков П.М. д.е.н., проф. ректор КНУБА. Київ;

Менейлюк О.І. д.т.н., проф. ОДАБА. Одеса;

Міхайленко В.М. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Млодецький В.Р. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Назаренко І.І. д.т.н., проф., президент АБУ, Київ;

Ніколаєв В.П., д.е.н., проф. НАДУ. Київ;

Осипов О.Ф. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Плоский В.О. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Рижакова Г.М. д.е.н., проф. КНУБА. Київ;

Савйовський В.В. д.т.н., проф. Київ;

Сопов В.П. д.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

Сорокіна Л.В. д.е.н., проф. КНУБА. Київ;

Стеценко С.П. д.е.н., доц. КНУБА. Київ;

Сухоруков А.І. д.е.н., проф. АБУ Київ;

Терентьєв О.О. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Тонкачєєв Г.М. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Тугай О.А. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Хижняк В.О. к.е.н., доцент, ДП "НДІБВ". Київ;

Шатов С.В. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Шимановський О.В. д.т.н., проф., УІСК ім. В. М.

Шимановського. Київ;

Шумаков І.В. д.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

#### Зарубіжні члени редколегії

Дзвігол Хенрік, проф. Сілезька політехніка. Глівіце, Польща

Долотов О.В. д.т.н., проф. США;

Клованич С.Ф. д.т.н., проф. Польща;

Котовіч Януш, проф. Сілезька політехніка. Глівіце, Польща

Кузіор Олександра, проф. Сілезька політехніка. Глівіце,

Польща

Лакатош Янош д.е.н., проф. Угорщина;

Пилипенко В.М. д.т.н., проф. ГП "НИПТИС". Беларусь;

Радей Карел докт. Чехія;

Сиройч Здислав д.е.н., проф. Польща;

Сломски Войтех д.е.н., проф. Словаччина;

Трейковські Маріан д.е.н., проф. Македонія;

Фингер Матіас д.е.н., проф. Швейцарія;

Відповідальний секретар О.В. Сирота

Комп'ютерна верстка та графіка О.В. Сирота

Мова видання: українська і російська.

Затверджено до друку Вченою радою інституту протокол № 2 від 30.06.2020 р. №70

(технічні науки, економічні науки).

Адреса редколегії збірника:

03110, МСП, Київ, проспект Лобановського (Червонозоряний), 51. Тел. 275-20-78

E-mail: [vistavca@ukr.net](mailto:vistavca@ukr.net)

web: <http://ndibv-building.com.ua>

Редакція не завжди поділяє думку та погляди автора. Відповідальність за достовірність фактів, власних імен, географічних назв, цитат, цифр та інших відомостей несуть автори публікацій.

Відповідно до Закону України «Про авторське право та суміжні права» при використанні наукових ідей та матеріалів цього збірника посилання на авторів і видання є обов'язковим.

Журнал реферується у наукометричній базі даних



ISSN 2524-2555 (online)

ISSN 0131-8942 (print)

**П.Є. Григоровський**, д.т.н., с.н.с., тимчасово виконуючий обов'язки директора ДП "НДІБВ", м. Київ, Orcid 0000-0003-0527-5890;

**О.В. Горда**, к.т.н, доцент кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики. Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ, Orcid 0000-0001-7380-0533;

**Ю.В. Крошка**, завідувачка відділу інструментального контролю будівельно-монтажних робіт ДП "НДІБВ", м. Київ, Orcid 0000-0001-6110-8443

## РОЗРОБКА БУДІВЕЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНОГО ПРОЦЕСУ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ЗВЕДЕННІ МОНОЛІТНО-КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ

**Анотація.** *Вимірювальні роботи являються невід'ємною частиною технологічних процесів будівельного виробництва, їх слід пов'язувати з строками виконання загально-будівельних, монтажних, спеціальних та інших робіт. Вимірювальні роботи протягом життєвого циклу в найбільшому ступеню впливають на тривалість будівельного етапу, оскільки при зменшенні (збільшенні) тривалості самих вимірювань можливо вплинути на тривалість і послідовність основних робіт технологічних процесів при зведенні будівлі. Із стрімким розвитком інформаційних технологій наукові розробки з формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві активізувалися.*

*У статті наведено спробу розробки будівельної інформаційної моделі вимірювальних робіт при зведенні наземної частини монолітно-каркасних будівель. Використання методів інформаційного моделювання для отримання інформації про геометричні параметри конструкцій монолітно-каркасних будівель дозволить оптимізувати процес зведення будівель з врахуванням отриманих та реально виміряних відхилень їх розмірів в умовах реального часу. Включення результатів вимірювальних робіт до будівельної інформаційної моделі (ВІМ) об'єкта будівництва робить дослідження актуальним.*

**Ключові слова:** *вимірювальні роботи; будівельні інформаційні моделі; функція, відхилення розмірів; елемент; каркас; будівельних процес.*

**Вступ.** У зв'язку із стрімким розвитком інформаційних технологій наукові розробки з формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві активізуються. На цей час достатньо досліджені технічні, технологічні, організаційні, економічні аспекти зведення будівель і споруд; ґрунтовно відпрацьовані теоретичні та практичні аспекти раціонального використання методів вимірювань з контролю якості, постійно удосконалюються методологічні рішення забезпечення точності вимірювальних робіт, не припиняються дослідження у галузі вишукувальних робіт та удосконалення приладів.

В той же час оптимізація організаційно-технологічних рішень щодо оптимізації та обґрунтування ефективності технології вимірювальних робіт у складі будівельних процесів виконана недостатньо. Це стосується питань: досліджень з визначення параметрів технологічних процесів зведення будівель з врахуванням вимірювань на етапах організаційно-технологічного та архітектурно-конструктивного проектування як цілісної системи; розробки та обґрунтування системного підходу до технології вимірювань параметрів будівельних об'єктів, технологічного обладнання і оснастки для різних умов будівництва; прогнозування технологічних параметрів з використанням об'єктивної інформації, що отримується з вимірювань на етапі будівництва тощо.

Вимірювальні роботи виконують протягом всього життєвого циклу будівлі, вони впливають на тех-

ніко-економічні показники всіх його етапів. Серед вимірювальних робіт, геодезичні роботи [3] є найбільш показовими для аргументації та досліджень впливу організаційно-технологічних рішень на ефективність комплексного будівельного процесу зведення монолітно-каркасних будівель, оскільки лежать на критичному шляху у складі комплексного будівельного процесу.

Припускається що через розроблення та впровадження оптимальних організаційно-технологічних рішень, що враховують взаємозв'язок та взаємовплив основних та вимірювальних робіт на монтажному горизонті можливо досягти скорочення тривалості етапу будівництва об'єктів. Відсутнє методологічне забезпечення організаційно-технологічного проектування вимірювальних робіт у складі комплексного технологічного процесу зведення монолітно-каркасних будівель із застосуванням ефективних методів та технології вимірювань. Тому важливим для будівельної галузі України є створення та широке застосування новітніх високоефективних методів вимірювань у складі будівельного процесу, що сформовані на принципах інформаційного моделювання із застосуванням досягнень приладобудування, геодезії, метрології, організації та технології будівництва.

**Мета дослідження.** Розробити будівельну інформаційну модель комплексного технологічного процесу зведення монолітно-каркасної будівлі з врахуванням вимірювальних робіт визначення геометричних параметрів конструкцій будівлі.

**Виклад основного матеріалу.** Для забезпечення повноти інформаційної моделі [1, 2] об'єкта будівництва розробка інформаційних моделей процесу вимірювальних робіт при зведенні монолітно-каркасних будівель вимагає формулювання інформаційних завдань та послідовності їх вирішення.

Вихідні дані для моделювання комплексного процесу вимірювальних робіт при зведенні монолітно-каркасних будівель [4]:

$H(t, B)$  – технологія будівництва об'єкта  $B$ , що задається проектом.

$B(t)$  – зведений об'єкт в момент часу  $t$ , згідно із проектом.

$B(0) = \emptyset$  – до початку будівництва нічого немає.

$B(\infty) = B$  – вважаємо, що проект завжди буде завершений

$B(t_i) = B_i$  – об'єкт згідно з проектом у момент часу геометрично не змінювана структура.

$\{t_i\} \equiv T$  – моменти часу контролю стану об'єкта  $B(t)$ .

$StB(t)$  – структура об'єкта в момент часу  $t$ :

$$StB(t) = Vt(B) UGr(BUKr(B)), \quad (4.1)$$

Де –  $Vt(B(t))$  – множина вертикально орієнтованих елементів конструкції  $B(t)$ , наприклад, колони;  
–  $Gr(B(t))$  – множина горизонтально орієнтованих елементів конструкції  $B(t)$ , наприклад, перекриття;

–  $Kr(B(t))$  – множина елементів каркаса  $B(t)$ .

Тоді об'єкт  $B(t)$  можна представити як

$$B(t) = \bigcup_i \bigcup_j \bigcup_k el_{ijk}$$

– об'єднання елементів структури  $StB(t)$ , де  $i \in Vt(t), j \in Gr(t), k \in Kr(t)$ .

Функція  $St(B(t))$  – функція суміжності на  $B(t)$  ребер і граней.

Якщо представити  $Kr(B(t)) = Tp_{ijk}$ , де  $Tp_{ijk}$  – сукупність трикутників, отриманих у процесі триангуляції поверхні  $B(t)$ , що утворені реальними ребрами конструкції або двома реальними ребрами й одним уявним ребром, що з'єднують ребра по суміжності, то представлення монолітно-каркасного об'єкта в процесі будівництва в момент часу  $t$ :

$$(El(B(t)), B(t), Kr(t)), \quad (4.2)$$

де  $(El(B(t)))$  – безліч елементів  $StB(t)$ .

Представлення стану об'єкта в момент часу  $t$  формула (4.3)

$$[El(B(t), B(t), Kr(B(t)), Del(El(B(t))), Og(Kr(B(t))), Del(El(B(t))), Og(Kr(B(t)))]$$

$Del(El(B(t)))$  – проектно-допустимі інтервали відхилень розмірів і орієнтацій, елементів  $El(B(t))$ ;

$Og(Kr(B(t)))$  – проектні обмеження на інтервали відхилень розмірів, орієнтації й розміщення елементів каркаса  $Kr(B(t))$ ;

$Del(El(B(t)))$  – реально вимірювані відхилень розмірів і орієнтацій елементів  $El(B(t))$ ;

$Og(Kr(B(t)))$  – реально вимірювані відхилень розмірів, орієнтації і розміщення каркаса  $Kr(B(t))$ .

$$\{\Delta^1_{t_i}(B_i), \Delta^2_{t_i}(B_i)\}$$

– масив вимірів невідповідностей (відхилень) проектним значенням  $B(t_i)$ , де:

$$\begin{aligned} \Delta^1_{t_i}(B_i) &\equiv \left\| Del(El(B(t))) - \widetilde{Del}(El(B(t))) \right\|_{t_i} \\ \Delta^2_{t_i}(B_i) &\equiv \left\| Og(Kr(B(t))) - \widetilde{Og}(Krl(B(t))) \right\|_{t_i} \\ t_i &\in T \end{aligned} \quad (4.4)$$

причому,

$$|\Delta^1_{t_i}(B_i)| > \varepsilon_1, |\Delta^2_{t_i}(B_i)| > \varepsilon_2 \quad \text{– проектні допуски}$$

Природа формування масиву невідповідностей полягає в сукупності похибок, технологічних допусків та відхилень [5]:

– похибки виконання будівельно-монтажних робіт;

– похибка осідання елементів і об'єкта у цілому;

– похибка проектних даних;

– технологічних допусків і відхилень;

– похибки вимірів;

і може носити випадковий, систематичний або накопичувальний характер.

$$\{I_z(t_i), B(t_i), KTC_i\} \quad I_z(t_i, B(t_i), KTC_i)$$

– вимір в момент часу  $T_i$  на об'єкті  $B$ .

– технологія виміру в момент часу  $T_i$  на об'єкті  $B$ .

$\bigcup_i \{I_z(t_i), B(t_i), KTC_i\}$  – загальна технологія вимірів на об'єкті  $B$ ,

де  $KTC_i$  – комплекс вимірювальних засобів.

Нехай у момент часу  $\hat{t}$  будівництво завершено

відповідно до проекту  $B$ , тобто  $B(\infty) = B(\hat{t})$ .

Процес будівництва об'єкта з урахуванням вимірювальних робіт можна зобразити схематично. Розглянемо схему 4.1:

Звідки впливає представлення вимірів на будівельному об'єкті, як компонент технологій:

$$(t, B(t), H(t, B(t))), \{I_z(t_i), B(t_i), KTC_i\}, \quad (4.5)$$

Припустимо, що реалізація будівельного проекту  $B$  іде без будівельних помилок, завдання побудови технології вимірів реалізується відповідно до оптимізаційного завдання:

$$\hat{t} \rightarrow \bigcup_i \min \{I_z(t_i), B(t_i), KTC_i\}$$

при

$$\{\Delta^1(t_i)\} = \emptyset, \{\Delta^2(t_i)\} = \emptyset, \quad (4.6)$$

Припустимо, що на кожному з монтажних горизонтів проводяться однакові виміри.

$$SI_z(t_i, B(t_i), KTC_i)$$

– сітка вимірів на момент часу  $t_i$  засобами  $KTC_i$  щодо проекту  $B(t_i)$ .

Визначимо вимірювальні процедури [4] на будівельному майданчику (рис. 4.1).

Перераховані вимірювальні процедури реалізуються за рахунок:

$t^1$  – перевірки параметрів вимірювальних і контрольних точок вихідної геодезичної мережі;

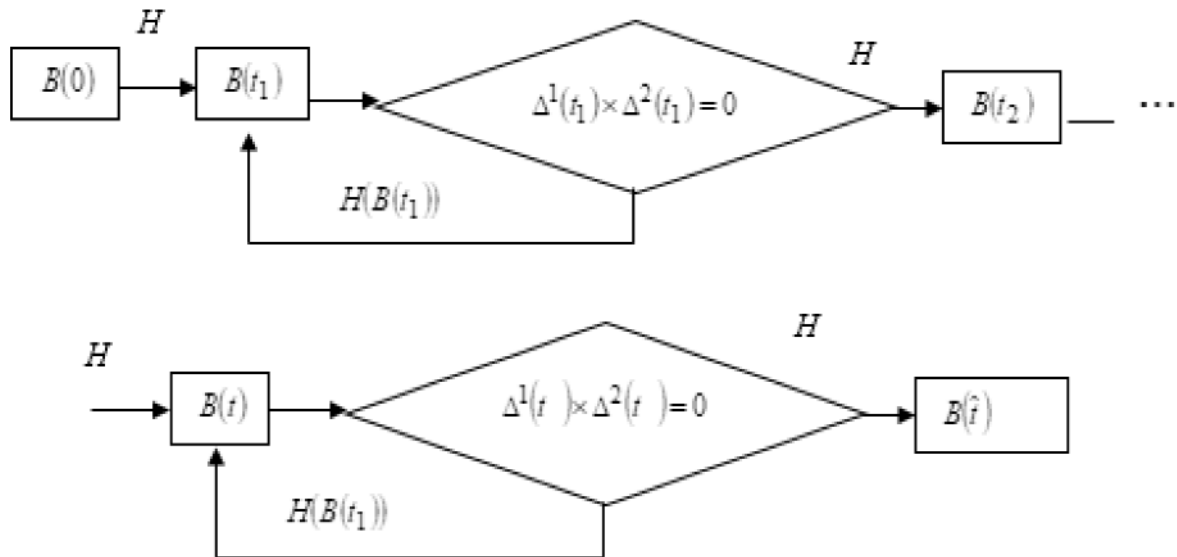


Рис. 4.1. Схема процесу будівництва об'єкта з урахуванням вимірювальних робіт

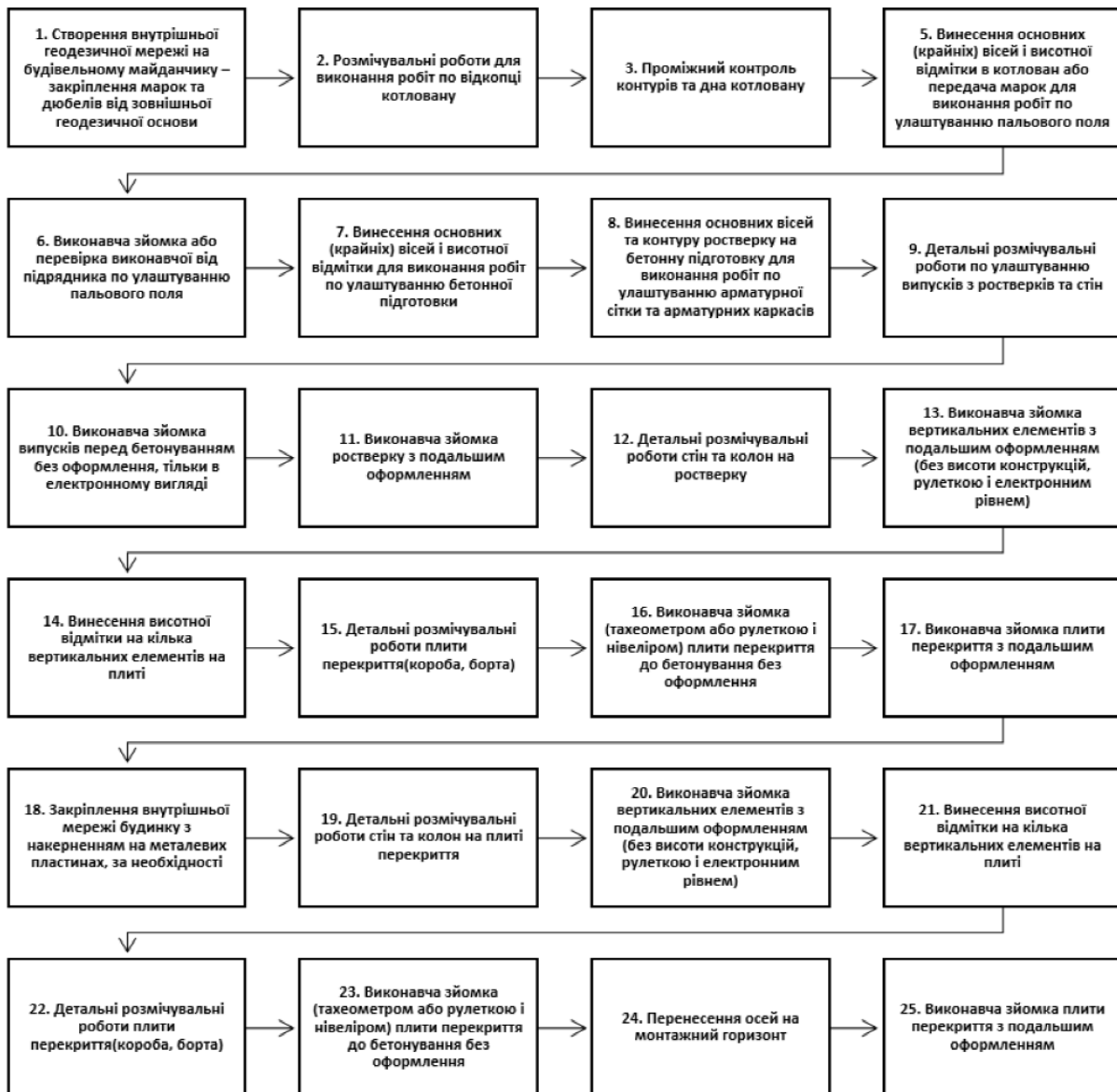


Рис. 4.2. Перелік та послідовність вимірювальних процедур при зведенні монолітного каркасу

$t^2$  – нанесення й переносу рисок, маяків, знаків, реперів, контрольних точок, внутрішньої мережі, суміщених осей;

$t^3$  – логістики, монтажу, демонтажу засобів КТС;

$t^4$  – власне вимірами приладами КТС;

$t_i^0 = \sum_{j=1}^4 t_i^j$  – часу вимірів на  $i$ -му монтажному горизонті.

$$\forall i, j \quad t_i^j = t_i^j(t_i, B(t_i), KTC_i, SI_z(t_i, B(t_i), KTC_i))$$

$$\tilde{t}(m, B(t), \{I_z(t_i, B(t_i), KTC_i)\}) = \sum_{i=0}^m t_i^0, \quad (4.7)$$

де  $m$  – кількість монтажних горизонтів і нульовий горизонт (котлован, фундамент, цоколь).

$\tilde{t}$  – витрати часу на вимірювальні роботи при реалізації проекту  $B$  засобами КТС на сітках вимірів  $SI_z(t_i, B(t_i), KTC_i)$ .

Таким чином, початкове поставлене завдання при зроблених обмеженнях еквівалентне наступному:

$$KTC_i; SI_z(t_i, B(t_i), KTC_i); \{SI_z(t_i, B(t_i), KTC_i)\} \min. \quad (4.8)$$

Аналізуючи оптимізаційний функціонал, окремим наступні фактори:

$F_1$  – кількість і якість використовуваного КТС і кваліфікацію персоналу, що використовує його

$F_2$  – ступінь комп'ютеризації обробки даних;

$F_3$  – наявність технології й методики розпаралелювання вимірів;

$F_4$  – швидкість монтажу, демонтажу, логістики приладів КТС;

$F_5$  – ступінь взаємозамінності й комплексності засобів вимірювання.

Сукупність факторів утворює дві групи:

$$G_1 \equiv \{F_1, F_4, F_5\}, G_2 \equiv \{F_2, F_3\}, \quad (4.9)$$

які можуть розглядатися як два групові фактори, перший з яких дозволяє мінімізувати сукупну кількість вимірів, а другий – мінімізувати витрати часу на реалізацію вимірів шляхом створення параметричної віртуальної моделі наступного монтажного горизонту або елемента на основі поточного монтажного горизонту з наступною прив'язкою.

**Висновки.** На підставі виконаних досліджень сформовано множину інформаційних завдань та послідовність їх вирішення для забезпечення повноти інформаційної моделі процесу вимірювальних робіт при зведенні монолітно-каркасних будівель. Встановлені вихідні дані для розробки такої моделі та визначений набір критеріїв формування масиву невідповідностей, визначено два групові фактори, перший з яких дозволяє мінімізувати сукупну кількість вимірів, а другий – мінімізувати витрати часу на реалізацію вимірів.

Використання методів інформаційного моделювання з врахуванням ефективних методів вимірювальних робіт при зведенні монолітно-каркасних будівель для отримання інформації про геометричні параметри конструкцій на різних монтажних горизонтах дозволить оптимізувати процес будівництва. Включення результатів вимірювальних робіт до будівельної інформаційної моделі об'єкта будівництва є напрямком для подальших досліджень.

### Література

1. Барабаш М.С. Информационные технологии интеграции на основе программного комплекса САПФИР Киев: // М.С. Барабаш, В.В. Бойченко, О.И. Палиенко // Издательство "Сталь" – 2012. – 485 с.
2. Григоровський П.Є. Будівельно-інформаційні моделі та методи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві. Монографія, Київ, ЦП "Компринт", 2019 – 225 с.
3. ДБН В.1.3-2:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві: [Чинний від 2010-09-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 70 с. (Державні будівельні норми України).
4. Крошка Ю.В. Удосконалення організаційно-технологічних рішень вимірювальних робіт при зведенні монолітно-каркасних будівель: дис. К.т.н.: спец. 05.23.08. Харків: ХТУБА. 2020. 174с.
5. Чуканова Н.П. Інформаційно-експертна система для вибору засобів інструментальних вимірювань при будівництві та експлуатації будівель і споруд /Н. П. Чуканова, Ю. В. Крошка, О. В. Мурасьова. // Будівельне виробництво. – 2018. – №64. – С. 38-41.

### References

1. Barabash MS Information technologies of integration on the basis of the SAPFIR software complex Kiev: // MS Barabash, VV Boychenko, OI Palienko // Publishing House "Steel" – 2012. – 485 p.
2. Grigorovskiy PE Construction-information models and methods of formation of organizational-technological solutions of instrumental measurements in construction. Monograph, Kyiv, CP "Comprint", 2019 – 225 p.
3. DBN V.1.3-2: 2010. System for ensuring the accuracy of geometric parameters in construction. Geodetic works in construction: [Effective from 2010-09-01]. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2010. 70 p. (State building norms of Ukraine).
4. Kroshka Yu.V. Improvement of organizational and technological decisions of measuring works at erection of monolithic-frame buildings: dis. Ph.D. : spec. 05.23.08. Kharkiv: KhTUBA. 2020. 174p.
5. Chukanova NP Information and expert system for the selection of instrumental measurements in the construction and operation of buildings and structures / N. P. Chukanova, Yu. V. Kroshka, OV Murasyova. // Construction production. – 2018. – №64. – P. 38-41.

**П.Е. Григоровский**, д.т.н., с.н.с., временно исполняющий обязанности директора ГП "НИИСП", г. Киев. Orcid 0000-0003-0527-5890;

**Е.В. Горда**, к.т.н, доцент кафедры информационных технологий проектирования и прикладной математики. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев. Orcid 0000-0001-7380-0533;

**Ю.В. Крошка**, Заведующий отдела инструментального контроля строительно-монтажных работ ГП "НИИСП", г. Кинв Orcid 0000-0001-6110-8443

### РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНОГО ПРОЦЕССА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНО-КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

***Аннотация.** Измерительные работы являются неотъемлемой частью технологических процессов строительного производства, их следует связывать с сроками выполнения общестроительных, монтажных, специальных и других работ. Измерительные работы в течение жизненного цикла в наибольшей степени влияют на продолжительность строительного этапа, так как при уменьшении (увеличении) продолжительности самых измерений возможно повлиять на продолжительность и последовательность основных работ технологических процессов при возведенные строения. Со стремительным развитием информационных технологий научные разработки по формированию организационно-технологических решений инструментальных измерений в строительстве активизировались.*

*В статье приведена попытка разработки строительной информационной модели измерительных работ при возведении наземной части монолитно-каркасных зданий. Использование методов информационного моделирования для получения информации о геометрические параметры конструкций монолитно-каркасных зданий позволит оптимизировать процесс возведения зданий с учетом полученных и реально измеренных отклонений их размеров в условиях реального времени. Включение результатов измерительных работ в строительной информационной модели (BIM) объекта строительства делает исследование актуальным.*

***Ключевые слова:** измерительные работы; строительные информационные модели; функция; отклонения размеров; элемент; каркас; строительных процесс.*

**P.E. Hryhorovskiy**, Doctor of Technical Sciences, acting Director, State Enterprise "Research institute of building production named V.S. Balitsky ", Kyiv. Orcid 0000-0003-0527-5890;

**O.V. Gorda**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies of Design and Ordinary Mathematics. Kyiv National University, whose construction and architecture, Kiev, Orcid 0000-0001-7380-0533;

**Yu.V. Kroshka**, Head of Department State Enterprise "Research institute of building production named V.S. Balitsky ", Orcid 0000-0001-6110-8443

### DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION INFORMATION MODELS OF COMPLEX PROCESS OF MEASURING WORKS DURING CONSTRUCTION OF MONOLITHIC-FRAME BUILDINGS

***Annotation.** Measuring works are an integral part of technological processes of construction production, they should be associated with the timing of general construction, installation, special and other works. Measuring works during the life cycle to the greatest extent affect the duration of the construction phase, because by reducing (increasing) the duration of the measurements themselves can affect the duration and sequence of the main work of technological processes during the construction of the building. With the rapid development of information technology, scientific developments in the formation of organizational and technological solutions for instrumental measurements in construction have intensified.*

*The article presents an attempt to develop a construction information model of measuring works during the construction of the ground part of monolithic frame buildings. The use of information modeling methods to obtain information about the geometric parameters of the structures of monolithic frame buildings will optimize the process of erection of buildings taking into account the obtained and actually measured deviations of their dimensions in real time. The inclusion of the results of measurement work in the construction information model (BIM) of the construction site makes the study relevant.*

***Keywords:** measuring works; construction information models; function; dimensional deviation; element; frame; construction process.*

**В.П. Максименко**, к.т.н., ГП НИИСП г.Киев;  
**В.А. Крицкий**, к.т.н., ГНТЦ ЯРБ;  
**В.О. Посох**, ведущий инж., ГП "ДНИЦ СКАР"

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗИНОВЫХ ДЕМПФЕРОВ ПРИ СОУДАРЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ОБОРУДОВАНИЯ

***Аннотация.** Проведена оценка эффективности использования резиновых демпферов для уменьшения сейсмических воздействий на элементы оборудования. Жесткостные характеристики резиновых демфирующих прокладок определены при помощи программы "Характеристики резино-металлического демфера" в ЭСПРИ-2018.*

***Ключевые слова:***

При эксплуатации различного оборудования в атомных, тепловых электростанциях и других промышленных объектах не всегда удается обеспечить необходимое безопасное расстояние между элементами запорной арматуры и коммуникациями для исключения их соударения, что может привести к развитию внештатных ситуаций [1, 2].

В данной работе предлагается проверить эффективность использования резиновых, резино-металлических и силиконовых прокладок для уменьшения ударных и сейсмических воздействий на элементы оборудования.

Для определения расчетных характеристик, коэффициентов постели демпферов используется программа "Характеристики резинометаллического демфера" в ЭСПРИ-2018 [3]. В программе исходя из расчетных нагрузок и размеров демпфера определяются коэффициенты постели, модули статической

упругости и предельно допустимые нагрузки. Полученные характеристики, такие как: статическую жесткость на сжатие –  $C_z$  и сдвиг –  $C_x$ ; коэффициент диссипации энергии –  $\Psi$  и др. будут использованы в ПК "ЛИРА САПР" при моделировании соударения элементов трубопроводов, арматуры и др. для оценки эффективности использования демфирующих прокладок. Вид рабочего окна программы приведен на Рис.1.

Расчет сплошных и полых цилиндрических сейсмоблоков (СБ) следует производится на сжатие и сдвиг. Основные параметры СБ:  $d$  – диаметр по резиновому элементу;  $h$  – высота (толщина) резинового элемента в целом;  $C_z$  – статическую жесткость на сжатие ( $C_n$ ) и сдвиг –  $C_x$  ( $C_T$ );  $\Psi$  – коэффициент диссипации энергии.

Определяются вертикальные и горизонтальные коэффициенты постели  $C_z$ ,  $C_x$  – отвечающие по

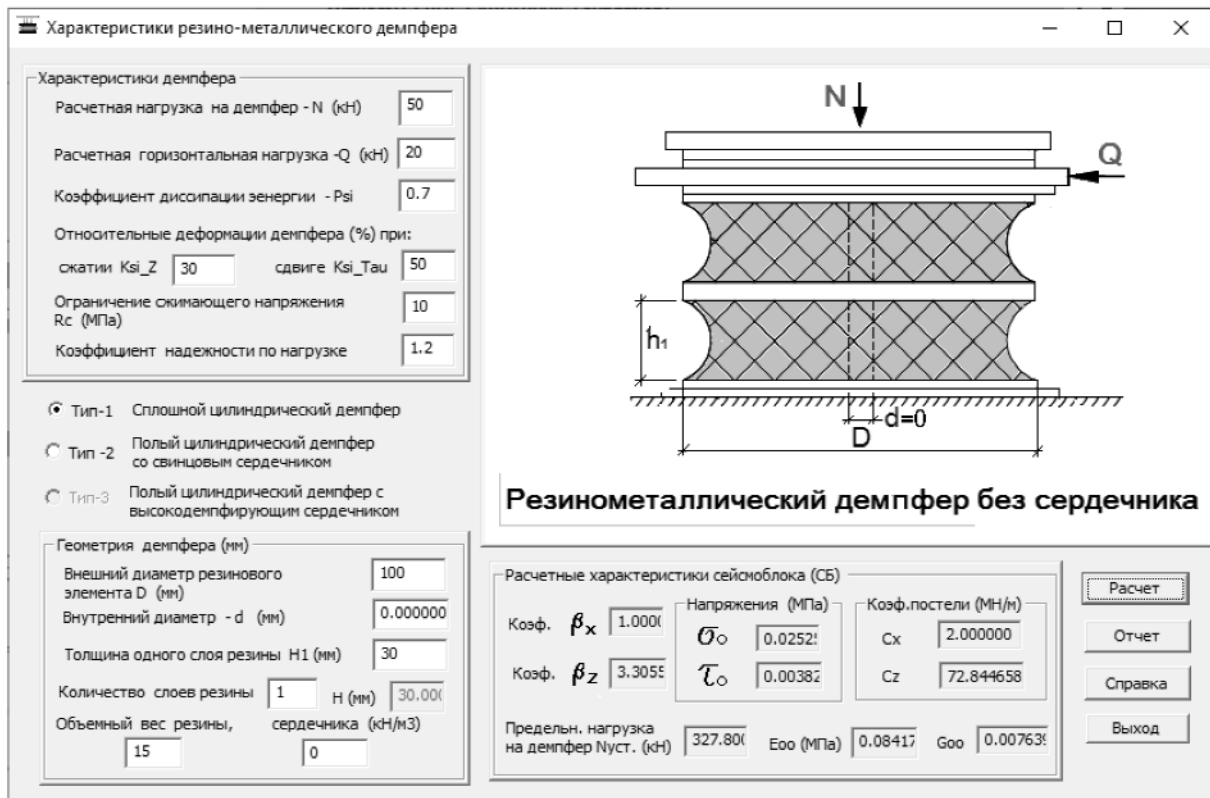


Рис.1 Вид рабочего окна программы "Характеристики резинометаллического демфера"



Табл. 1. Характеристики демпфирующих прокладок

| Диаметр D (мм)<br>Привед. bхh | Площадь (мм <sup>2</sup> ) | Толщина слоя (мм) | Расчетн. нагрузка N, Q (кН) | Жестк. на сжатие Cz мН\м, (тс\м) | Жестк.на сдвиг Cx мН\м, (тс\м) | Модуль сжатия E <sub>∞</sub> МПа | Модуль сдвига G <sub>∞</sub> МПа | Предельн. нагрузка Нуст. (кН), (тс) | Предел. деформ. dz, dx (мм) |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 100.0<br>80x98.2              | 7853.98                    | 30.0              | 50.0<br>20.0                | 72.845<br>(7428.12)              | 2.0<br>(203.95)                | 0.08417                          | 0.00764                          | 327.8<br>33.43                      | 9.0<br>15.0                 |
| 100.0<br>80x98.2              | 7853.98                    | 30.0              | 100.0<br>20.0               | 145.689<br>(14856.2)             | 4.0<br>(407.89)                | 0.16835                          | 0.01529                          | 655.6<br>66.85                      | 9.0<br>15.0                 |
| 100.0<br>80x98.2              | 7853.98                    | 30.0              | 200.0<br>50.0               | 291.379<br>(29712.5)             | 8.0<br>(815.78)                | 0.16835                          | 0.01529                          | 655.6<br>66.85                      | 9.0<br>15.0                 |
| 79.789<br>50x100              | 5000.0                     | 30.0              | 200.0<br>50.0               | 291.379<br>(29712.5)             | 8.0<br>(815.78)                | 0.3367                           | 0.03056                          | 1311.2<br>133.71                    | 9.0<br>15.0                 |
| 79.789<br>50x100              | 5000.0                     | 30.0              | 100.0<br>20.0               | 12.457<br>(1270.26)              | 2.0<br>(203.94)                | 0.10935                          | 0.0240                           | 120.0<br>12.85                      | 18.0<br>30.0                |
| 79.789<br>50x100              | 5000.0                     | 20.0              | 100.0<br>20.0               | 33.33<br>(3398.64)               | 3.0<br>(305.92)                | 0.14604                          | 0.0240                           | 199.97<br>20.0                      | 12.0<br>20.0                |

смыслу жесткости на 1мм нуль-элементов №56 в ПК "ЛИРА-САПР" и др.

Расчет коэффициентов постели сплошных цилиндрических СБ производится по следующим формулам (C<sub>z</sub>=C<sub>n</sub>, C<sub>x</sub>=C<sub>τ</sub>, U<sub>z</sub>):

– на сжатие:

$$C_n = \beta_n \frac{\pi R^2 E_{\infty}}{h}, \quad \beta_n = 1 + 0,83 \left(\frac{R}{h}\right)^2, \quad (1)$$

– на сдвиг

$$C_{\tau} = \beta_{\tau} \frac{\pi R^2 G_{\infty}}{h}; \quad \beta_{\tau} \approx 1,0, \quad (2)$$

Для численного моделирования работы демпферов при статических и сейсмических нагрузках во времени определяется: статический (условно-равновесный) модуль Юнга – E<sub>∞</sub> и статический (условно-равновесный) модуль сдвига – G<sub>∞</sub> в виде:

$$E_{\infty} = \frac{\beta P_{\infty} h}{F \Delta}, \quad G_{\infty} = \frac{P_{\infty} h}{2F \Delta}, \quad (3)$$

где P<sub>∞</sub> – значение деформирующей силы; F – площадь сжатия; Δ – деформация резинового элемента (мм); β – коэффициент ужесточения на торцах.

Приняты следующие обозначения: C<sub>n</sub>, C<sub>τ</sub> – жесткость СБ при вертикальной нагрузке и сдвиге; β<sub>n</sub>, β<sub>τ</sub> – коэффициенты ужесточения на торцах (их значения табулированы); R – радиус сплошного СБ; R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> – соответственно внешний и внутренний радиусы полого СБ.

Изменение характеристик демпфирующих прокладок при изменении их толщины, размеров и нагрузок при расчете по ЭСПРИ-2018 приведены в таблице 1.

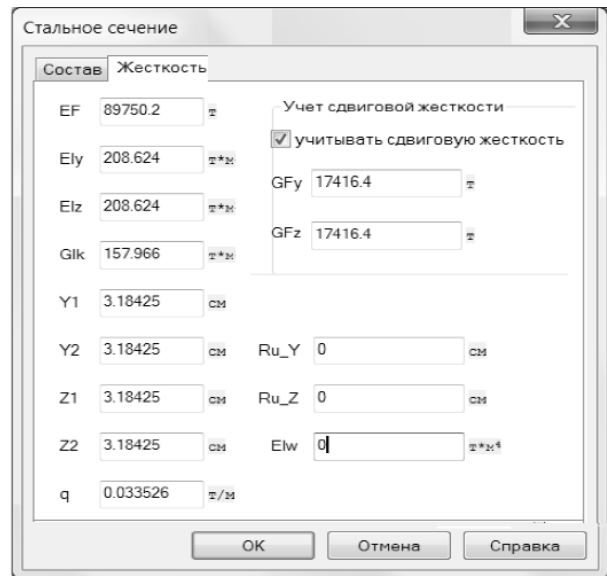


Рис.2 Жесткостные характеристики стоек из трубы диаметром 146x10мм

Для моделирования принята труба безшовная диаметром 146x10 по ГОСТ 8732-78. Схеме МКЭ выполнена в ПК "ЛИРА САПР-2019", модель состоит из стоек высотой 3м: вариант-1 без демпферных прокладок; вариант-2 резиновая прокладка толщиной 2см; вариант-3 резиновая прокладка толщиной 3см. Нагрузка приложена на высоте 1.5м, с массой удара в 2.0кН по направлению X, ускорение 0.1G.

Жесткостные характеристики металлических стоек приведено на Рис.2

На рис.3, рис.4 приведены варианты деформаций металлической стойки при статических и динами-

Табл.2 Деформации и реакции металлической стойки при статическом воздействии

| Варианты        | Реакция на стойку Rx (кН) | Перемещения в центре (мм) | Процент демпфирования реакций | Процент уменьшения перемещений |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. без демпфера | 2.0                       | -0.5480                   | 0                             | 0                              |
| 2. демпфер 2см  | 1.80605                   | -0.053135                 | 9.698                         | 90.304                         |
| 3. демпфер 3см  | 1.55350                   | -0.122323                 | 22.325                        | 77.68                          |

Табл.3. Деформации и реакции металлической стойки при динамическом воздействии

| Варианты        | Реакция на стойку Rx (кН) | Перемещения в центре (мм) | Процент демпфирования реакций | Процент уменьшения перемещений |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. без демпфера | 2.0                       | -0.501630                 | 0                             | 0                              |
| 2. демпфер 2см  | 1.67729                   | -0.0493465                | 16.136                        | 98.37                          |
| 3. демпфер 3см  | 1.43849                   | -0.113267                 | 28.075                        | 77.68                          |

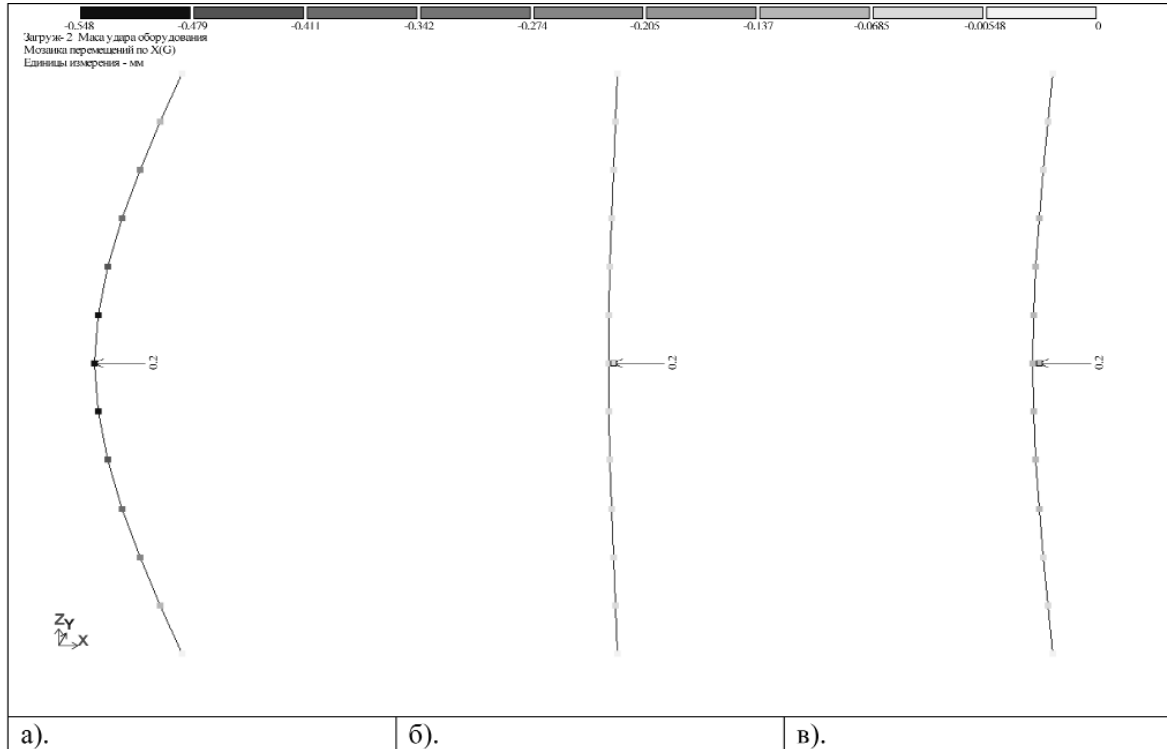


Рис.3. Варианты деформаций металлической стойки при статическом моделировании удара а). без демпфера б). демпфер толщиной 2см в). демпфер толщиной 3см

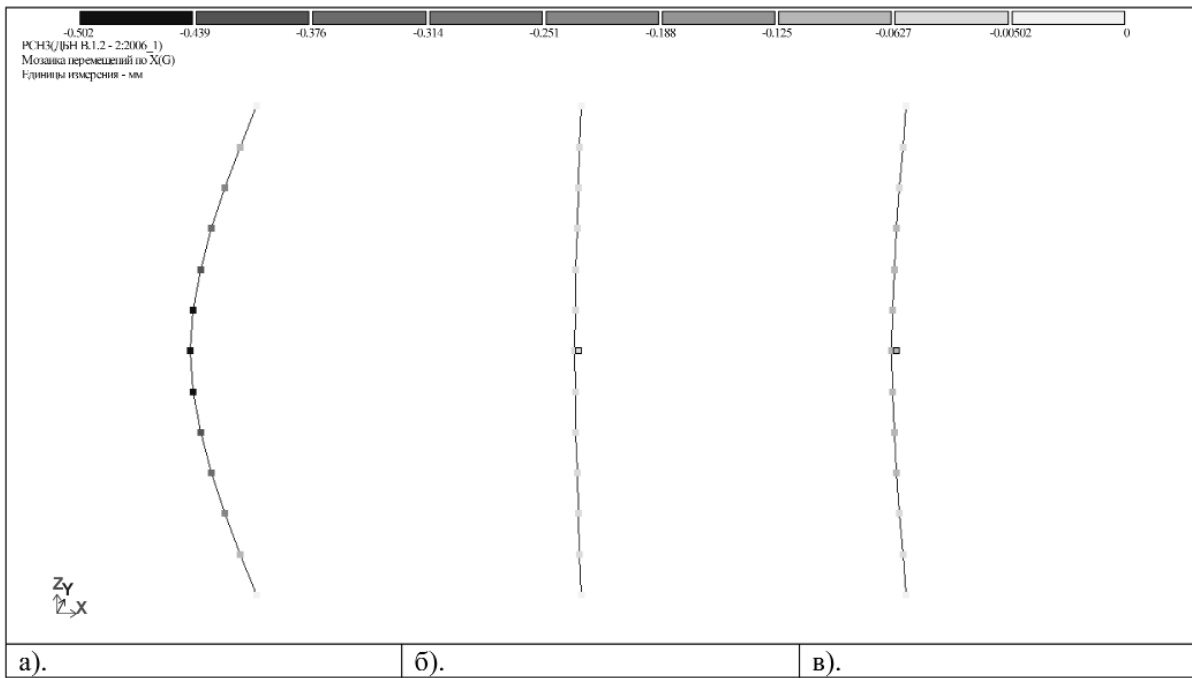


Рис.4. Варианты деформаций металлической стойки при динамическом воздействии. а). без демпфера б). демпфер толщиной 2см в). демпфер толщиной 3см (РСН-3 П+Д+Сх)

ческих нагружениях (спектральный метод по ДБН В.1.1-12:2014) при ускорении 0.2G.

По приведенных в Табл.2-3 результатах можно сделать выводы, что при использовании демпфирующих прокладок — сейсмические реакции на стойку уменьшаются более чем на 20% при прокладке в

Зсм и уменьшении перемещений более 75%.

**Выводы.** Результаты проведенного вариантного анализа вых (силиконовых и др.) демпферных прокладок для уменьшения сейсмических воздействий на элементы оборудования в атомных и тепловых станциях.

#### **Литература**

1. ДБН В.1.2-14:2018 *Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд.*
2. Посох В.О., Инюшев В.В., Колядюк А.С., Кошмак А.С., Дубковский В.О. Влияние проектных режимов эксплуатации энергоблока на циклическую прочность опорных элементов реактора ВВЕР-1000//*Science of Europe, No 52 (2020), том 2.- С.49-55*.
3. Городецкий О.С., Максименко В.П., Стрелец-Стрелецкий Е.Б., Гереймович Ю.Д. и інші. ЭСПРИ — электронный справочник инженера. *Научно-техн. Журнал "Нові технології в будівництві"*. №2(20). Київ, НДІБВ. 2010. С.55-68

#### **References**

1. DBN V.1.2-14 *General principles of ensuring the reliability and structural safety of buildings and structures. Ukraine, 2018.*
2. Posokh V.O., Injusev V. V., Kolyaduk A.C. Koshmak A.C., Dubkovsky V.O. Influence of design modes of power unit operation on cyclic strength of WWER-1000 reactor support elements//*Science of Europe, No 52 (2020), том 2.- С.49-55.*
3. Gorodetsky O.S., Maksymenko V.P. Strelets-Streletsky E.B. other ESPRI — electronic engineer's directory//*Scientific and technical Magazine "New technologies in construction"*, №2(20), Kyiv, NDIBV, 2010, p.55-68.

**В.П. Максименко**, к.т.н., ГП НИИСП г.Київ;  
**В.А. Крицкий**, к.т.н., ГНТЦ ЯРБ;  
**В.О. Посох**, ведущий инж., ГП "ДНИЦ СКАР"

### **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕЗИНОВИХ ДЕМПФЕРІВ ПРИ ЗІТКНЕННІ ЕЛЕМЕНТІВ ОБЛАДНАННЯ.**

**Анотація.** Проведено оцінку ефективності використання гумових демпферів для зменшення сейсмічних впливів на елементи обладнання. Жорсткісні характеристики гумових демпферних прокладок визначені за допомогою програми "Характеристики резино-металевого демпфера" в ЕСПРИ-2018.

**Ключові слова:**

**В.П. Максименко**, к.т.н., ГП НИИСП г.Київ;  
**В.А. Крицкий**, к.т.н., ГНТЦ ЯРБ;  
**В.О. Посох**, ведущий инж., ГП "ДНИЦ СКАР"

### **ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF RUBBER DAMPER AT COLLISION OF EQUIPMENT ELEMENTS.**

**Annotation.** Evaluation of the effectiveness of using rubber dampers to reduce seismic effects on equipment elements.

The stiffness characteristics of rubber damping pads were determined using the program "Characteristics of a rubber-metal damper" in ESPRI-2018.

**Keywords:**

**А.В. Бабак**, здобувач кафедри економіки будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ

## ВАРТІСТЬ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ

**Анотація.** *Стаття поглиблює вітчизняні дослідження управління життєвим циклом у будівництві стосовно об'єктів житлової нерухомості. На відміну від усталеної практики застосування в управлінні показника ринкової вартості квартир, запропоноване визначення вартості житла для його власників-співвласників будинку як суми витрат на всіх організаційних етапах життєвого циклу будинку: підготовки, будівництва, придбання утримання та експлуатації. Виокремлено об'єкти власності - квартири та нежитлові приміщення, будинок та земельну ділянку як центри формування витрат та управління вартістю життєвого циклу. На відміну від застосування різних об'єктів розрахунку вартості (робіт, послуг), запропоновані наскрізні показники вартості конструктивних та просторових елементів будинку, а також земельної ділянки. Показані принципові проблеми різних підходів до визначення вартості будинку у забудовника і співвласників (управителя). Запропоновані методи визначення вартості частини життєвого циклу будинку, яка припадає на визначеного власника квартири з урахуванням його частки у співвласності на будинок. На прикладі статистики країн ЄС визначено річні витрати домогосподарств на житло, на основі чого показано урахування у них вартості життєвого циклу і відповідну заниженість статистичних показників витрат на житло і комунальні послуги в Україні.*

**Ключові слова:** будинок; квартири; витрати; вартість; етапи; елементи.

**Постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Сучасна економічна ситуація на ринку житла і житлово-комунальних послуг у містах характеризується наступними негативними явищами:

— обсяги нового будівництва, яке фінансується у кінцевому рахунку громадянами, з огляду на їхню платоспроможність, є недостатніми для відтворення житлового фонду;

— унаслідок тривалого відтермінування капітальних ремонтів зношеність житлового фонду і, зокрема, багатоквартирних будинків досягла такого рівня, що необхідні інвестиції не можуть бути залучені від власників квартир-співвласників будинків;

— збільшена в останні роки вартість енергоносіїв та комунальних послуг призвела до неспроможності значної частини домогосподарств здійснювати їхню оплату у повному обсязі.

Ці проблеми мають своє коріння у недоліках законодавства та управління з боку центральної виконавчої влади і органів місцевого самоврядування. Разом з тим, частково, контроль і вирішення цих проблем гальмується недоліками управління на рівні житлового будинку — як з боку співвласників, так і управителів будинку. Тривалий час акценти в управлінні багатоквартирним будинком ставилися на організації співвласників у ОСББ, виборі управителів, процесі прийняття рішень. При цьому економічні та фінансові питання необхідних для ефективного управління методів і засобів — обліку, економічних оцінок, розрахунків — не ставилися. Ця інформаційна невизначеність через зворотній зв'язок вплинула на житлову політику і негативні явища, зазначені вище.

Поза сумнівом, одними із найважливіших питань для власника квартири і співвласника будинку є повна вартість володіння квартирою у певному будинку упродовж його життєвого циклу або визначеного періоду користування, середньорічні витрати, а також і вартість будинку, оцінка його стану, витрат,

пов'язаних з його утриманням, зокрема відповідно частці майна співвласника у будинку, адже все це впливає як на фінансову спроможність власника, так і на ринкову вартість квартири. Сучасна методологія і практика управління багатоквартирним будинком в Україні прямих відповідей на ці питання не дає.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій**, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які посилається автор. Чинна дотепер структура наукових спеціальностей визначала дослідження управління житлом у рамках державного управління, економіки та управління національним господарством, регіональної економіки, економіки та управління підприємствами, а також обліку, статистики тощо. Проблема будинку як об'єкта господарювання погано вписувалася у таку структуру.

Разом з тим, за кордоном концепція життєвого циклу у будівництві, яка розглядала спорудження об'єкта заради експлуатації, а проектування будівництва та експлуатації здійснювалися комплексно — набула практичного поширення з 1980-х років і була відображена на початку 1990-х років у вітчизняних публікаціях В. Ніколаєва [1]. Стійке несприйняття концепції в Україні гальмувало її подальше поглиблення у дослідженнях, які зупинилися на обґрунтуванні її доцільності, порівняннях із зарубіжною практикою та основних інформаційно-медичних проблемах впровадження [2].

Вартісний аналіз життєвого циклу, стосується, у першу чергу, об'єктів, які проектуються, споруджуються та експлуатуються з орієнтацією на незмінного власника або тривале користування власником. Такі об'єкти знаходяться зазвичай і переважно у державній чи комунальній власності і для них, подібно до зарубіжної практики, застосування методів і засобів управління вартістю життєвого циклу має бути обов'язковим і регламентованим державою. Відповідні новітні дослідження здійснені і опубліковані Т. Ніколаєвою [3].

На сьогоднішній день поняття життєвого циклу у будівництві починає застосовуватись у законодав-

стві про закупівлі, нормативних і програмних документів з містобудування, будівельного інформаційного моделювання та інших [4].

Ідея аналізу і контролю вартості життєвого циклу житлового будинку уперше у вітчизняній науковій літературі описана у дисертації Т. Ніколаєвої, де була обрхована на основі зарубіжних джерел вартість утримання та ремонту середнього за площею житла упродовж 30 років експлуатації [5, с. 64-82].

У дослідженні А. Щербини [6] були здійснені за цінами 2012 р. розрахунки повних витрат власників на утримання, капітальний ремонт (за дефектними актами і кошторисами) та житлово-комунальних послуг по п'яти різних за віком і станом будинках-представниках у м. Києві. При цьому вартість капітальних ремонтів умовно розподілялася на накопичення минулих років віку будинків.

Обидва підходи засвідчили значне зростання витрат власників квартир у випадку урахування необхідності проведення капітальних ремонтів будинку. Якщо зарубіжний приклад показав наявність методики та інформації для проведення необхідних розрахунків менеджментом будинку, то вітчизняний приклад засвідчив її відсутність або важку доступність.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, якій присвячується стаття, формування цілей статті. Порівнюючи зарубіжні визначення вартості життєвого циклу та їхнє застосування до житлових об'єктів, зокрема до багатоквартирного будинку, потрібно урахувати певну специфіку будинку, який фактично складається із трьох частин (центрів) формування витрат: земельної ділянки, будівлі та внутрішніх приміщень, зокрема квартир. Крім того, специфіка індивідуального суб'єкта власності полягає у частковості його витрат на утримання та експлуатацію спільних частин будинку та земельної ділянки при повноті витрат на утримання та експлуатацію квартири (нежитлового приміщення). Існують й інші особливості, які повинні бути враховані.

**Цілі статті** полягають в обґрунтуванні структури повних витрат власника квартири (співвласника інших складових частин об'єкта житлової нерухомості), методологічних проблем їхнього визначення на мікрорівні та розробці підходу до їхнього укрупненого оцінювання на основі статистичної моделі за даними національних рахунків.

**Виклад основного матеріалу дослідження** з обґрунтуванням отриманих результатів. Чинна в Україні система відносин власності у багатоквартирному будинку передбачає, що у випадку нового будівництва фізичним об'єктом фінансування забудовником та майбутніми співвласниками є спорудження будинку, але на первинному ринку для індивідуальних інвесторів він проявляється у формі придбання квартири або нежитлового приміщення з похідними від цього правами власності на об'єкти права спільної власності завершеного будинку і спільної власності чи користування земельною ділянкою. Така модель формування власності у багатоквартирному будинку має серйозні вади щодо визначення витрат життєвого циклу власника квартири — співвласника будинку порівняно з іншими моделями, поширеними у світі [7]:

— дуалістичною моделлю кондомініуму як комбінацією базових прав спільної власності на земельну ділянку і конструктивні частини та приміщення

загального користування з похідними правами індивідуальної власності на квартиру чи нежитлове приміщення у будинку;

— унітарною моделлю кондомініуму як правами на частку спільної власності на весь будинок із земельною ділянкою та квартирами й іншими нежитловими приміщеннями з похідними правами користування відповідною за площею квартирою або нежитловим приміщенням у будинку;

— моделлю житлового підприємства як частками (акціями) у юридичній особі, якій належить виключно увесь будинок із земельною ділянкою, що дає право співвласнику користування певною квартирою або приміщенням у будинку.

Вказані моделі дають змогу на будь-якому етапі чітко визначити частки витрат на придбання і навіть спрогнозувати вартість подальшого утримання і експлуатації будинку і квартири. В Україні ж розірваність обліку процесів співінвестування будівництва забудовником і майбутніми співвласниками будинку, формування та визначення його вартості за фізичними і просторовими складовими, з одного боку, і структурою та вартістю (ціною придбання) приміщень власниками, з іншого боку, створює низку проблем наскрізного контролю початкових інвестиційних витрат та наступних капітальних і поточних витрат співвласників відповідно до їхніх часток та упродовж життєвого циклу будинку. Подекуди мають місце випадки ошуканих інвесторів.

Відтак вимагають виокремлення, контролю та можливого узгодження:

— формування вартості об'єкта в обліку забудовника як його витрат і прибутку з урахуванням податкових та інших платежів та внесків інвесторів, з одного боку, та формування первісної вартості будинку в обліку управителя, з іншого боку;

— формування структури площ приміщень в індивідуальній власності (часток) та приміщень загального користування, структури їхньої вартості за цінами придбання квартири чи нежитлових приміщень;

— формування вартості одиниці площі для квартир та для нежитлових приміщень при їхньому придбанні та подальшому утриманні і експлуатації будинку.

Крім урахування зазначених обставин, аналіз формування вартості життєвого циклу будинку вимагає трансформації вартості робіт на стадії підготовки та будівництва у наскрізну класифікацію елементів вартості життєвого циклу (рис. 1).

Слід відзначити, що наш підхід принципово відрізняється від визначення вартості життєвого циклу будинку *LCC* за показником теперішньої вартості (*present value*) та наступними складовими витрат [5, с. 132]:

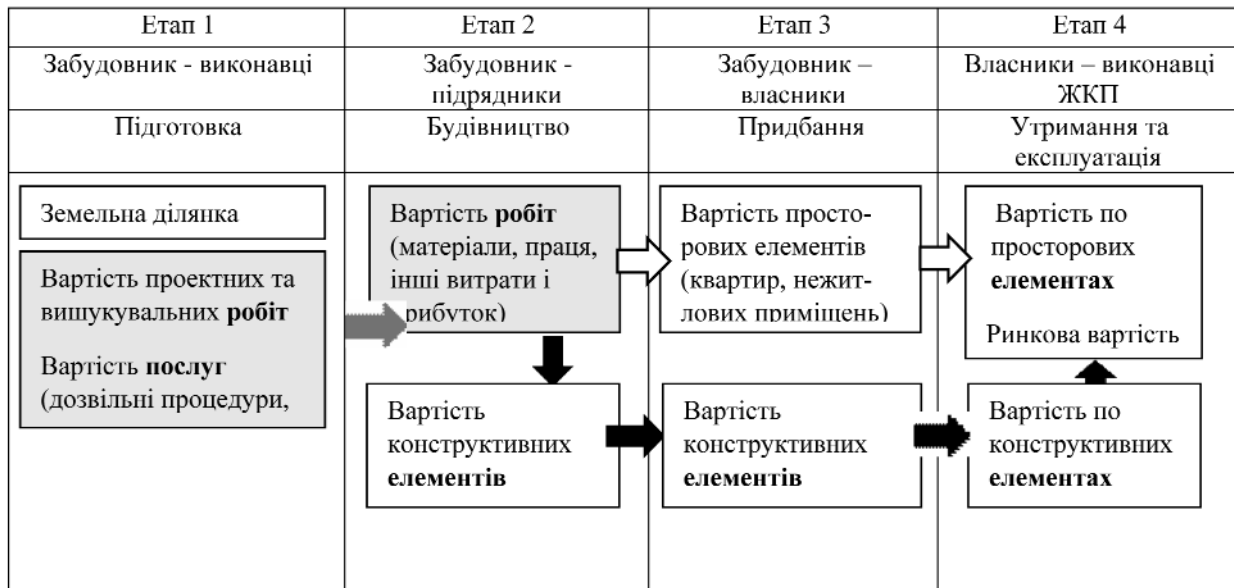
$$LCC = I + E + W + O + R - S, \quad (1)$$

де: *I* — інвестиції; *E* — енерговитрати; *W* — витрати на водопостачання; *O* — неенергетичні експлуатаційні витрати; *R* — вартість капітального ремонту, *S* — залишкова вартість.

Формула (1) призначена для оцінки початкових інвестицій та експлуатаційних витрат і вимагає наявності відповідної нормативної та інформаційної бази.

Крім того, наш підхід доповнює і узагальнює пропозиції застосування міжнародної класифікації конструктивних елементів Uniformat II, запропоно-

Табл. 1. Трансформація об'єктів вартості у життєвому циклі багатоквартирного будинку



Джерело: складено автором

вані у [8] для кошторисних розрахунків: пов'язуючи об'єкти класифікації з обліком; ураховуючи витрати власників на утримання та експлуатацію внутрішніх приміщень квартири; орієнтуючи кінцеві розрахунки на частки співвласників.

Отже принциповими цілями трансформації робіт, послуг тощо в елементи є запровадження наскрізного управління власністю у багатоквартирному будинку за такими її об'єктами як: земельна ділянка, конструктивні елементи будівлі, просторові елементи (квартири і нежитлові приміщення), адже відповідним чином формується і структура витрат власника. Вартість будівництва нових зовнішніх інженерних мереж, необхідних для функціонування будинку, для цілей цієї статті не розглядаємо, оскільки це є питанням окремої дискусії в контексті розвитку регуляторної практики визначення вартості підключень нових споживачів до мереж суб'єктів природних монополій, Такий підхід дозволяє об'єднати облік і контроль витрат власників і вартості щодо квартири і будинку упродовж його життєвого циклу.

Вартість життєвого циклу  $LCC$  у такому випадку визначається нами наступним чином:

$$LCC = L + B + O_L + \sum M_E + \sum O_A + \sum O_F, \quad (2)$$

де:  $L$  – вартість отримання земельної ділянки у власність чи користування;  $B$  – вартість будівництва;  $O_L$  – вартість експлуатації земельної ділянки;  $\sum M_E$  – вартість утримання конструктивних елементів будинку;  $\sum O_A$  – вартість експлуатації загальних приміщень будинку;  $\sum O_F$  – вартість утримання та експлуатації квартир та нежитлових приміщень будинку.

З визначенням частки  $S$  для співвласника будинку, який постійно проживав би у власній квартирі, вартість життєвого циклу  $LCC_S$  складе:

$$LCC_S = V_{FS} + O_{LS} + M_{ES} + O_{FS}, \quad (3)$$

де:  $V_{FS}$  – вартість придбання квартири (нежитлового приміщення), що відповідає частці  $S$ ;  $O_{LS}$  – частка витрат співвласника в експлуатації земельної ділянки;  $M_{ES}$  – те ж, у витратах на утримання конструктивних елементів;  $O_{LS}$  – те ж, в експлуатації загальних приміщень будинку;  $O_{FS}$  – вартість утриман-

ня та експлуатації квартири або нежитлового приміщення власником. При цьому має враховуватись можливе бюджетне співфінансування або субсидування.

Упродовж тривалого життєвого циклу будинку співвласники можуть змінюватися, тоді їхні витрати мають розглядатися лише на відповідному часовому інтервалі життєвого циклу  $T$  як  $LCC_T$  або як усереднені річні витрати  $Y$  (річна ціна власності).

Якщо показник  $LCC$  орієнтований на прийняття рішень проєктувальниками та забудовниками на етапі 1 (табл. 1), то  $LCC_S$  розрахований на інвестора при першому придбанні житла або нежитлового приміщення на етапі 3, а показники  $LCC_T$  та  $Y$  – на наступних власників.

Методологія і структура вартості життєвого циклу показує, що вартість квартир і витрати власників на утримання та експлуатацію будинку і квартир залежить як від проєктних рішень та якості будівництва, так і від раціональності здійснення подальших поточних і капітальних витрат власниками. Класифікація і наскрізний контроль цих витрат за конструктивними і просторовими елементами будинку стає відтак необхідною функцією управління багатоквартирним будинком.

Управління вартістю по просторових елементах (приміщеннях) як центрах витрат і вартості (цінності) базується на методології фесиліті менеджменту (facility management) у поєднанні з методологією та засобами управління активами (assets management) [3, с. 84-92]. Активами виступають при цьому конструктивні елементи будинку або просторові елементи (табл. 1), тобто облік і контроль має здійснюватися в обох напрямках. Обидва підходи у комплексі формують основу предмету і методології вартісно-орієнтованого управління власністю (property management) у багатоквартирному будинку.

Попри розробленість основних методологічних положень у міжнародних стандартах ISO 41001:2018 Facility management та ISO 55000:2014 – 55010:2019 Assets management, а також, наприклад, у добровільному стандарті з управління власністю ASTM E2279 –

Табл. 2. Складові річної "ціни власності" на житло у ЄС та в Україні

| Показники, 2018 рік   | ЄС-27         |      | Румунія       |      | Україна                |      |
|---|---------------|------|---------------|------|------------------------|------|
|   | Євро на особу | %    | Євро на особу | %    | Євро на особу          | %    |
| Кінцеві споживчі витрати домогосподарств                          | 15910         | 100  | 6480          | 100  | 1821                   | 100  |
| Житло, вода, електроенергія, газ та інші види палива              | 3740          | 23,5 | 1460          | 22,6 | 205,7                  | 11,3 |
| - Фактична оренда житла   | 710           | 4,5  | 20            | 0,3  | Не обліковується       |      |
| - Умовна оренда житла   | 1920          | 12,1 | 790           | 12,2 |                        |      |
| - Утримання, ремонт і безпека квартири                            | 160           | 1,0  | 320           | 4,9  | Немає актуальних даних |      |
| - Водопостачання та інші послуги стосовно квартири                | 290           | 1,8  | 50            | 0,8  |                        |      |
| - Електропостачання, газопостачання та інші види палива           | 660           | 4,2  | 280           | 4,3  |                        |      |
| Облаштування, побутова техніка та інше утримання домогосподарства | 880           | 5,6  | 370           | 5,7  | 67,4                   | 3,7  |

Джерела: Розраховано автором за даними 2018 р.:

Final consumption expenditure of households by consumption purpose.

URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA\\_10\\_CO3\\_P3\\_custom\\_123743/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10_CO3_P3_custom_123743/default/table?lang=en)

Кінцеві споживчі витрати домашніх господарств за цілями у 2018 році.

URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/vvp/kkv\\_vvp/arh\\_ksv\\_dg2018\\_ost\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/vvp/kkv_vvp/arh_ksv_dg2018_ost_u.htm)

20, їхнє застосування в Україні натрапляє на перешкоди, пов'язані з загальною невизначеністю активів будинку та викривлення деяких складових його вартості.

Для вирішення цієї проблеми та у розвиток вказаного методологічного підходу повернемося до етапу 3 (табл 1) та розглянемо метод контролю вартості нового багатоквартирного будинку, який інвестується і переходить до співвласності власників квартир і нежитлових приміщень. Метод полягає, з одного боку, у контролі інвесторами витрат і вартості будівництва у забудовника та з іншого боку — у формуванні ціни будинку як суми цін квартир і нежитлових приміщень.

Чинні методи і практика ціноутворення і обліку витрат у будівництві та у житлово-комунальному господарстві містять протиріччя, унаслідок яких викривлюється первісна вартість нового об'єкта та його просторових елементів, зокрема квартир. Це впливає не тільки на визначення вартості життєвого циклу, але на оподаткування будівництва, операцій з нерухомістю, нормування, статистику тощо.

У ненових багатоквартирних будинках, як показав аналіз, немає достовірних даних щодо їхньої відновної вартості, техніко-економічного стану, здійснених власниками та з інших джерел витрат на утримання та експлуатацію будинку, витрат на придбання квартири та ринкової вартості квартир (неврахування приватизації), нежитлових приміщень — що також деформує ринкові оцінки власності ( $LCC_T$  та  $Y$ ). Наявність відповідних даних має велике значення для формування цін на вторинному ринку житлової нерухомості з урахуванням діапазонів вартості житлово-комунальних послуг, відтермінованих капітальних ремонтів та подальших відрахувань на їхнє здійснення.

Лише за умови наявності та достовірності даних формул 2 і 3 виникає можливість достовірного визначення  $Y$  — як річних житлово-комунальних витрат власників конкретного будинку з урахуванням вартості придбання та капітальних ремонтів, що і є ціною власності.

За відсутності таких даних можна використати укрупнені статистичні розрахунки. При цьому потрібно урахувати і методологічні недоліки державної статистики, де у складі оплати житла, комунальних продуктів та послуг не ураховуються витрати на придбання житла та відрахування на проведення капітальних ремонтів будинків.

На основі порівняння методології та даних статистики країн ЄС та України побудуємо статистичну модель "ціни власності" на житло. Виходячи з методологічного положення, що витрати, здійснені протягом року власником квартири та співвласником будинку і земельної ділянки призначені для отримання ним же як споживачем довготривалих послуг, (ціна власності  $Y$  складається з наступних економічних компонентів:

$$Y = U + D + P, \quad (4)$$

де:  $U$  — вартість спожитих власником і мешканцем житлово-комунальних послуг;  $D$  — знос будинку у частці співвласника,  $P$  — прибуток (рента) у частці співвласника.

У країнах з розвиненим ринком оренди житла підхід до визначення  $D$  та  $P$  аналогічний визначенню вартості оренди. Деталізуючи його з урахуванням структури витрат  $U$  у статистичних показниках національних рахунків країн ЄС та України, отримаємо наступну структурну модель (таблиця 2).

Як видно, кінцеві споживчі витрати у досліджених країнах (ЄС, Румунія, Україна) складаються у співвідношенні 8,74 : 3,6 : 1, тоді як житлово-комунальні витрати 18,2 : 7,1 : 1, що вірогідно свідчить про заниженість даних вітчизняної статистики щодо витрат на житло і житлово-комунальні послуги унаслідок відсутності обліку умовної оренди (imputed rent). Якщо урахувати цей показник аналогічно або близько до його значення у Румунії (12,2% кінцевих споживчих витрат при 10%, що припадають на житлово-комунальні послуги), де приватизовано майже 97% житла, то відповідний показник витрат "Житло, вода, електроенергія, газ та інші види палива" зросте в Україні більш ніж у 2 рази і його відносне значення

стане наближеним до даних інших європейських країн.

З іншого боку, відповідно збільшене абсолютне значення вказаного показника складе приблизно 450 євро на особу в рік, що залишиться більш ніж у три рази нижчим, ніж у Румунії при вірогідно близьких за рівнем цінах на житло і тарифах на житлово-комунальні послуги, що вимагає поглибленого аналізу.

**Висновки з даного дослідження** і перспективи подальшого розвитку досліджень у цьому напрямку. Наведене дослідження дозволяє зробити кілька висновків стосовно удосконалення загального методологічного підходу до управління власністю у багатоквартирному будинку і зокрема удосконалення обліку елементів власності, оцінки витрат на їхнє утримання та експлуатацію.

Специфічна для України модель формування прав і відносин власності на квартиру як об'єкт нерухомості у багатоквартирному будинку зміщує акценти у витратах співвласників будинку саме на вартість придбання квартири. Первісна вартість будинку, частка власника у вартості об'єктів права спільної власності (конструктивних елементів), подальші витрати життєвого циклу на утримання будинку та експлуатацію приміщень спільного користування – залишаються поза контролем.

Аналіз вартості життєвого циклу показує, що вартість квартир і витрати власників на утримання та експлуатацію будинку і квартир залежить як від проектних рішень та якості будівництва, так і від раціональності здійснення подальших поточних і капітальних витрат власниками. Класифікація і наскрізний контроль цих витрат за конструктивними і просторовими елементами будинку стає відтак необхідною функцією управління багатоквартирним будинком.

Статистичні порівняння структури і величини витрат життєвого циклу у кінцевих споживчих витратах домогосподарств свідчить про неврахування в Україні їхньої капітальної складової, тобто вартості придбання квартири (частки у будинку) та відповідних капітальних ремонтів. Наближені порівняння дозволяють побачити більш ніж подвоєння вартості житлово-комунальних послуг, обрахованих за підходами європейської статистики, що корінним чином змінює картину доступності житла в Україні.

Подальші дослідження вимагають удосконалення та взаємоузгодження методики оцінки кошторисної та первісної вартості багатоквартирного будинку при введенні його в експлуатацію, удосконалення обліку витрат по конструктивних та просторових елементах будинку, а на цій основі – удосконалення управління житлом на мікро-, місцевому та державному рівнях.

#### Література

1. Николаев В.П. Новое мышление инвестора-собственника. Экономика строительства. 1991. № 5. С. 34-43.
2. Николаев В.П. Информационное и нормативно-методическое обеспечение анализа жизненного цикла капитальных инвестиций. Формування ринкових відносин в Україні : збірник наукових праць, 2011. № 9 (124), С. 88 – 93.
3. Николаева Т. В. Вартісно-орієнтоване управління нерухомим майном державної власності [монографія]. Ірпінь: УДФСУ. 2018. 354 с.
4. Будівельне інформаційне моделювання в управлінні життєвим циклом об'єктів: монографія / В.С. Куйбіда та ін.; за ред. д-ра екон. наук В.П. Николаєва. Івано-Франківськ: Ярина. 2018. 128 с.
5. Николаева Т.В. Научно-методичні основи управління господарськими системами домоволодіння : дис. канд. екон. наук : 08.00.04. Київ, 2013. 200 с.
6. Щербина А.А. Вартісний аналіз повних експлуатаційних витрат у багатоквартирних житлових будинках. Будівельне виробництво. Міжвідомчий науково-технічний збірник. 2014. № 56. С.119-124.
7. Николаев В.П., Щербина А.А. Модели формирования прав и отношений собственности в управлении объектами жилой недвижимости. Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". Серія: "Економічні науки". 2020. №6 (38), С. 86-96. URL: <https://www.inter-nauka.com/issues/economic2020/6/6139>
8. В. Николаев, П. Пантелеев, М. Жураковская. Международные классификации и нормы в управлении стоимостью жизненного цикла объектов. Международное право и проблемы интеграции: научно-аналитический и практический журнал. 2014. № 3 (39). С. 391-398.

#### Reference

1. Ny`kolaev V.P. Novoe myshleny`e y`nvestora-sobstvenny`ka. Ekonomy`ka stroy`tel`stva. 1991. # 5. S. 34-43.
2. Ny`kolaev V.P. Y`nformacy`onnoe y` normaty`vno-metody`cheskoe obespecheny`e analy`za zhy`zennogo cy`kla kapy`tal`ny`x y`nvesty`cy`j. Formuvannya ry`nkovy`x vidnosy`n v Ukrayini : zbirny`k naukovy`x prac` , 2011. # 9 (124), S. 88 – 93.
3. Nikolayeva T. V. Vartisno-oriyentovane upravlinnya nerukhomy`m majnom derzhavnoyi` vlasnosti [monografiya]. Irpin` : UDFSU. 2018. 354 s.
4. Budivel`ne informacijne modelyuvannya v upravlinni zhy`ttyevy`m cy`kлом ob`yektiv: monografiya / V.S. Kujbida ta in.; za red. d-ra ekon. nauk V.P. Nikolayeva. Ivano-Frankiv`k: Yary`na. 2018. 128 s.
5. Nikolayeva T.V. Naukovo-metody`chni osnovy` upravlinnya gospodars`ky`my` sy`stemamy` domovolodinnya : dy`s. kand. ekon. nauk : 08.00.04. Ky`yiv, 2013. 200 s.
6. Shherby`na A.A. Vartisny`j analiz povny`x ekspluatacijny`x vy`trat u bagatokvarty`my`x zhy`tlovy`x budy`nkax. Budivel`ne vy`robny`ctvo. Mizhvidomchy`j naukovo-texnichny`j zbirny`k. 2014. # 56. S.119-124.
7. Nikolayev V.P., Shherby`na A.A. Modeli formuvannya prav i vidnosy`n vlasnosti v upravlinni ob`yektamy` zhy`tlovy` nerukhomosti. Mizhnarodny`j naukovy`j zhurnal "Internauka". Seriya: "Ekonomichni nauky`". 2020. #6 (38), S. 86-96. URL: <https://www.inter-nauka.com/issues/economic2020/6/6139>
8. V. Ny`kolaev, P. Panteleev, M. Zhurakovskaya. Mezhdunarodny`e klassyfy`kacy`y` y` normy v upravleny`y` stoy`most`yu zhy`zennogo cy`kla ob`yektiv. Mezhdunarodnoe pravo y` problemy` y`ntegracy`y` : nauchno-analy`ty`chesky`j y` prakty`chesky`j zhurnal. 2014. # 3 (39). S. 391-398.



**А.В. Бабак**, соискатель кафедры экономики строительства Киевского национального университета строительства и архитектуры, г. Киев

### СТОИМОСТЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

**Аннотация.** *Статья углубляет отечественные исследования управления жизненным циклом в строительстве относительно объектов жилой недвижимости. В отличие от сложившейся практики применения в управлении показателя рыночной стоимости квартир, предложенное определение стоимости жилья для его владельцев-совладельцев дома как суммы затрат на всех организационных этапах жизненного цикла здания: подготовки, строительства, приобретения содержания и эксплуатации. Выделены объекты собственности — квартиры и нежилые помещения, дом и земельный участок как центры формирования затрат и управления стоимостью жизненного цикла. В отличие от применения различных объектов расчета стоимости (работ, услуг), предлагаемые сквозные показатели стоимости конструктивных и пространственных элементов дома, а также земельного участка. Показаны принципиальные проблемы различных подходов к определению стоимости дома у застройщика и совладельцев (управляющего). Предложенные методы определения стоимости части жизненного цикла здания, приходящаяся на определенного владельца квартиры с учетом его доли в совместной собственности на дом. На примере статистики стран ЕС определены годовые расходы домохозяйств на жилье, на основе чего показано учета в них стоимости жизненного цикла и соответствующую заниженность статистических показателей расходов на жилье и коммунальные услуги в Украине.*

**Ключевые слова:** дома; квартиры; расходы; стоимость; этапы; элементы.

**A.V. Babak**, candidate of the Department of Construction Economics, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

### THE COST OF THE LIFE CYCLE OF AN APARTMENT BUILDING

**Annotation.** *The article deepens domestic research on life cycle management in construction in relation to residential real estate. In contrast to the established practice of using the market value of apartments in management, it is proposed to determine the value of housing for its owners-co-owners of the house as the sum of costs at all organizational stages of the life cycle of the house: preparation, construction, maintenance and operation. The objects of ownership are separated — apartments and non-residential premises, a house and a land plot as centers of cost formation and life cycle cost management. In contrast to the use of various objects of cost calculation (works, services), the proposed indicators of the cost of structural and spatial elements of the house, as well as land. The fundamental problems of different approaches to determining the value of the house from the developer and co-owners (manager) are shown. Methods for determining the value of the part of the life cycle of the house, which falls on the determined owner of the apartment, taking into account his share in the co-ownership of the house. On the example of the statistics of the EU countries, the annual expenditures of households on housing are determined, on the basis of which it is shown that they take into account the cost of life cycle and the corresponding underestimation of statistical indicators of expenditures on housing and utilities in Ukraine.*

**Keywords:** house; apartments; expenses; cost; stages; elements.

**А.В. Убийвовк**, к.т.н., доц., ХНУБА, м. Харків;

**І.В. Шумаков**, д.т.н., проф., ХНУБА, м. Харків;

**О.А. Гринчук**, асп., ХНУБА, м. Харків;

**А.Ю. Купрейчик**, асп., ХНУБА, м. Харків

## СПОСОБИ ТА ОБЛАДНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРНИХ ВИПРОБУВАНЬ ПАЛЬ У ПОЛІМЕРНІЙ ОБОЛОНЦІ В ПРОСІДАЮЧИХ ГРУНТАХ

**Анотація.** З метою розроблення способів та конструкції обладнання для експериментальних досліджень взаємодії конусних та циліндричній палі у полімерній оболонці з ґрунтовим середовищем при відтворенні процесу просідання ґрунту застосовані спрощені методи експериментальних досліджень із застосуванням модельних паль невеликих розмірів та спеціального обладнання. Запропоновані варіанти лабораторного обладнання для дослідження взаємодії модельних паль конічної та циліндричної форми із ґрунтовим середовищем за умов виникнення деформацій просідання ґрунту для оцінки ефекту зниження сил негативного тертя ґрунту на бічній поверхні. **Ключові слова:** конічна палля; циліндрична палля; полімерна оболонка; просідаючий ґрунт; довантажувальні сили тертя; бічна поверхня; деформації просідання; вертикальні переміщення.

**Постановка проблеми.** Розвиток мегаполісів створює безперервний попит на земельні ресурси, тим самим залучаючи до використання для нового будівництва ділянки з несприятливими інженерно-геологічними умовами. Активна діяльність людини змінює ландшафти територій прискореними темпами, створюючи вплив на екологічні, біологічні, геоморфологічні та економічно-соціальні показники. Зведення підземних частин будівель та споруд потребує урахування комплексу особливостей техногенних ґрунтів та вимагає належного інженерного захисту підземних конструкцій.

В складних інженерно-геологічних умовах щільної міської забудови, як правило, найбільш доцільним та економічно вигідним варіантом є використання палевих фундаментів. У випадку наявності в геологічній будові основи структурно нестійких, просідаючих, незлежалих насипних ґрунтів при проектуванні палевих фундаментів актуальною інженерною задачею є зменшення довантажувальних сил тертя ґрунту на бічній поверхні палі, для чого, зазвичай, використовуються антифрикційні покриття стовбура занурюваних паль в межах прорізуваних нестійких ґрунтів. При використанні буронабивних паль така можливість виникає лише за умов використання незйомних обсадних труб, що веде до зростання вартості. Таким чином, розроблення економічно привабливих та технічно обґрунтованих конструктивних рішень для буронабивних паль є актуальною науковою задачею.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Більш ніж на 70% території України розповсюджені просідаючі ґрунти, потужність товщі яких сягає десятків метрів 4. Завдяки цьому сучасний досвід практичного застосування палевих фундаментів отримав широке розповсюдження при проектуванні будівель та споруд у складних інженерно-геологічних умовах і потребує обґрунтованого вибору матеріалу, типу конструкції, глибини закладання 1.

Різноманіття геотехнічних умов та практичних інженерних задач викликає потребу розробки ефективних рішень конструкцій палевих фундаментів та їх постійного удосконалення, розробки нових конструк-

тивних рішень та технологій улаштування паль. Так, з метою зменшення впливу негативних сил тертя запропонована конструкція бурової конусоподібної палі, стовбур якої формується за допомогою розбуреної свердловини конусоподібним шнеком 7; застосування перфорованого сердечника у вигляді усіченого конусу для формування трубчастих бетонних паль 10, використання захисних оболонок із пластиків 5.

Використання полімерних матеріалів у будівельній галузі набуває все більшого розповсюдження і має ряд переваг завдяки своїм особливим властивостям, а саме легкість, щільність, міцність, водостійкість, хімічна стійкість, низька газопроникність та ін. 6.

У випадках зведення палевих фундаментів у просідаючих ґрунтах характерне виникнення довантажувальних сил негативного тертя на боковій поверхні, що зменшує несучу здатність. Зменшення цього негативного ефекту можливо через збільшення опорної площі нижнього кінця палі або улаштування змінного по довжині профілю палі 7, що враховується діючими нормативами 1 3.

Для зменшення трудомісткості та тривалості робіт при проведенні випробувань застосовують спрощені методи експериментальних досліджень із застосуванням модельних паль невеликих розмірів та спеціального обладнання 7, 8.

**Мета дослідження** розроблення способів та конструкції обладнання для експериментальних досліджень взаємодії конусних та циліндричній палі у полімерній оболонці з ґрунтовим середовищем при відтворенні процесу просідання ґрунту.

**Виклад основного матеріалу** (матеріали і методи дослідження). Дослідження ефекту зменшення довантажувальних сил тертя при використанні конічної палі з полімерною оболонкою в порівнянні з циліндричною виконувалось у лабораторних умовах завдяки реалізації двох варіантів моделювання деформацій просідання ґрунту:

1) У першому варіанті в якості посадочного ґрунту пропонується використання рихлого піску. При цьому деформації просідання моделюються за рахунок контрольованого за переміщеннями обтиснення

частини ґрунтового середовища в межах ділянки стовбура палі. Обтиснення шару рихлого піску за допомогою пластин-фланців, розміщених під і над модельною посадочною товщею, викликає додаткові вертикальні напруження лише в цьому шарі, виключаючи додаткові зусилля в порівнянні з варіантом завантаження поверхні масиву.

2) У другому варіанті в якості посадочного ґрунту пропонується використання піску із додаванням рівномірно розподілених по об'єму низькомодульних часток у вигляді пінополістирольних кульок. Деформації просідання проявляються внаслідок додаткового вертикального тиску на поверхні ґрунтового середовища.

Кожний з варіантів моделювання просідання ґрунту передбачає вимірювання вертикальних переміщень модельних паль конічної ( $L = 600$  мм,  $d_v = 70$  мм,  $d_n = 40$  мм) та циліндричної ( $L = 600$  мм,  $d = 40$

мм) форми, що відповідає масштабу М 1:10 9 (рис. 1).

Експериментальна установка для лабораторних досліджень за першим варіантом моделювання представлена на рис. 2. і складається з металевого лотку (1) розміром 800x800x900 мм, у верхній частині якого розміщена опорна рейка з шарніром (6) та важеля (9) довжиною 1600 мм для завантаження палі (5). Для моделювання ґрунтового середовища (2) використовується пісок середньої крупності ( $w \approx 0,05$  д.од,  $\gamma \approx 16,5$  кН/м<sup>3</sup>,  $\phi \approx 28^\circ$ ), нижній шар якого укладається з трамбуванням в межах товщі 250 мм. Засипка товщі між фланцями виконується без трамбування. Модельні палі з полімерною оболонкою (5) конічної або циліндричної форми встановлюються у центральному отворі між двома металевими пластинами-фланцями (3), які поєднувались між собою шпильками (4), що зафіксо-

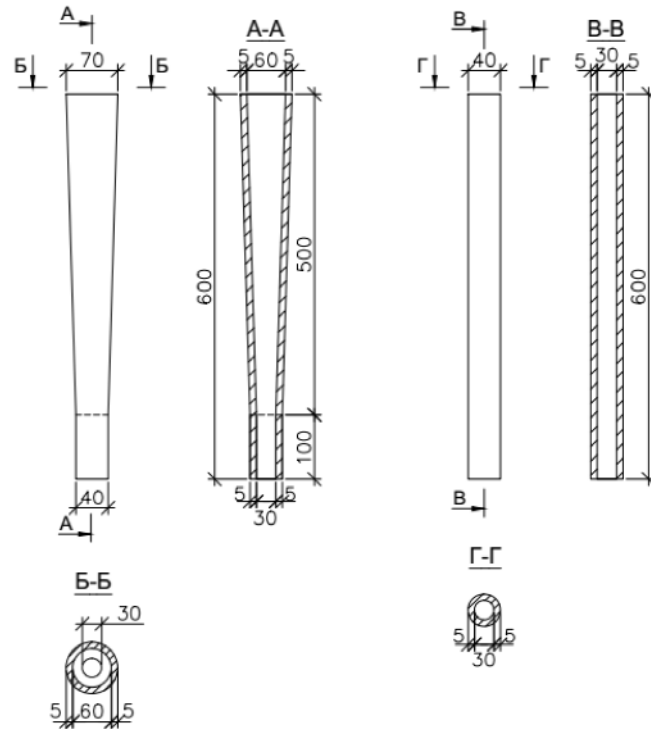


Рис. 1. Конструкції модельних паль конічної та циліндричної форми із полімерної оболонкою для лабораторних випробувань

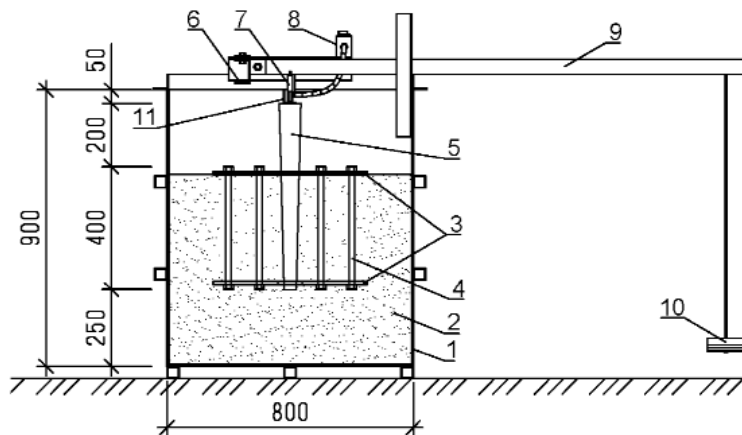


Рис. 2. Схема лабораторної установки: 1 – лабораторний лоток; 2 – ґрунтове середовище; 3 – металеві пластини-фланці; 4 – шпильки; 5 – модельна палія з полімерною оболонкою; 6 – опорна рейка важеля з шарніром; 7 – пристрій для центрування навантаження на палію; 8 – індикатори вимірювання деформацій; 9 – важіль для завантаження палі; 10 – підвіс з вантажем

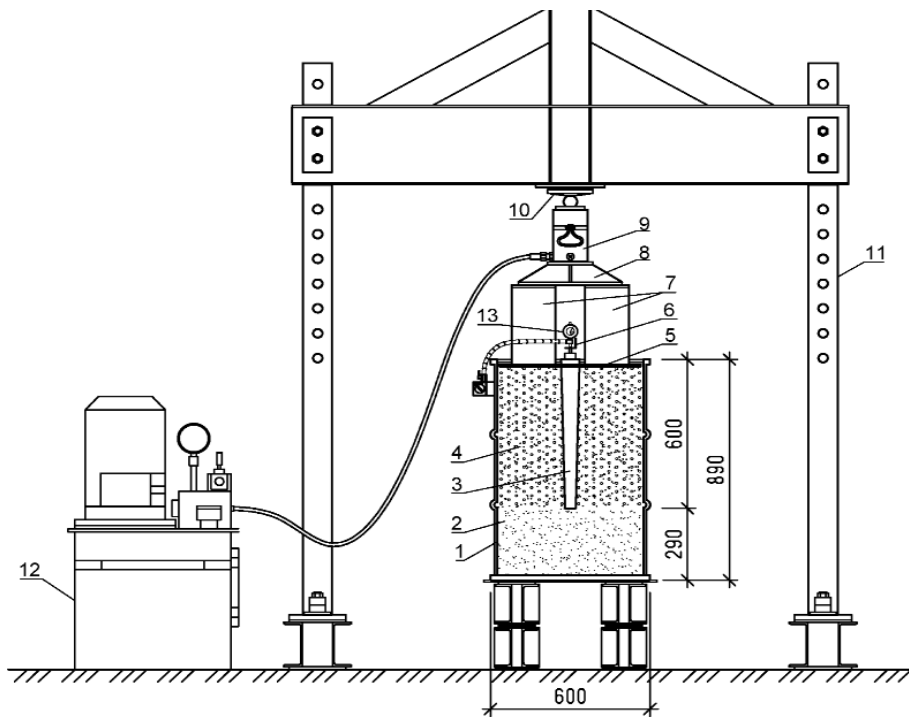


Рис. 3. Схема лабораторної установки: 1 – металева бочка; 2 – ущільнений пісок; 3 – модельна палія з полімерною оболонкою; 4 – змодельоване ґрунтове середовище; 5 – металева пластина з отвором; 6 – металева балка, що закріплена до палі; 7 – підставки; 8 – жорсткий штамп; 9 – гідравлічний домкрат; 10 – шарнір; 11 – траверса; 12 – ручна масляна станція з манометром; 13 – індикатор переміщень

вані болтами з верхнього і нижнього краю відповідно. Навантаження на палю прикладалися ступенями завдяки додаванню вантажів, на підвісі (10), а деформації фіксуються за допомогою двох індикаторів часового типу ГЧ-10 на магнітній стійці (8), що розташовані на пристрої для центрування навантаження на палю (7). Подальші вимірювання здійснюються після поетапного обтиснення фланців болтами зі сторони верхньої пластини-фланця (3) з контролем кута оберту болтів на кожній послідовній стадії збільшення відносної деформації просідання.

У другому варіанті лабораторних досліджень застосовується спеціально обладнана експериментальна установка (лоток), що представлена на рис. 3 і виконана з металевої бочки (1) висотою 890 мм та діаметром 600 мм. Нижня частина лотку в межах товщі 290 мм заповнюється із шаровим ущільненням піском середньої крупності ( $w \approx 0,05$  д.од.,  $\gamma \approx 16,5$  кН/м<sup>3</sup>,  $\phi \approx 28^\circ$ ). Товща ґрунтової заправки в межах висоти стовбура палі заповнюється сумішшю піску із гранульованим пінополістиролом (об'ємна

доля заповнювача 15%). У верхній частині установки до поверхні модельного ґрунту (4) через металеву пластину (5) з центральним отвором для палі за допомогою підставок (7) та жорсткого штампу (8) ступенями прикладається навантаження від гідравлічного домкрату (9), приєднаного до ручної масляної станції (12). На металевій балці (6), що встановлюється безпосередньо на вільний верхній кінець палі, розміщуються з обох протилежних боків два індикатори часового типу ГЧ-10 (13) на магнітній стійці для реєстрації переміщень.

**Висновки.** Запропоновані схеми лабораторних досліджень завдяки різним підходам до моделювання процесу просідання ґрунтів забезпечують можливість дослідження ефективності конструкцій палей, виготовлених із застосуванням полімерних оболонок. При цьому вимірювання переміщень дає можливість якісної оцінки ефекту зменшення довантажувальних сил тертя при порівняльному аналізі взаємодії з ґрунтовим середовищем циліндричних та конічних палей з незійомною полімерною обсадкою.

#### Література

1. ДБН В.2.1-10-2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.
2. ДСТУ Б В.2.1-1-95. ґрунти. Методи польових випробувань палями. Київ : Укрархбудінформ, 1997. 58 с.
3. ДСТУ Б В.2.1-27:2010. Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 11 с.
4. Климчук Л.М. Сучасні інженерно-геологічні умови України як складова безпеки життєдіяльності / Л. М. Климчук, П. В. Блінов, В. Ф. Величко та ін. Київ : ВПЦ "Експрес", 2008. 265 с.
5. Пермяков М.Б., Веселов А.В., Пермякова А.М. Полимерно-бетонная висячая ребристая свая-оболочка и способ ее возведения. Технологии бетонов. М. : Композит XXI век, 2014. № 6. С. 30-32.
6. Пермяков М.Б., Пермякова А.М. Применение полипропилена при возведении свай-оболочек. Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Магнитогорск : ФГБОУ ВО МГТУ, 2015. Т.2. С. 43-46.
7. Самородов О.В., Убийвовк А.В., Курейчик А.Ю., Найдюнова В.Є. Нова конструкція бурової конусоподібної палі для влаштування в структурно-нестійких ґрунтах. Методи підвищення ресурсу міських інженерних інфраструктур :

тези за матеріалами VIII Всеукр. наук. сем. Харків : ХНУБА, 9-10 жовтня 2018 р. С. 61-63.

8. Самородов А.В., Табачников С.В. Способ определения сил сопротивления песчаного грунта по боковой поверхности модельной сваи в состоянии покоя. Научный вестник строительства : сб. науч. пр. Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2015. № 1. С. 91-95.
9. Седов Л.Н. Методы подobia и размерности в механике. М. : Наука, 1981. 448 с.
10. Шумаков І.В., Казімагомедов І.Е., Юніс Башір Н., Ляхов І.І. Пристрій для формування трубчастих бетонних паль. Патент України на корисну модель № 117459, МПК (2006.01), E02D 5/38, E02D 7/00. Харківський національний університет будівництва та архітектури. № у 2017 00607; заявл. 23.01.2017; опубл. 26.06.2017. Бюл. № 12.

#### Reference

1. DBN V.2.1-10-2018. Osnovy i fundamenti budivel ta sporud. Osnovni polozhennya proektuvannya. Ky`yiv : Minregionbud Ukrainy, 2018. 36 s.
2. DSTU B V.2.1-1-95. Grunty. Metody pol`ovu`x vy`probuvan` palyamy. Ky`yiv : Ukrarxbudinformat, 1997. 58 s.
3. DSTU B V.2.1-27:2010. Pali. Vy`znachennya nesuchoyi zdatnosti za rezul`tatamy` pol`ovu`x vy`probuvan`. Ky`yiv : Minregionbud Ukrainy, 2011. 11 s.
4. Kly`mchuk L.M. Suchasni inzhenerno-geologichni umovy` Ukrainy` yak skladova bezpeky` zhy`ttyediyal`nosti / L. M. Kly`mchuk, P. V. Blinov, V. F. Vely`chko ta in. Ky`yiv : VPCz "Ekspres", 2008. 265 c.
5. Permyakov M.B., Veselov A.V., Permyakova A.M. Poly`tverno-betonnaya vy`syachaya rebry`staya svaya-obolochka y` sposob ee vozvedeny`ya. Technology`y` betonov. M. : Kompozy`t XXI vek, 2014. # 6. S. 30-32.
6. Permyakov M.B., Permyakova A.M. Pry`meneny`e poly`propy`lena pry`vozvedeny`y` svaj-obolochek. Aktual`nye problemy` sovremennoj nauky`, texny`ky` y` obrazovany`ya. Magny`togorsk : FGBOU VO MGTU, 2015. T.2. S. 43-46.
7. Samorodov O.V., Uby`jvovk A.V., Kuprejchy`k A.Yu., Najd`onova V.Ye. Nova konstrukciya burovoi konusopodibnoyi pali dlya vlashtuvannya v strukturno-nestijky`x g`runtax. Metody pidvy`shchennya resursu mis`ky`x inzhenerny`x infrastruktur : tezy` za materialamy` VIII Vseukr. nauk. sem. Harviv : XNUBA, 9-10 zhovtnya 2018 r. S. 61-63.
8. Samorodov A.V., Tabachny`kov S.V. Spособ opredeleny`ya sil` s`oprotiv`vleny`ya peschanogo grunta po bokovoj poverxnosti` model`noj svay` v sostoyany`y` pokoja. Nauchny`j visny`k budivny`ctva : zb. nauk. pr. Harviv : XNUBA, ХОТВ АБУ, 2015. # 1. S. 91-95.
9. Sedov L.N. Metody podoby`ya y` razmernosty` v mexany`ke. M. : Nauka, 1981. 448 s.
10. Shumakov I.V., Kazimagomedov I.E., Yumis Bashir N., Lyaxov I.I. Pry`strij dlya formuvannya trubchasty`x betonny`x pal`. Patent Ukrainy` na korysnu model` # 117459, МПК (2006.01), E02D 5/38, E02D 7/00. Xarkivs`ky`j nacional`ny`j univ`ersy`tet budivny`ctva ta arxitektury`. # u 2017 00607; заявл. 23.01.2017; opubl. 26.06.2017. Byul. # 12.

**А.В. Убийвовк**, к.т.н., доц., ХНУСА, г. Харьков;  
**И.В. Шумаков**, д.т.н., проф., ХНУСА, г. Харьков;  
**О.А. Гринчук**, асп., ХНУСА, г. Харьков;  
**А.Ю. Купрейчик**, асп., ХНУСА, г. Харьков

### СПОСОБЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ СВАЙ В ПОЛИМЕРНОЙ ОБОЛОЧКЕ В ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

**Аннотация.** С целью разработки способов и конструкции оборудования для экспериментальных исследований взаимодействия конусных и цилиндрической свай в полимерной оболочке с грунтовой средой при воспроизведении процесса проседания почвы применены упрощенные методы экспериментальных исследований с применением модельных свай небольших размеров и специального оборудования. Предложенные варианты лабораторного оборудования для исследования взаимодействия модельных свай конической и цилиндрической формы с грунтовой средой в условиях возникновения деформаций проседания почвы для оценки эффекта снижения сил отрицательного трения грунта на боковой поверхности.

**Ключевые слова:** коническая свая; цилиндрическая свая; полимерная оболочка; просадочные грунты; догрузочные силы трения; боковая поверхность; просадочности; вертикальные перемещения.

**A.V. Ubiyovk**, c.t.s., prof, KNUCEA, Kharkov;  
**I.V. Shumakov**, d.t.s., prof, KNUCEA, Kharkov;  
**O.A. Grinchuk**, asp, KNUCEA, Kharkov;  
**A. Yu. Kupreichik**, asp, KNUCEA, Kharkov

### METHODS AND EQUIPMENT OF EXPERIMENTAL LABORATORY TESTS OF PIGS IN A POLYMER SHELL IN SELLING SOILS

**Annotation.** In order to develop methods and design of equipment for experimental studies of the interaction of conical and cylindrical piles in the polymer shell with the soil environment in the reproduction of the subsidence process, simplified experimental methods using small model piles and special equipment are used. Variants of laboratory equipment for studying the interaction of model piles of conical and cylindrical shape with the soil environment under the conditions of soil subsidence deformations are proposed to evaluate the effect of reducing the forces of negative soil friction on the lateral surface.

**Key words:** conical pile; cylindrical pile; polymer shell; subsidence soil; loading friction forces; lateral surface; subsidence deformations; vertical displacements.

**О.І. Менеїлюк**, д.т.н., професор, завідувач кафедри Технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури, м. Одеса;

**О.Л. Нікіфоров**, к.т.н., асистент кафедри Технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури, м. Одеса

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ БУДІВНИЦТВОМ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КОНСТРУКТИВНО- ТЕХНОЛОГІЧНИХ ШАБЛОНІВ

**Анотація.** Сучасними інноваціями в державному управлінні в сфері будівництва передбачається суттєва модернізація галузі на засадах інжинірингу та проектного менеджменту — введення ролі інженера-консультанта. Одночасно дерегульовано нагляд за продуктом та процесами будівництва на етапах містобудівного обґрунтування та експертизи проекту. Зважаючи на наявність сучасного програмного забезпечення для будівельного інформаційно-го моделювання, актуальним є розробка та впровадження у технічне регулювання концепції управління — "конструктивно-технологічний шаблон у будівництві".

В статті зроблено аналіз резервів оптимізації інвестиційно-будівельної діяльності. Розроблено задану концепцію та досліджено взаємодію зацікавлених сторін будівельного виробництва при її використанні. Запропоновано рекомендації з використання конструктивно-технологічних шаблонів у державному управлінні в сфері будівництва. Описано основні нормативні документи, що потребують змін, та відповідні пропозиції.

Встановлено, що конструктивно-технологічні шаблони, як інформаційні блоки моделювання продукту та процесів будівництва, можуть використовуватися при управлінні в широкому сенсі. В тому числі, при державному управлінні: при контролі національних довідників матеріалів, ресурсів, технологій, обладнання; при містобудівному обґрунтуванні; при експертизі узгоджувальної стадії проектною документації; при задачі будівлі в експлуатацію. Запропоновано використання КТШ як інструменту державного шаблонування та нормування в будівництві, а також як інструмент впровадження інновацій. Для цього необхідно створювати відповідні національні бази даних як силами окремих фахівців приватного сектору будівельної галузі, так і в проектах будівництва із державним фінансуванням.

Порівняння версій інформаційних моделей продукту та процесів будівництва, а також фактично зведених будівель, дозволяє виявляти можливі відхилення від узгоджених рішень, регулювати об'єктивність, ефективність та можливість реалізації матеріально-ресурсної частини кошторисів, графіків. Це дозволить підвищити економічну ефективність будівництва, оборотність капітальних вкладень, зниження вартості життєвого циклу.

**Ключові слова:** конструктивно-технологічний шаблон; державне управління будівництвом; інженер-консультант; інжиніринг.

**Вступ.** Сучасні інформаційні технології дозволяють здійснювати ефективне створення, структурування, передачу та аналіз виробничої інформації про будівництво. А саме — можливо створювати моделі продукту та процесів будівельного проекту, що є повними цифровими аналогами реальних будівель та перебігу робіт. Це полегшує здійснення детального контролю за інвестиційно-будівельною діяльністю та дозволяє реалізувати найбільш прогресивні концепції управління: диджиталізацію галузі в цілому та державного управління зокрема; залучення інженерів-консультантів до управління будівництвом як відповідальних за ефективність здійснення будівництва та його кінцевий продукт. Проте самих інформаційних технологій недостатньо для реалізації цих концепцій управління. Потрібна узагальнююча модель, що поєднає різні концепції у працюючу технологію управління. Такою технологією може стати концепція "конструктивно-технологічний шаблон у будівництві". Його запровадження дасть можливість підвищити економічну ефективність та якість будівельного виробництва в цілому та державного управління. Це можливо за рахунок: створення національних баз матеріалів, конструкцій та технологій, організації

виробництва на основі цих довідників, а також точний та своєчасний містобудівний контроль.

**Аналіз публікацій.** Аналіз інформаційних джерел показав, що можна виділити ряд резервів підвищення ефективності будівельного виробництва.

Наукова організація праці і управління (НОПіУ) [4] у поєднанні з сучасними інформаційними технологіями реалізується наступним чином. Вибір раціональних форм організації праці моделюється ступенем деталізації процесів відповідно до організаційної структури підприємства. Впровадження нових методів і прийомів праці моделюється технологічними картами та регламентами та супутніми документами. Нормування і стимулювання праці моделюється кошторисними розрахунками та графіками виконання робіт.

Системний та процесний підходи дозволяють підвищити ефективність корпоративного управління [10-11]. Використання інформаційних технологій дає можливість реалізувати ряд принципів цих концепцій. Орієнтація на замовника реалізується такими моделями виробництва, які узгоджені з критеріями оцінки кінцевого продукту з боку замовника. Процесний підхід реалізується при розробці моделей в мо-

мент визначення прав, обов'язків та відповідальності за управління компонентами моделі. Системний підхід є найбільш ефективним засобом створення моделей виробництва. Постійне поліпшення досягається через архівування версій моделей виробництва та їхнього порівняння за чисельними критеріями. Прийняття рішень на підставі фактів можливе при наявності достовірної на момент прийняття рішення компактної моделі, що дозволяє швидко та об'єктивно оцінити стан об'єкту управління.

Управління проектами є стрижневою технологією управління у будівництві, адже будь-який будівельний проект має за мету створення унікального продукту (за архітектурно-планувальними, територіальними, технологічними фінансовими та іншими ознаками) та є обмеженим у часі. Відтак використання практик управління проектами підвищує ефективність будівництва та визначає використання інформаційних засобів управління [1, 5].

Інжиніринг включає ряд різних робіт та послуг (зокрема інженерно-розвідувальних, консультаційних, архітектурно-проектних, управлінських, дослідницьких, розрахунково-аналітичних тощо), поєднання яких надає їхньому замовнику додаткову цінність та конкурентоспроможність [8-9].

ВІМ (будівельне інформаційне моделювання), виробниче та фінансове моделювання ставлять за мету реалізувати більш якісні та менш трудовитратні організації та контроль будівництва: з точки зору продукту (будівельного об'єкта), процесів та грошових потоків будівництва [3, 12]. Розвиток наукових досліджень технології ВІМ показав [2], що найбільш цікавими для науковців є наступні теми: робоче середовище; підходи до впровадження; зацікавлені сторони та виконавці процесу ВІМ; процес будівельного інформаційного моделювання; продукт ВІМ. Найбільш сучасні уявлення про технологію будівельного інформаційного моделювання втілено у серію стандартів ISO 19650 [6-7].

Розглянуті концепції управління недостатньо використовуються у практиці сучасних будівельних підприємств України. Необхідна концепція, яка об'єднає зазначені резерви ефективності у технологію управління із використанням інформаційних програм — "конструктивно-технологічний шаблон у будівництві".

**Мета і задачі статті.** Розробка рекомендацій з підвищення ефективності державного управління в сфері будівництва за допомогою використання конструктивно-технологічних шаблонів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- Аналіз резервів оптимізації інвестиційно-будівельної діяльності.
- Визначення концепції "конструктивно-технологічний шаблон у будівництві".
- Дослідження взаємодії зацікавлених сторін будівельного виробництва при використанні розробленої концепції.
- Розробка рекомендацій із використання конструктивно-технологічних шаблонів, пошук можливих шляхів удосконалення нормативної бази.

Визначення концепції "конструктивно-технологічний шаблон у будівництві". Конструктивно-технологічний шаблон (КТШ) — це будівельна інфор-

маційна модель, що містить дані з планувальних, конструктивних, технологічних, організаційних, експлуатаційних та економічних рішень у вигляді об'ємної параметричної частини будівлі чи споруди та пов'язаного з нею ресурсного графіку робіт.

Ступінь диференціації КТШ визначається організаційними факторами середовища будівництва — визначенням об'єкта управління (рис. 1). На рис. 1 зрілість системи управління описана на основі додатка А документу [11], де: "інтуїтивне управління" відповідає рівню 1, "кількісне управління" об'єднує рівні 2-3, а "оптимізаційне управління" — рівні 4-5.

Опишемо види КТШ за ступенем диференціації:

— Операційний КТШ — відповідає найбільшому рівню диференціації (проміжній будівельній продукції та окремі операції). Характерний для розвинутої системи управління, адже реалізує найбільш детальні організації та контроль.

— Укрупнений КТШ — відповідає середньому рівню диференціації (готовій будівельній продукції (елементу моделі продукту) та роботі (декільком операціям, об'єднаним одним результатом)). Об'єднує декілька операційних КТШ. Відповідає стандартній організаційній схемі будівництва та є найбільш поширеним для повсякденного вжитку у виробництві.

— Комплексний КТШ — відповідає найменшому рівню диференціації (значній виокремленій частині або готовому об'єкту будівництва та декільком комплексам операцій (роботам)). Об'єднує декілька укрупнених КТШ. Використовується для інвесторських розрахунків, продажів та клієнтського сервісу в рамках девелоперської діяльності.

Рис. 2 містить підхід до диференціації та структурування конструктивно-технологічного шаблону на різних фазах інвестиційно-будівельного проекту. Відповідно до рисунку, підтверджується тенденція до збільшення деталізації будівельних інформаційних моделей в ході розвитку інвестиційно-будівельного процесу.

З рисунку видно, що структурування КТШ відбувається за технологічним, просторовим принципом та за марками проектно-технологічної документації. Аналіз марок проектно-технологічної документації показав, що вони поєднують технологічний та просторовий принцип структурування, і відтак потребують доопрацювання. Раціональним здається доопрацювання у бік технологічного принципу, тобто відповідно технологічних потоків, так як проектно-технологічна документація є завданням для виробництва робіт.

Взаємодія зацікавлених сторін будівельного виробництва при використанні концепції "конструктивно-технологічний шаблон у будівництві". Як зазначено вище, зацікавлені сторони при використанні концепції "конструктивно-технологічний шаблон у будівництві" можна розділити на три групи: зовнішні учасники (державні органи контролю, інвестори, споживачі), управляюча сторона (інженер-консультант), сторони, що управляються (розробники КТШ, підрядники та постачальники). Аналіз рис. 3 обґрунтовує виділення цих сторін.

Аналіз рис. 3 показує, що роль інженера-консультанта при використанні КТШ є потрійною:

- З одного боку, інженерконсультант повинен управляти знаннями інвестиційно-будівельного процесу. Для спрощення ця роль позначена на рисунку "БІМ-менеджер".

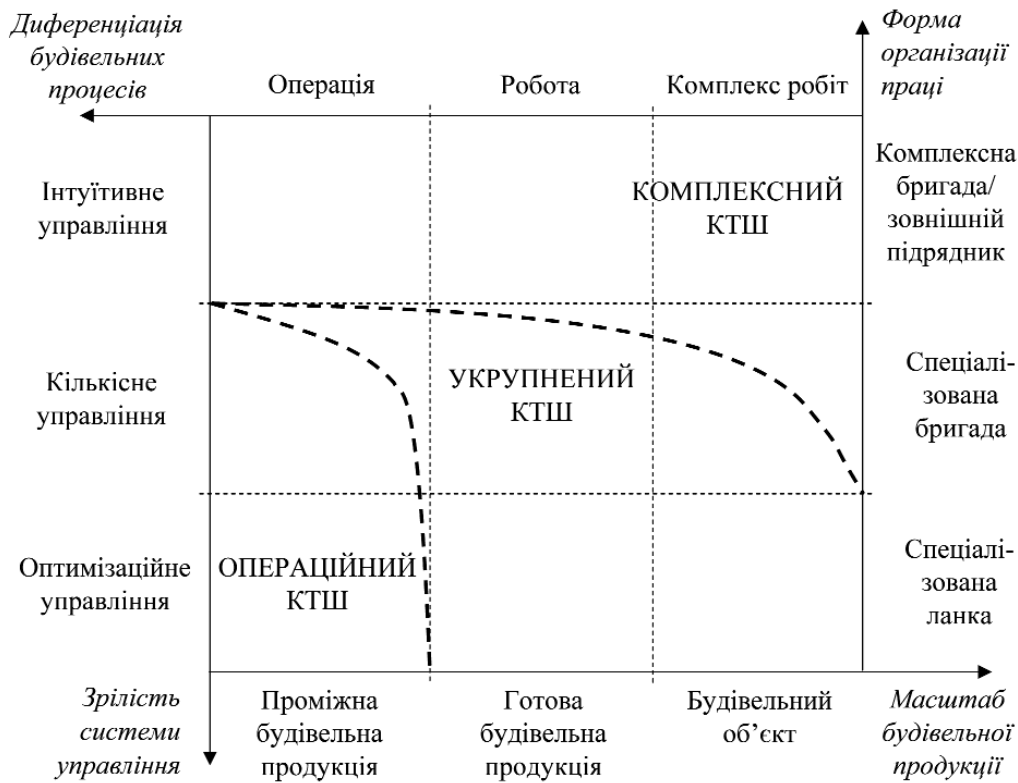


Рис. 1. Диференціація конструктивно-технологічного шаблону при різних організаційних факторах середовища будівництва

— З другого боку, інженер-консультант повинен працювати над заохоченням зовнішніх учасників в ході проекту — тобто постійними продажами та сервісним обслуговуванням. Для спрощення ця роль позначена на рисунку "комерсант".

— З третього боку, інженер-консультант має управляти інвестиційно-будівельним процесом — здійснювати лідерство, організацію, адміністрування проекту. Для спрощення ця роль позначена на рису-

нку "керівник будівельного проекту".

Як видно з рисунку, взаємодія інженера-консультанта із підрядниками та постачальниками проводиться через моделі продукту та процесів проекту — сукупність КТШ. У цьому йому допомагає команда проекту, якій він делегує ряд функцій управління:

— Розробку моделі продукту — проектувальнику; розробку моделі процесів — кошториснику чи технологу будівельного виробництва.

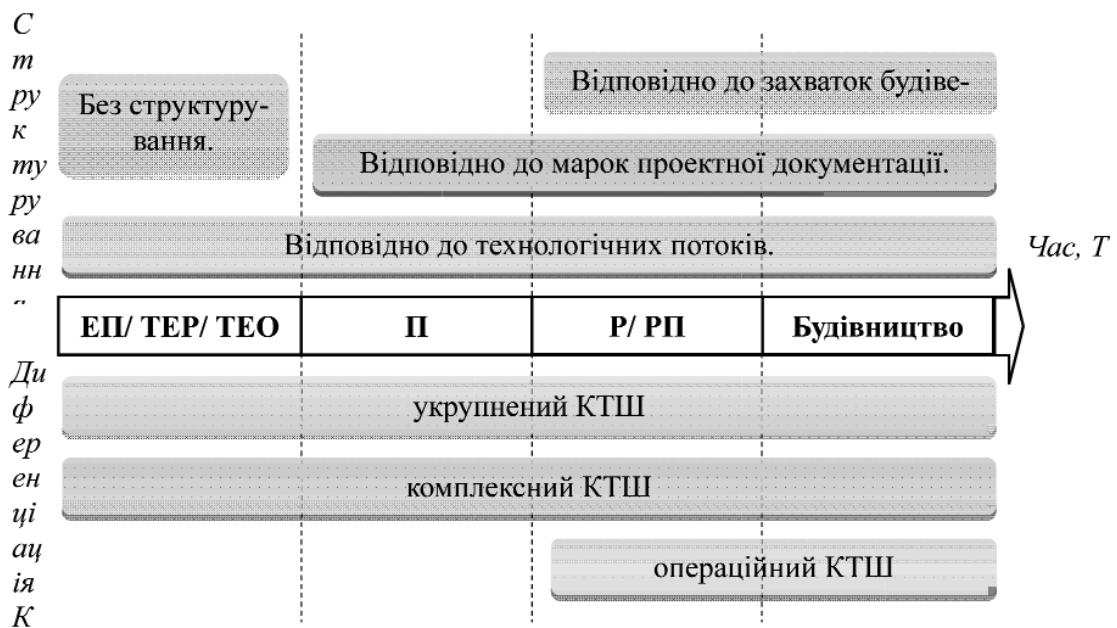


Рис. 2. Диференціація та структуривання конструктивно-технологічного шаблону на різних фазах інвестиційно-будівельного проекту (примітки: 1 стадії проектування прийняті відповідно до ДБН А.2.2-3:2014; 2 марки комплектів проектної документації прийняті відповідно до ДСТУ Б А.2.4-4:2009)



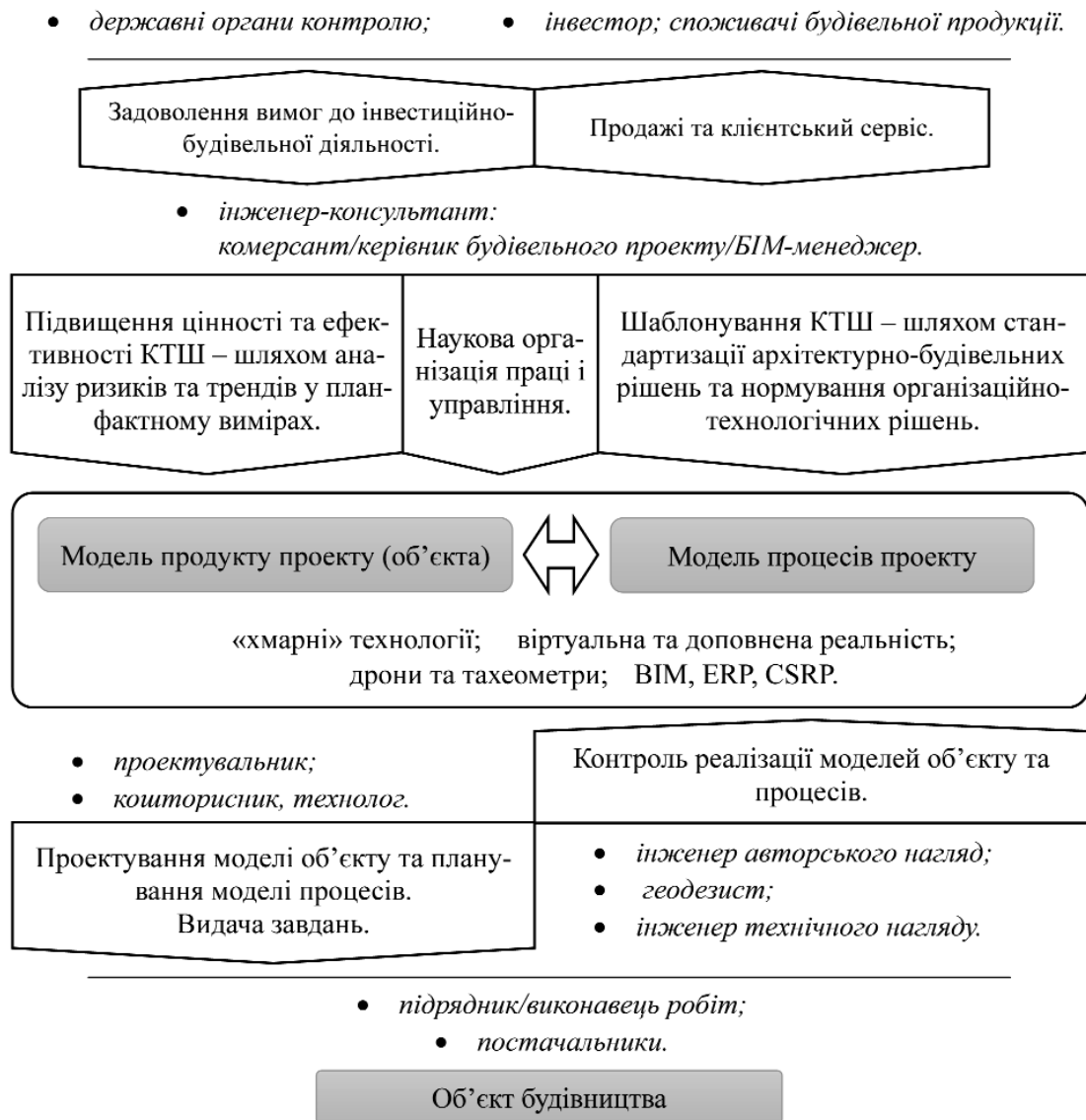


Рис. 3. Принципова схема управління знаннями при використанні інжинірингового підходу та концепції "конструктивно-технологічний шаблон в будівництві" (примітки: 1 BIM (Building Informational Modelling) – будівельне інформаційне моделювання; 2 ERP (Enterprise Resource Planning) – планування ресурсів підприємства; 3 CSRP (Customer Synchronized Relationship Planning) – клієнтоорієнтоване планування взаємодій)

– Видача завдань проходить автоматизовано при налагодженій роботі розробників моделі.

– Контроль реалізації моделей проходить із залученням інженерів, що здійснюють авторський нагляд та геодезистів – для контролю відповідності моделі продукту та фактично виконаної будівлі: із залученням інженерів, що здійснюють технічний нагляд – для контролю технологічної дисципліни, обсягів робіт та використаних ресурсів, тобто для контролю відповідності моделі процесів та фактично виконаних робіт.

Для виконання допоміжних функцій (матеріально-технічного та виробничо-технічного забезпечення, фінансового моніторингу тощо) можуть залучатися додаткові спеціалісти згідно організаційної структури інвестиційно-будівельного процесу. Вони мають користуватися первинною інформацією, що міститься у КТШ.

Рекомендації із використання конструктивно-технологічних шаблонів у державному управлінні будівництвом. На теперішній час стан шаблонування архітектурно-конструктивних рішень та нормування

організаційно-технологічних рішень в Україні залишає бажати кращого. Держава не має процесів створення, актуалізації та використання національних баз даних будівельних матеріалів, ресурсів, технологій у цифровому вигляді. Ресурсні елементні кошторисні норми не завжди можуть використовуватись при інвестиційно-будівельному процесі, так як можуть не відповідати реальному будівельному виробництву в повній мірі. Тому актуальним є використання КТШ як інструменту державного шаблонування та нормування в будівництві, а також як інструмент впровадження інновацій. Відповідний алгоритм показаний на рис. 4.

Зрозуміло, що для початку індустріального використання в будівельній галузі України необхідна наявність критичної маси КТШ: актуальних, узгоджених та створених відповідно до стандартів. Для цього пропонується йти двома шляхами:

1. Створення комплексів КТШ в рамках ряду пілотних проектів, що виконуються за рахунок державного бюджету.



Рис. 4. Використання конструктивно-технологічного шаблону при запровадженні архітектурно-конструктивних та організаційно-технологічних інновацій в будівництві

2. Заохочення найбільших представників будівельного бізнесу розробляти та узгоджувати КТШ у державних органах за допомогою надання податкових, кредитних, містобудівних та інших преференцій.

Звичайно, ефективним ввижається використовувати обидва шляхи. В такому разі можливо бути поєднати інноваційні підходи до інвестиційно-будівельної діяльності сучасного бізнесу та взаємозгодженість та універсальність КТШ в межах держави. На першому етапі можливо розробляти КТШ "як є", тобто у відповідності з найбільш поширеними

архітектурно-конструктивними та організаційно-технологічними рішеннями. Після накопичення критичної маси узгоджених КТШ можна надати можливість використання у закупівлях оптимізованих КТШ (наприклад, із зменшенням витрат праці чи машинного часу відносно нормативних). Такі оптимізовані КТШ і будуть відображати розроблені інновації.

Описаний алгоритм запровадження архітектурно-конструктивних та організаційно-технологічних інновацій в будівництві за допомогою КТШ є

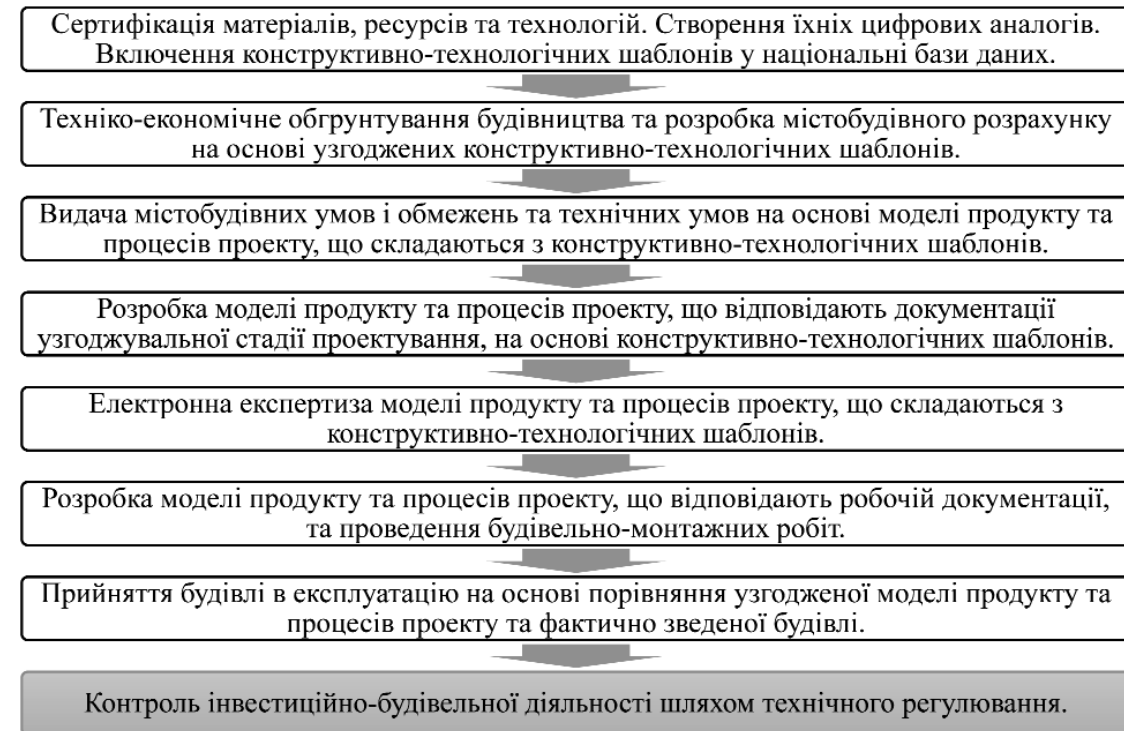


Рис. 5. Запровадження концепції "конструктивно-технологічний шаблон в будівництві" в технічному регулюванні у сфері містобудування

передумовою підвищення ефективності державного управління у містобудуванні. Це можливо за рахунок контролю моделей та реального стану на різних етапах інвестиційно-будівельного процесу (рис. 5).

Використання КТШ в технічному регулюванні у сфері містобудування потребує ряду доопрацьованих нормативної бази. Серед них:

Розробка спеціалізованого стандарту щодо створення, структурування, зберігання та поширення конструктивно-технологічних шаблонів, що буде розширенням та актуалізацією вітчизняних рекомендацій з НОПіУ.

Поновлення необхідності розробки та узгодження містобудівного розрахунку у вигляді моделей продукту та процесів інвестиційно-будівельного процесу шляхом коригування Закону України "Про регулювання містобудівної діяльності" та Закону України "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо удосконалення містобудівної діяльності".

Коригування в частині використання конструктивно-технологічних шаблонів "Порядку затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи", "Порядку прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів" та пов'язаних нормативно-правових актів.

ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва" – в частині використання КТШ при організаційно-технологічному проектуванні: розробці проектів організації будівництва, проектів виробництва робіт в складі комплексних моделей продукту та процесів проекту; заміни традиційних технологічних карт та регламентів на їхні розширені аналоги – КТШ.

ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 "Правила визначення вартості будівництва" – в частині можливості використання КТШ для прямих витрат.

ДСТУ-Н Б Д.1.1-6:2013 "Настанова щодо розроблення ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи" та серія ДСТУ Б Д. . . : 20\_\_ "Ресурсні елементні кошторисні норми" – в частині витрат ресурсів на нові та традиційні технології.

ДК 018-2000 "Державний класифікатор будівель та споруд", ДБН А.2.2-3-2014 "Склад та зміст проектної документації на будівництво" та ДСТУ Б А.2.4-4:2009 "Основні вимоги до проектної та робочої документації" – в частині структурування будівельних інформаційних моделей, що складаються з КТШ.

ДК 021:2015 "Єдиний закупівельний словник" – в частині деталізації матеріальних ресурсів, що є складовою КТШ.

Та інші нормативно-правові акти за необхідності.

Економічний та технічний ефект для державних органів може досягатися за рахунок контролю інвестиційно-будівельної діяльності – через контроль версій КТШ на етапах:

– сертифікації матеріалів, технологій та устаткування для включення в національні бази даних КТШ;

– видачі містобудівних умов і обмежень (-МУіО) та технічних умов;

– електронної експертизи (в тому числі, із використанням автоматизованих інструментів визначення колізій: просторових, технологічних, фінансових тощо);

– прийняття будівлі в експлуатацію (шляхом порівняння КТШ та фактично зведеної будівлі).

При цьому показниками ефективності є наступні:

– Прямі показники: відсоток взаємної відповідності версій КТШ, пришвидшення обороту капіталу.

– Опосередковані показники: зниження вартості будівництва, експлуатаційних витрат, вартості життєвого циклу; підвищення рентабельності будівельної галузі, енергоефективність, показники вимог до споруд, індекс задоволеності споживачів.

#### Висновки:

1. Аналіз інформаційних джерел показав, що існує ряд резервів підвищення ефективності будівництва в Україні: наукова організація праці і управління, системний та процесний підходи, управління проектами, інжиніринг, ВІМ (будівельне інформаційне моделювання), виробниче та фінансове моделювання. Для їхнього спільного використання актуальною є розробка концепції "конструктивно-технологічний шаблон у будівництві".

2. Розроблена концепція "конструктивно-технологічний шаблон в будівництві" вперше дозволяє підвищувати ефективність будівництва за багатьма напрямками (комерційним, управлінським, архітектурно-конструктивним, технологічним, експлуатаційним); змінює принципи державного управління в сфері містобудування в цілому та інженера-консультанта зокрема.

3. Взаємодія зацікавлених сторін через моделі продукту та процесів інвестиційно-будівельних проектів дозволяє формалізувати діяльність інженера-консультанта та налагодити контроль будівництва з боку державних органів.

4. Розроблені рекомендації змінюють підхід до технічного регулювання у будівництві шляхом створення національних баз даних будівельної продукції (сукупності матеріалів, ресурсів, технологій) та модернізації підходу до архітектурно-конструктивного та організаційно-технологічного проектування.

#### Література

1. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* – Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2017. – 762 с.
2. He Q. Mapping the managerial areas of Building Information Modeling (BIM) using scientometric analysis / Qinghua He, Ge Wang, Lan Luo, Qian Shi, Jianxun Xie, Xianhai Meng // *International Journal of Project Management*. – 2017. – Vol. 35, Is. 4. – P. 670-685. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.08.001>.
3. Волков А. Как не стать осликом Иа, или как ВІМ может наладить стройку [Електронний ресурс] / Александр Волков // *Электронный журнал http://isicad.ru/ Ваше окно в мир САПР*. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=17182](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17182).
4. Ерёмин И. В. *Научная организация труда и управления в строительстве* / Иван Васильевич Ерёмин. – Москва: Высшая школа, 1970. – 260 с.

5. Кононенко И.В. Формирование обобщенного свода знаний по управлению проектами / Игорь Владимирович Кононенко, Ахмад Агаи // *Управління розвитком складних систем.* — 2016. — № 27. — С. 44 — 53.
6. Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання. Частина 1. Концепції та принципи (ідентичний міжнародному стандарту ISO 19650-1:2018) : ДСТУ ISO 19650-1:20 \_\_\_\_\_. — [Не затверджений]. — Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2020. — 76 с.
7. Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання. Частина 2. Етап будівництва (ідентичний міжнародному стандарту ISO 19650-2:2018) : ДСТУ ISO 19650-2:20 \_\_\_\_\_. — [Не затверджений]. — Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2020. — 64 с.
8. Про архітектурну діяльність : Закон України від 20.05.1999 № 687-XIV Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, № 31, ст.246. — Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-14>.
9. Професія інженера-консультанта / [І. В. Вахович, О. О. Молодід, Л. В. Терещенко та ін.]. // *Будівельне виробництво.* — 2017. — №63. — С. 16-20. — Режим доступу до ресурсу: <https://ndibv-building.com.ua/index.php/Building/issue/view/8/PDF4>.
10. Скрипко Л. Е. Процессный подход в управлении качеством : учебное пособие / Лариса Евгеньевна Скрипко. — СПб: Издательство СПбГУЭФ, 2011. — 105 с. Режим доступу до ресурсу: <http://slushnikova.ru/wp-content/uploads/2012/10/L.E.-Protsessnyjpodhod-v-upravlenii-kachestvom.pdf>.
11. Управління задля досягнення сталого успіху організації. Підхід на основі управління якістю (ISO 9004:2009, IDT) : ДСТУ ISO 9004:2012. — [Чинний від 2012-11-28]. — Київ : Мінекономрозвитку України, 2013. — 45 с.
12. Хміль Ф. І. Огляд інформаційно-програмного забезпечення праці менеджера / Ф. І. Хміль, М. І. Пleshа // *Вісник Львівської комерційної академії. Серія економічна.* — 2013. — Вип. 40. — С. 124-134. — Режим доступу до ресурсу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlca\\_ekon\\_2013\\_40\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlca_ekon_2013_40_17).

#### References

1. Project Management Institute, Inc. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (p. 762).
2. He, Q., Wang, G., Luo, L., Shi, Q., Xie, J., & Meng, X. (2017). Mapping the managerial areas of Building Information Modeling (BIM) using scientometric analysis. *International Journal Of Project Management*, 35(4), 670-685. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.08.001>
3. Volkov, A. (2014). How not to become an Eeyore donkey, or how BIM can establish a construction site. *Electronic magazine* <http://isicad.ru/> Your window to the world of CAD. Retrieved 6 October 2020, from [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=17182](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17182).
4. Eremin, I. (1970). *Scientific organization of labor and management in construction* (p. 260). *Vysshaja shkola*.
5. Kononenko, I., & Agai, A. (2016). Formation of a generalized body of knowledge on project management. *Management Of The Development Of Folding Systems*, 27, 44-53. Retrieved 6 October 2020, from.
6. GE "UkrNDNC". DSTU ISO 19650-1: 20 \_\_\_\_\_. *Organization and digitization of information on buildings and structures, including building information modeling (BIM). Information management using building information modeling. Part 1. Concepts and principles (identical to the international standard ISO 19650-1: 2018)* (p. 76). Kyiv.
7. GE "UkrNDNC". DSTU ISO 19650-2:20 \_\_\_\_\_. *Organization and digitization of information on buildings and structures, including building information modeling (BIM). Information management using building information modeling. Part 2. Construction stage (identical to the international standard ISO 19650-2:2018)* (p. 64). Kyiv: GE "UkrNDNC."
8. Verkhovna Rada of Ukraine. (1999). *On architectural activity: Law of Ukraine of 20.05.1999 № 687-XIV*. Kyiv: Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VRU).
9. Vakhovych, I., Molodid, O., & Tereshchenko, L. (2017). The profession of consulting engineer. *Construction Production*, 63, 16-20. Retrieved 6 October 2020, from <https://ndibv-building.com.ua/index.php/Building/issue/view/8/PDF4>.
10. Skripko, L. (2011). *Process approach in quality management: a textbook* (p. 105). Izdatel'stvo SPbGUJeF.
11. Ministry of Economic Development of Ukraine. (2013). DSTU ISO 9004. *Management to achieve sustainable success of the organization. Quality management approach (ISO 9004: 2009, IDT)* (p. 45). Kyiv: Ministry of Economic Development of Ukraine.
12. Khmil, F., & Plesha, M. (2013). Review of information and software of the manager's work. *Visnik Lviv's'koї Komeracijnoї Akademii. Serija Ekonomichna*, 40, 124-134. Retrieved 6 October 2020, from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlca\\_ekon\\_2013\\_40\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlca_ekon_2013_40_17).

**А.И. Менейлюк**, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой Технологии строительного производства Одесской государственной академии строительства и архитектуры, г. Одесса;

**А.Л. Никифоров**, к. т. н., ассистент кафедры Технологии строительного производства Одесской государственной академии строительства и архитектуры, г. Одесса

#### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ШАБЛОНОВ

**Аннотация.** В статье сделан анализ резервов оптимизации инвестиционно-строительной деятельности. Разработана концепция "конструктивно-технологический шаблон в строительстве" и исследовано взаимодействие заинтересованных сторон строительного производства при ее использовании. Предложены рекомендации по использованию конструктивно-технологических шаблонов в государственном управлении в сфере строительства. Описаны основные

нормативные документы, требующие изменений, и соответствующие предложения. Установлено, что конструктивно-технологические шаблоны, как информационные блоки моделирования продукта и процессов строительства, могут использоваться при управлении в широком смысле. В том числе, при государственном управлении: при контроле национальных справочников материалов, ресурсов, технологий, оборудования; при градостроительном обосновании; при экспертизе согласительной стадии проектной документации; при сдаче здания в эксплуатацию. Предложено использование КТШ как инструмента государственного шаблонирования и нормирования в строительстве, а также как инструмент внедрения инноваций. Для этого необходимо создавать соответствующие национальные базы данных как силами отдельных специалистов частного сектора строительной отрасли, так и в проектах строительства с государственным финансированием.

**Ключевые слова:** конструктивно-технологический шаблон; государственное управление строительством; инженер-консультант; инжиниринг.

**O. I. Meneilyuk**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Construction Production Technology of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa;

**O. L. Nikiforov**, Candidate of Science (Engineering), Assistant Professor, Department of Construction Production Technology of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa

### IMPROVING THE EFFICIENCY OF PUBLIC ADMINISTRATION OF CONSTRUCTION USING CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL TEMPLATES

**Abstract.** The article analyzes the reserves for optimization of investment and construction activity. The concept of "constructive-technological template in construction" was developed and the interaction of stakeholders of construction production at its use was investigated. Recommendations for the use of constructive-technological templates in public administration in the field of construction were offered. The main normative documents that need to be changed and the corresponding proposals were described.

It was established that constructive-technological templates, as information blocks of construction modeling of product and processes, can be used in management in a broad sense. Especially, at public administration: at control of national directories of materials, resources, technologies, equipment; at townplanning substantiation; during the expertise of the conciliation stage of the project documentation; when putting the building into operation. The use of constructive-technological templates as a tool of national standardization in construction, as well as a tool for innovation was proposed. To do this, it is necessary to create appropriate national databases both by individual specialists of the private sector of the construction industry and in construction projects with state funding.

**Keywords:** constructive-technological template; construction public administration; consulting engineer; engineering.

**П.Є. Григоровський**, д.т.н., с.н.с., Т.в.о. директора ДП "НДІБВ", м. Київ,  
Orcid 0000200032052725890;

**О.В. Мурашова**, заступник завідувача відділу, ДП "НДІБВ", м. Київ,  
Orcid 0000200032499523761

## ОЦІНКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РОБІТ У СКЛАДІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ

**Анотація.** Для оптимізації загальної тривалості нового будівництва необхідно оцінити вплив моніторингу прилеглої до нього ущільненої забудови на тривалість виконання будівельних процесів. Існуючі норми, якими користуються на практиці, для визначення трудовитрат на вимірювальні роботи не охоплюють всі їх різновиди та особливості, що можуть бути використані у складі моніторингу забудови та території, прилеглих до нового будівництва.

Врахувати вплив таких факторів, на думку авторів, можливо за рахунок аналізу окремих елементарних прийомів у їх складі та оцінки індивідуальної специфіки впливу на них наявних факторів. В статті розглянуто робочі прийоми підготовчого (установочного) циклу та поточного (робочого) циклу для підсистем моніторингу з визначення контрольованого фактору деформації (тріщиноутворення) та деформації (просідання і крени) та проаналізовано елементарні операції у складі робіт з моніторингу та визначено тривалість і трудомісткість вимірювань параметрів технічного стану будівель (споруд) прилеглої забудови.

**Ключові слова:** ущільнена забудова; вплив нового будівництва; інструментальний моніторинг; тривалість будівництва; нове будівництво; мікроелементи.

**Вступ.** Для оптимізації загальної тривалості нового будівництва необхідно оцінити вплив моніторингу прилеглої до нього ущільненої забудови на тривалість виконання будівельних процесів. Розрахункові трудовитрати вимірювальних робіт згідно [1] визначають на основі: нормативів витрат праці на їх виконання та додаткових витрат, пов'язаних з експлуатацією вимірювальних систем (кошторисна трудомісткість); планових норм, з урахуванням організаційно-технічних заходів щодо зниження кошторисної трудомісткості вимірювальних робіт (планова трудомісткість). Кошторисні трудовитрати вимірювальних робіт визначають для середніх умов виконання вимірювань, а планові й фактичні трудовитрати враховують конкретні умови їх виконання.

**Постановка проблеми.** Існуючі норми, якими користуються на практиці, для визначення трудовитрат на вимірювальні роботи не охоплюють всі їх різновиди та особливості, що можуть бути використані у складі моніторингу забудови та території, прилеглих до нового будівництва [2--5]. Вони не враховують специфіки трудовитрат вимірювальних робіт у складі будівельних процесів нового будівництва, та різновидів моніторингу прилеглої та ущільненої забудови. Наявні нормативи не системні та не враховують взаємовпливу основних і вимірювальних операцій. Не можливо також врахувати вплив природних, техногенних, організаційних, технологічних факторів на трудовитрати моніторингу та вимірювальних робіт. Врахувати вплив таких факторів, на нашу думку, можливо за рахунок аналізу окремих елементарних прийомів у їх складі та оцінки індивідуальної специфіки впливу на них наявних факторів. Аналізувати окремі елементарні прийоми вимірювальних робіт та оцінювати індивідуальну специфіку впливу на них різноманіття факторів можливо за використанням методів нормування трудових процесів [6].

Відомі такі методи нормування [7, 8, 10]: сумар-

ний дослідно-статистичний, розрахунково-аналітичний, укрупнений та мікроелементний.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Розглянемо можливість застосування способу мікроелементного нормування трудових процесів для розрахунку витрат часу на прикладі виконання робіт з моніторингу при нерівномірних деформаціях основи будівель та споруд. Обґрунтування витрат часу на виконання операцій моніторингу виконаємо шляхом поділу процесу на елементарні мікроелементи та проведення їх хронометражу [9]. Поділивши витрати часу на мікроелементи трудових процесів можливо скоротити кількість спостережень з хронометражу, оскільки кількість мікроелементів завжди менша за кількість їх можливих комбінацій.

Тривалість та трудомісткість операцій залежить від факторів, які розділяють за принципом їх впливу на: комплексні процеси та їх елементи, що виникають протягом всього етапу спостережень; прості процеси та роботи одного циклу; групи прийомів; окремі прийоми. Сума витрат часу при використанні  $j$ -го виду засобу вимірювання протягом одного циклу ( $T_{цкq}$ ) можна визначити, проаналізувавши технологію застосування вимірювальної системи, тривалість виконання мікроелементів трудових процесів, виконавши хронометраж прийомів, які не були прохронометровані раніше, а також використовуючи коефіцієнти переходу, що відображають вплив множини факторів на тривалість робіт:

$$T_{цкq} = \sum_{j=1}^{J=q} (\sum_{i=1}^{i=n} X_i t_m) X_j \quad (1)$$

$$Q_{цкq} = \mathcal{C}_{звq} T_{цкq}, \quad (2)$$

де  $X_i$ ,  $X_j$  – коефіцієнти, що характеризують вплив факторів на тривалість, відповідно, прийомів та груп прийомів;  $\mathcal{C}_{звq}$  – склад (чисельність) ланки, що експлуатує  $q$ -ий прилад;  $t_m$  – нормативне значення тривалості мікроелементів трудових процесів.

Суму витрат часу при використанні  $j$ -го виду засобу вимірювання протягом всього етапу спостережень ( $T_{ec\ q}$ ) можливо визначити з врахуванням періодичності виконання циклів вимірювань, проаналізувавши організацію та технологію застосування системи моніторингу на об'єкті протягом всього етапу спостережень, з врахуванням попередньо визначених тривалості виконання мікроелементів трудових процесів, виконавши хронометраж прийомів, які не були прохронометровані раніше, а також використовуючи коефіцієнти переходу  $X_c$ , що відображають вплив множини факторів на періодичність та тривалість робіт комплексного процесу та їх елементи, що виникають протягом всього етапу спостережень у складі життєвого циклу будівель, що експлуатуються:

$$T_{ec\ q} = \left[ \sum_{j=1}^{j=q} \left( \sum_{i=1}^{i=n} X_i t_m \right) X_j \right] X_c \quad (3)$$

Тривалість прийомів при найсприятливіших умовах хронометражу коливається і не залежать від працівника. Тому чим більше вимірів, тим точніше і більш обґрунтовано визначають середню величину  $t_m$  розрах. Число вимірів залежить від тривалості прийомів, рівня організації, тощо.

При розробці залежностей для розрахунку використовують систему коефіцієнтів, що визначає вплив множини факторів на тривалість робіт і, в загальному вигляді, характеризує наступні організаційно-технологічні умови:

– об'єктні, або довготривалі-функціональні коефіцієнти характеризують кількість (частоту / періодичність) циклів вимірювань за період спостережень, з врахуванням особливостей етапів життєвого циклу, як новобудови, так і прилеглої забудови;

– організаційні коефіцієнти, в загальному вигляді, характеризують особливості організації виконання вимірювань у складі основних організаційно-технологічних процесів відповідного етапу життєвого циклу будівлі, у тому числі швидкість зведення новобудови, від чого залежить періодичність циклів моніторингу;

– технологічні коефіцієнти, в загальному вигляді, характеризують особливості технології виконання вимірювань у складі основних технологічних процесів відповідного етапу життєвого циклу будівлі, з врахуванням методичних, метрологічних вимог та точності вимірювань;

– природні коефіцієнти, що визначаються температурою, вологістю, вітровим навантаженням, сейсмічним навантаженням, тощо, які впливають на види, обсяг та трудовитрати вимірювань;

– техногенні коефіцієнти характеризують вплив техногенних навантажень на об'єкт, як новобудови, так і прилеглої забудови, такі, як вібрації, підтоплення, шум, освітлення, інші впливи техногенного характеру.

Тривалість визначають, враховуючи технологію вимірювання за допомогою основних факторів (змінні  $A_i$  та функціональні  $a_j$  коефіцієнти), додаткових факторів (фіксує  $C_j$  коефіцієнти), а також використовуючи допоміжні коефіцієнти (анулюючі  $\xi_j$  та постійні  $b_j$ ), довготривалі-функціональні коефіцієнти  $B_j$ .

Змінні коефіцієнти характеризують значення основного фактору, в якості якого прийнятий об'єм робіт циклу, тобто кількість контрольованих точок.

Цей фактор впливає на тривалість циклу робіт. Деякі вимірювальні операції виконують методом послідовного наближення до моменту досягнення необхідної точності, що характеризується фіксує  $C_j$ , який відображає кількість повторів груп прийомів. Функціональні коефіцієнти  $a_j$  характеризують різницю тривалості робіт різними вимірювальними приладами та системами, що виконують в конкретних умовах, від їх тривалості робіт в нормальних умовах. Для того, щоб зменшити кількість розрахункових формул, приймають анулюючі коефіцієнти, які вводять або виключають з розрахунку тривалості відповідних прийомів. Постійні коефіцієнти, що позначені  $b_j$ , характеризують доступність точок спостережень для зняття з них відліку, що діють протягом усього періоду моніторингу.

Розкриємо фізичний зміст коефіцієнтів, що використовують в розрахункових залежностях.

#### 1. Змінні коефіцієнти

$A_1$  – кількість контрольованих точок, або точок встановлення приладу для реєстрації величини параметру за період спостережень;

$A_2$  – кількість точок встановлення приладів при розгортанні та експлуатації підсистеми вимірювання;

$A_3$  – кількість вихідних точок розмічувальної мережі;

$A_4$  – кількість прилеглих будинків, на яких розміщені точки встановлення приладу для реєстрації величини параметру;

#### 2. Фіксує коефіцієнти

$C_1$  – значення кількості наближень для досягнення точності приладу (підбір щупів, заміна лупи мікроскопа);

$C_2$  – значення кількості наближень для наведення (встановлення) приладу на точку.

#### 3. Функціональні коефіцієнти

$a_1$  – різниця тривалості включення конкретної марки приладу від середнього значення;

$a_2$  – різниця тривалості взяття відліку в конкретних і нормальних умовах видимості;

$a_3$  – різниця тривалості приведення приладу в робочий стан при нестационарному на кронштейні та стационарному способах його встановлення;

$a_4$  – різниця тривалості приведення приладу в робочий стан при його встановленні на конкретну та довільну точку;

$a_5$  – різниця тривалості приведення приладу в робочий стан при його встановленні на штатив та стационарно.

#### 4. Анулюючі коефіцієнти

$$\xi_1 = \begin{cases} 1 - \text{облаштування точок спостережень без мережі поєднання;} \\ 0 - \text{те ж саме, з мережею поєднання;} \end{cases}$$

$$\xi_2 = \begin{cases} 1 - \text{організація пункту централізованого отримання та обробки даних;} \\ 0 - \text{без організації пункту централізованого отримання та обробки даних;} \end{cases}$$

$$\xi_3 = \begin{cases} 1 - \text{запис даних в журнал реєстрації;} \\ 0 - \text{зняття відліку з датчиків за допомогою зчитувального пристрою;} \end{cases}$$

$$\xi_4 = \begin{cases} 1 - \text{встановлення приладів нівелювання на штатив;} \\ 0 - \text{те ж саме, на кронштейн і стационарно;} \end{cases}$$

$$\xi_5 = \begin{cases} 1 - \text{при доступності точок спостережень для зняття з них відліку без використання додаткових засобів підмоцвання;} \\ 0 - \text{те ж саме, з використанням додаткових засобів @підмоцвання;} \end{cases}$$

5. Постійні коефіцієнти

$b_1$  — при доступності точок спостережень для зняття з них відліку без використання додаткових засобів підмоцвання;

$b_2$  — те ж саме, з використанням засобів підмоцвання — драбина

$b_3$  — те ж саме, з використанням засобів підмоцвання — люлька

$b_4$  — те ж саме, з використанням засобів підмоцвання — пересувні риштування

$b_i$  — те ж саме, з використанням засобів підмоцвання — інші засоби.

6. Довготривалі, об'єктні коефіцієнти

$B_1$  — кількість (частота/періодичність) циклів вимірювань за період спостережень

$B_2$  — зміна кількості (частота/періодичність) циклів вимірювань за період спостережень

Роботи моніторингу складаються з двох етапів (циклів) — підготовчого (установочного) циклу та поточного (робочого) циклу. Робочі прийоми у складі підготовчих робіт з монтажу системи моніторингу прилеглої забудови та роботи робочого циклу наведені в табл. 1-4, на підставі яких можна виділити технологічні операції (трудоі процеси) підготовчих

робіт (роботи нульового циклу) та поточних робіт (робочого циклу) моніторингу, що повторюються. Розглянемо їх склад цих робіт та технологічних операцій (трудоіх процесів) для підсистем моніторингу з визначення контрольованого фактору деформації (тріщиноутворення) та деформації (просідання і крени). Для зручності аналізу трудоіх процесів запишемо їх елементарні прийоми у табличній формі для кожної підсистеми моніторингу прилеглої забудови.

Склад підготовчих робіт (робочі прийоми) з монтажу системи моніторингу прилеглої забудови на прикладі варіантів підсистеми визначення деформації (тріщиноутворення) наведено в табл. 1. Використовуючи умовні позначення тривалості елементарних прийомів, що наведені в табл. 1, тривалість підготовчих робіт з влаштування підсистем моніторингу можливо записати у вигляді рівнянь для кожного варіанту підсистеми визначення деформації (тріщиноутворення):

$$\begin{aligned} T_{\text{птт1}} &= t_{\text{руп}} + t_{\text{скд}} + t_{\text{вмс}} + (t_{\text{в}} + t_{\text{пер}}) \cdot n + t_{\text{вв}} \\ T_{\text{птт2}} &= t_{\text{руп}} + t_{\text{скд}} + t_{\text{вмс}} + (t_{\text{в}} + t_{\text{пер}}) \cdot n + t_{\text{вв}} \\ T_{\text{птт3}} &= t_{\text{руп}} + t_{\text{скд}} + t_{\text{вмс}} + (t_{\text{в}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{мм}}) \cdot n + t_{\text{вв}} \\ T_{\text{птт3}} &= t_{\text{руп}} + t_{\text{скд}} + t_{\text{вмс}} + (t_{\text{в}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{мм}}) \cdot n + t_{\text{опд}} + t_{\text{вв}} \end{aligned} \quad (4)$$

де  $T_{\text{птт1}}$  — тривалість підготовчих робіт з влаштування системи моніторингу з маяків,  $T_{\text{птт2}}$  — тривалість підготовчих робіт з влаштування системи моніторингу з датчиків годинникового типу,  $T_{\text{птт3}}$  — тривалість підготовчих робіт з влаштування системи

Табл. 1. Склад підготовчих робіт (робочі прийоми) з монтажу системи моніторингу прилеглої забудови на прикладі варіантів підсистеми визначення деформації (тріщиноутворення)

| № роб. прийому | Склад робіт для варіантів підсистеми моніторингу прилеглої забудови |   |   |   | Тривалість       |
|----------------|---|---|---|---|------------------|
|                | Варіант 1<br>Маяки, щупи  | Варіант 2<br>Датчики часового типу                  | Варіант 3<br>Тензодатчики                           | Варіант 4<br>Автоматизована (дистанційна) система               |                  |
| 1              | Розробка та узгодження програми                                     | Розробка та узгодження програми                     | Розробка та узгодження програми                     | Розробка та узгодження програми                                 | $t_{\text{руп}}$ |
| 2              | Складання карти дефектів  | Складання карти дефектів                            | Складання карти дефектів                            | Складання карти дефектів  | $t_{\text{скд}}$ |
| 3              | визначення методу спостереження                                     | визначення методу спостереження                     | визначення методу спостереження                     | визначення методу спостереження                                 | $t_{\text{вмс}}$ |
| 4              | встановлення маяків із розчину                                      | встановлення датчиків                               | встановлення датчиків                               | встановлення датчиків   | $t_{\text{в}}$   |
| 5              | перехід між точками в процесі встановлення маяків                   | перехід між точками в процесі встановлення датчиків | перехід між точками в процесі встановлення датчиків | перехід між точками в процесі встановлення датчиків             | $t_{\text{пер}}$ |
| 5а             | -   | -   | монтаж елементів електро-живлення                   | монтаж мережі поєднання датчиків                                | $t_{\text{мм}}$  |
| 5б             | -   | -   | -   | організація пункту центра-лізованого отримання та обробки даних | $t_{\text{опд}}$ |
| 6              | складання вихідної відомості маяків                                 | складання вихідної відомості датчиків               | складання вихідної відомості датчиків               | складання вихідної відомості датчиків                           | $t_{\text{вв}}$  |



Табл. 2. Склад підготовчих робіт (робочі прийоми) з монтажу системи моніторингу прилеглої забудови на прикладі варіантів підсистеми визначення деформації (просідань і кренів)

| № роб. прийому | Склад робіт для варіантів підсистеми моніторингу прилеглої забудови                         |   |   |  | Тривалість         |
|----------------|---|---|---|--|--------------------|
|                | Варіант 1<br>Нівелір  | Варіант 2<br>Гідронівелір<br>стаціонарний   | Варіант 3<br>Тахеометр  | Варіант 4<br>Автоматизована<br>(дистанційна)<br>система                                    |                    |
| 1              | Розробка та узгодження програми   | Розробка та узгодження програми   | Розробка та узгодження програми   | Розробка та узгодження програми  | $t_{\text{груп}}$  |
| 2              | рекогносцировка об'єкту перед початком вимірювань   | рекогносцировка об'єкту перед початком вимірювань   | рекогносцировка об'єкту перед початком вимірювань   | рекогносцировка об'єкту перед початком вимірювань  | $t_p$              |
| 3              | вибір конструкції, місця розташування і влаштування вихідних реперів, деформаційних марок   | вибір конструкції, місця розташування і влаштування вихідних реперів та марок із спеціальним кріпленням | вибір конструкції, місця розташування і влаштування вихідних реперів, деформаційних марок   | вибір конструкції, місця розташування і влаштування вихідних реперів, деформаційних марок  | $t_{\text{врм}}$   |
| 4              | проектування нівелірного ходу   | -   | проектування ходу (проектування лінійно-кутової мережі для визначення планових деформацій)  | -  | $t_{\text{пх}}$    |
| 4а             | закріплення перехідних точок ходу   | -   | закріплення перехідних точок ходу   | -  | $t_{\text{закр}}$  |
| 5              | встановлення обладнання на контрольних точках   | встановлення та закріплення обладнання (водомірних склянок та трубок) на контрольних точках             | встановлення обладнання (устаткування) на контрольних точках                                | встановлення устаткування  | $t_{\text{укт}}$   |
| 5а             | -   | -   | -   | монтаж мережі поєднання  | $t_{\text{мм}}$    |
| 5б             | перехід між точками в процесі встановлення  | перехід між точками в процесі встановлення  | перехід між точками в процесі встановлення  | перехід між точками в процесі встановлення   | $t_{\text{пер}}$   |
| 5в             | -   | -   | -   | організація пункту централізованого отримання та обробки даних                             | $t_{\text{опд}}$   |
| 6              | виконання інструментальних вимірювань для визначення деформацій конструкцій нульового циклу | фіксування положення рівня води на марках нульового циклу   | виконання інструментальних вимірювань для визначення деформацій конструкцій нульового циклу | виконання автоматизованих вимірювань для визначення деформацій конструкцій нульового циклу | $t_{\text{вимір}}$ |
| 7              | перехід між точками в процесі вимірювань  | перехід між точками в процесі вимірювань  | перехід між точками в процесі вимірювань  |  | $t_{\text{пер.в}}$ |
| 8              | складання вихідної відомості  | складання вихідної відомості  | складання вихідної відомості  | складання вихідної відомості   | $t_{\text{вв}}$    |

моніторингу з тензодатчиків,  $T_{\text{птг4}}$  – тривалість підготовчих робіт з монтажу автоматизованої системи моніторингу,  $n$  – кількість точок.

Склад підготовчих робіт (робочі прийоми) з монтажу системи моніторингу прилеглої забудови

на прикладі варіантів підсистеми визначення деформації (просідань і кренів) та умовні позначення тривалості елементарних прийомів наведено в табл. 2. Тривалість підготовчих робіт з влаштування підсистем моніторингу для цього випадку можливо записати

Табл. 3. Склад поточних робіт (робочі прийоми) моніторингу прилеглої забудови на прикладі варіантів підсистеми визначення деформації (тріщиноутворення)

| № роб. прийому | Склад робіт для варіантів підсистеми моніторингу прилеглої забудови |  |   |  | Тривалість            |
|----------------|---|--|---|--|-----------------------|
|                | Варіант 1<br>Маяки, щупи  | Варіант 2<br>Датчики часового типу           | Варіант 3<br>Тензодатчики                                     | Варіант 4<br>Автоматизована (дистанційна) система                        |                       |
| 1              | Технічний огляд   | Технічний огляд                              | Технічний огляд датчиків та мережі                            | -  | t <sub>тех.огл.</sub> |
| 2              | зняття відліку з маяків   | зняття відліку з датчиків                    | зняття відліку з датчиків за допомогою зчитувального пристрою | -  | t <sub>зв</sub>       |
| 3              | перехід між точками в процесі зняття відліку з маяків               | перехід між точками в процесі зняття відліку | перехід між точками в процесі зняття відліку                  | -  | t <sub>пер</sub>      |
| 4              | запис даних в журнал реєстрації                                     | запис даних в журнал реєстрації              |   | -  | t <sub>запис</sub>    |
| 4а             |   |  | передача даних на ПК  | -  | t <sub>передача</sub> |
| 5              | обробка результатів моніторингу                                     | обробка результатів моніторингу              | обробка результатів моніторингу                               | -  | t <sub>об.резул</sub> |
| 6              | складання графіків переміщень                                       | складання графіків переміщень                | складання графіків переміщень                                 | -  | t <sub>скл.граф</sub> |
| 7              | аналіз результатів моніторингу                                      | аналіз результатів моніторингу               | аналіз результатів моніторингу                                | аналіз результатів моніторингу та графіків переміщень по датчикам в часі | t <sub>аналіз</sub>   |

ти у вигляді рівнянь для кожного варіанту підсистеми визначення деформації (просідань і кренів):

$$\begin{aligned}
 T_{пдд1} &= t_{руп} + t_p + (t_{врм} + t_{нх} + t_{пер} + t_{закр} + t_{укт} + t_{вимір} + t_{пер.в}) \cdot n + t_{вв} \\
 T_{пдд2} &= t_{руп} + t_p + (t_{врм} + t_{пер} + t_{укт} + t_{вимір} + t_{пер.в}) \cdot n + t_{вв} \\
 T_{пдд3} &= t_{руп} + t_p + (t_{врм} + t_{нх} + t_{пер} + t_{закр} + t_{укт} + t_{вимір} + t_{пер.в}) \cdot n + t_{вв} \\
 T_{пдд4} &= t_{руп} + t_p + (t_{врм} + t_{укт} + t_{пер} + t_{мм}) \cdot n + t_{вимір} + t_{опд} + t_{вв}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

де T<sub>пдд1</sub> – тривалість підготовчих робіт з влаштування системи моніторингу нівеліром, T<sub>пдд2</sub> – тривалість підготовчих робіт з влаштування системи моніторингу гідронівеліром стаціонарним, T<sub>пдд3</sub> – тривалість підготовчих робіт з влаштування системи моніторингу тахеометром, T<sub>пдд4</sub> – тривалість підготовчих робіт з монтажу автоматизованої системи моніторингу, n – кількість точок спостереження.

Склад поточних робіт (робочі прийоми) моніторингу прилеглої забудови на прикладі варіантів підсистеми визначення деформації (тріщиноутворення) та умовні позначення тривалості елементарних прийомів наведено в табл. 3. Тривалість поточних робіт підсистем моніторингу можливо записати у вигляді рівнянь для кожного варіанту підсистеми визначення деформації (тріщиноутворення):

$$T_{прт1} = (t_{тех.огл.} + t_{зв} + t_{пер} + t_{запис}) \cdot n + t_{об.резул} + t_{скл.граф} + t_{аналіз}$$

$$\begin{aligned}
 T_{прт2} &= (t_{тех.огл.} + t_{зв} + t_{пер} + t_{запис}) \cdot n + t_{об.резул} + t_{скл.граф} + t_{аналіз} \\
 T_{прт3} &= (t_{тех.огл.} + t_{зв} + t_{пер}) \cdot n + t_{передача} + t_{об.резул} + t_{скл.граф} + t_{аналіз} \\
 T_{прт4} &= t_{аналіз}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

де T<sub>прт1</sub> – тривалість поточних робіт системи моніторингу з маяків, T<sub>прт2</sub> – тривалість поточних робіт системи моніторингу з датчиків годинникового типу, T<sub>прт3</sub> – тривалість поточних робіт системи моніторингу з тензодатчиків, T<sub>прт4</sub> – тривалість поточних робіт автоматизованої системи моніторингу, n – кількість точок.

Склад поточних робіт (робочі прийоми) моніторингу прилеглої забудови на прикладі варіантів підсистеми визначення деформації (просідань і кренів) та умовні позначення тривалості елементарних прийомів наведено в табл. 4. Тривалість поточних робіт підсистем моніторингу можливо записати у вигляді рівнянь для кожного варіанту підсистеми визначення деформації (просідань і кренів):

$$\begin{aligned}
 T_{прд1} &= (t_{тех.огл.} + t_{уш} + t_{центр} + t_{закр} + t_{вимір} + t_{запис} + t_{пер}) \cdot n + t_{об.резул} + t_{скл.граф} + t_{аналіз} \\
 T_{прд2} &= (t_{тех.огл.} + t_{вимір} + t_{запис} + t_{пер}) \cdot n + t_{об.резул} + t_{скл.граф} + t_{аналіз} \\
 T_{прд3} &= (t_{тех.огл.} + t_{уш} + t_{центр} + t_{закр} + t_{вимір} + t_{пер}) \cdot n + t_{передача} + t_{об.резул} + t_{скл.граф} + t_{аналіз} \\
 T_{прд4} &= t_{аналіз}
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

де T<sub>прд1</sub> – тривалість поточних робіт системи моніторингу нівеліром, T<sub>прд2</sub> – тривалість поточних

Табл. 4. Склад поточних робіт (робочі прийоми) моніторингу прилеглої забудови на прикладі варіантів підсистеми визначення деформації (просідань і кренів)

| № роб. прийому | Склад робіт для варіантів підсистеми моніторингу прилеглої забудови  |  |  |  | Тривалість            |
|----------------|--|--|--|--|-----------------------|
|                | Варіант 1<br>Нівелір   | Варіант 2<br>Гідронівелір стаціонарний                                       | Варіант 3<br>Тахеометр   | Варіант 4<br>Автоматизована (дистанційна) система                  |                       |
| 1              | технічний огляд деформаційних марок перед кожним циклом спостережень | технічний огляд марок та водомірних склянок перед кожним циклом спостережень | технічний огляд деформаційних марок перед кожним циклом спостережень | -  | $t_{\text{тех.огл.}}$ |
| 2              | установка штатива  | -  | установка штатива  | -  | $t_{\text{уш}}$       |
| 3              | установка циліндричного рівня, вивірка                               | -  | центрування та вивірка   | -  | $t_{\text{центр}}$    |
| 4              | закріплення інструменту  | -  | закріплення інструменту  | -  | $t_{\text{закр}}$     |
| 5              | взяття відліку по рейці  | фіксування по відліковим пристосуванням положення рівня води на марках       | виконання вимірювань для визначення деформацій конструкцій           | -  | $t_{\text{вимір}}$    |
| 6              | запис даних в журнал реєстрації                                      | запис даних в журнал реєстрації  | -  | -  | $t_{\text{запис}}$    |
| 7              | перехід між точками в процесі зняття відліку                         | перехід між точками в процесі зняття відліку                                 | перехід між точками в процесі зняття відліку                         | -  | $t_{\text{пер}}$      |
| 8              | -  | -  | передача інформації на ПК  | -  | $t_{\text{передача}}$ |
| 9              | обробка результатів моніторингу                                      | обробка результатів моніторингу  | обробка результатів моніторингу                                      | -  | $t_{\text{об.резул}}$ |
| 10             | складання графіків переміщень марок в часі                           | складання графіків переміщень марок в часі                                   | складання графіків переміщень марок в часі                           | -  | $t_{\text{скл.граф}}$ |
| 11             | аналіз результатів моніторингу                                       | аналіз результатів моніторингу   | аналіз результатів моніторингу                                       | аналіз результатів моніторингу та графіків переміщень марок в часі | $t_{\text{аналіз}}$   |

робіт системи моніторингу гідронівеліром стаціонарним,  $T_{\text{прг3}}$  – тривалість поточних робіт системи моніторингу тахеометром,  $T_{\text{прг4}}$  – тривалість поточних робіт автоматизованої системи моніторингу,  $n$  – кількість точок спостереження.

Як видно із таблиць 1 – 4, технологічні операції з використанням засобів вимірювання складаються з типових прийомів – мікроелементів трудових процесів. Кількість спостережень з хронометражу можна скоротити, поділивши витрати часу на мікроелементи трудових процесів.

З врахуванням вище наведених коефіцієнтів, формули 4–7 для кожного варіанту підсистеми моніторингу витрати часу на підготовчий та робочий цикли у загальному вигляді можна записати так:

Для трициноутворення:

На підготовчий цикл

$$T_{\text{прг}} = (t_{\text{руп}} + t_{\text{скд}} + t_{\text{вмс}} + (t_{\text{в}} \cdot a_1 \cdot a_4 \cdot a_5 + t_{\text{пер}} + t_{\text{мм}} \cdot \xi_1 + b_i \cdot \xi_5) \cdot A_1 + t_{\text{опд}} \cdot \xi_2 + t_{\text{вв}}) \cdot A_4 \quad (8)$$

На робочий цикл

$$T_{\text{прг}} = ((t_{\text{тех.огл.}} \cdot a_1 \cdot a_2 + t_{\text{зв}} \cdot A_2 \cdot \xi_4 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot C_1 + t_{\text{пер}} \cdot A_2 + t_{\text{запис}} \cdot \xi_3 + b_i \cdot \xi_5) \cdot A_1 \cdot \xi_1 + t_{\text{передача}} + t_{\text{об.резул}} + t_{\text{скл.граф}}) \cdot \xi_2 + t_{\text{аналіз}} \quad (9)$$

Для кренів і просідань:

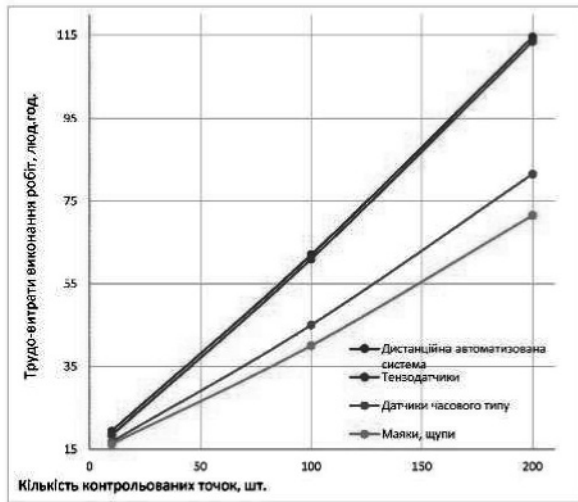
На підготовчий цикл

$$T_{\text{прг}} = (t_{\text{руп}} + t_{\text{р}} \cdot A_3 + (t_{\text{врм}} + t_{\text{нх}} \cdot \xi_4 + t_{\text{пер}} + t_{\text{мм}} \cdot \xi_1 + t_{\text{закр}} \cdot \xi_4 + t_{\text{укт}} + t_{\text{вимір}} + t_{\text{пер.в}} \cdot \xi_2 + b_i \cdot \xi_5) \cdot A_1 \cdot A_2 + t_{\text{опд}} \cdot \xi_2 + t_{\text{вв}}) \cdot A_4 \quad (10)$$

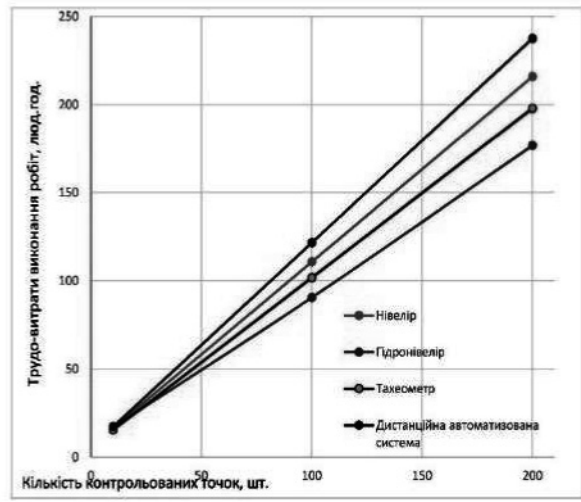
На робочий цикл

$$T_{\text{прг}} = (((t_{\text{тех.огл.}} + t_{\text{уш}} \cdot A_2 \cdot \xi_4 + t_{\text{центр}} \cdot A_2 \cdot \xi_4 + t_{\text{закр}} \cdot A_2 \cdot \xi_4 + t_{\text{вимір}} \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot a_5 \cdot C_1 \cdot C_2 + t_{\text{запис}} \cdot \xi_3 + t_{\text{пер}} \cdot A_2) \cdot A_1 + t_{\text{передача}} \cdot \xi_3 + t_{\text{об.резул}} + t_{\text{скл.граф}}) \cdot \xi_2 + t_{\text{аналіз}}) \cdot A_4 \quad (11)$$

На основі хронометражних спостережень, експертної оцінки та досвіду експлуатації засобів вимірювання (приладів) при виконанні робіт моніторингу підраховані тривалість кожної операції або витрати часу на будь-які інші роботи, визначаючи до

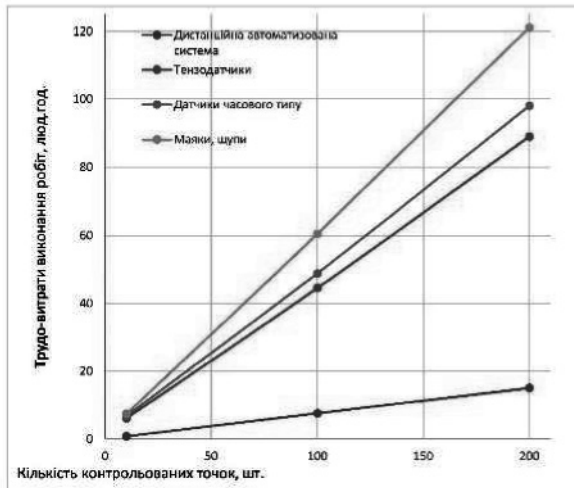


а

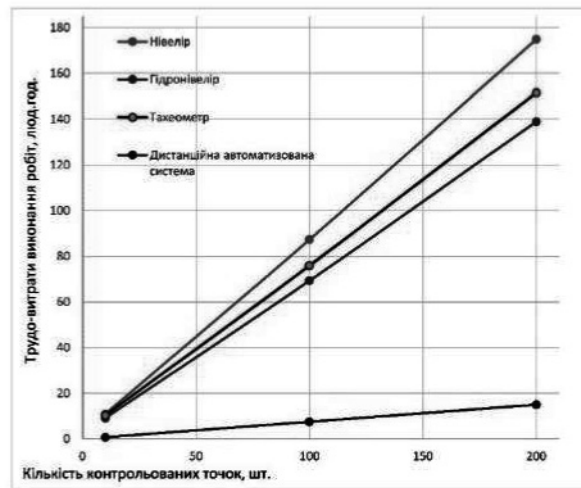


б

Рис. 1. Тривалість робіт підготовчого періоду моніторингу для різних варіантів комплектації системи моніторингу прилеглої забудови: а – для тріщиноутворення; б – для кренів і просідань



а



б

Рис. 2. Тривалість робіт робочого періоду моніторингу для різних варіантів комплектації системи моніторингу прилеглої забудови (на 3 цикли): а – для тріщиноутворення; б – для кренів і просідань

якої категорії відноситься операція.

Результати розрахунку організаційно-технологічних показників для різних варіантів комплектації системи моніторингу прилеглої забудови, виконаного на основі аналізу факторів, що впливають на тривалість робіт циклу, груп прийомів та окремих прийомів, наведено на рис. 1–3.

Аналіз отриманих даних показує, що при невеликій кількості точок спостережень для визначення деформацій раціонально застосовувати наступні системи моніторингу: для тріщиноутворення – маяки (щупи), для кренів і просідань – тахеометр. При великій кількості точок спостережень для визначення деформацій доцільно застосовувати – дистанційну автоматизовану систему моніторингу.

**Висновки.** За результатами досліджень систем моніторингу встановлено елементарні операції у складі робіт з моніторингу та визначено тривалість і трудомісткість вимірювань параметрів технічного стану будівель прилеглої забудови.

Складено рівняння тривалості підготовчих і поточних робіт (визначення просідань і кренів) з використанням різних систем моніторингу (нівелір,

гідронівелір стаціонарний, тахеометр, автоматизована система моніторингу), а також поточних робіт (визначення тріщиноутворення) з використанням різних систем моніторингу (маяки, датчики годинникового типу, тензодатчики, автоматизована система моніторингу).

Складено погодинні графіки вимірювань з використанням систем моніторингу різної комплектації, порівняльний аналіз яких дозволив апроксимувати витрати та визначити їх значення для різної кількості точок спостереження.

Встановлено, що прості системи мають незначну трудомісткість підготовчих робіт та значно більшу трудомісткість кожного циклу вимірювань в період основних робіт на відміну від складних систем. Коли значну трудомісткість підготовчих робіт обумовлено необхідністю стаціонарного встановлення елементів системи, мереж комунікації, блоків зчитування інформації, передачі та систем антивандального захисту, а процес зняття даних та їх обробка в автоматизованому режимі має незначну тривалість та трудомісткість, оскільки виконується майже без участі оператора.

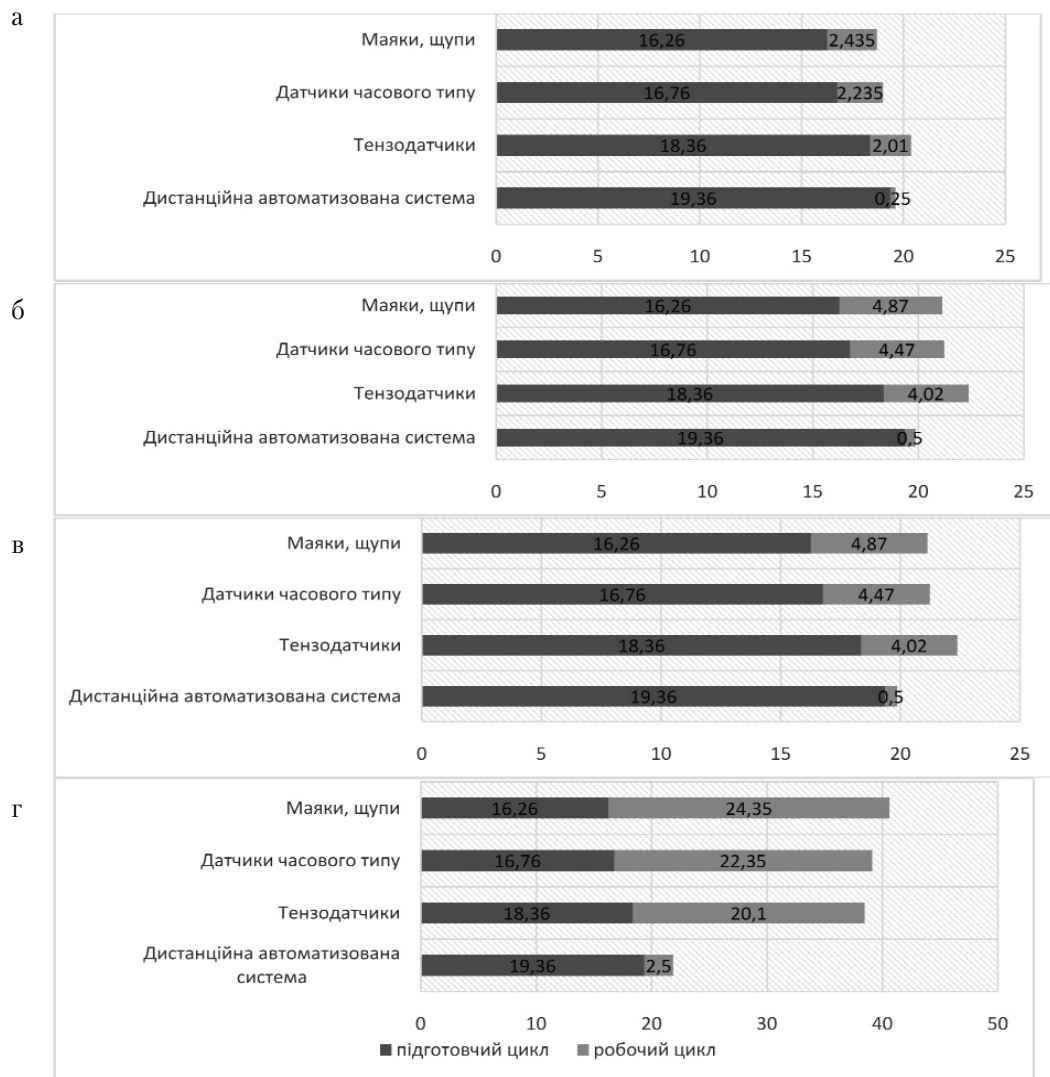


Рис. 3. Сумарна трудомісткість підготовчого та робочого циклу

а – для 1-го циклу вимірювань; б – для 2-х циклів вимірювань; в – 3-х циклів вимірювань; г – 10-ти циклів вимірювань

### Література

1. Григоровський П.Є., Халіна В.Ю. Методика визначення ефективності систем вимірювання робіт та технології їх застосування. Шістнадцята всеукраїнська практично-пізнавальна інтернет-конференція. URL: <http://naukam.triada.in.ua/index.php/konferentsiji/46-shistnadtsyata-vseukrajinska-praktichno-piznavalna-internet-konferentsiya/330-metodika-viznachennya-efektivnosti-sistem-vimiryuvannya-robit-ta-tehnologiji-jikh-zastosuvannya>
2. Сборник цен на изыскательские работы для капитального строительства. / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1982. – 568с.,
3. СОУ Д.1.2-02495431-001: 2008. Нормативи витрат труда для визначення вартості робіт з оцінки технічного стану та експлуатаційної придатності конструкцій будівель і споруд,
4. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Правила визначення вартості будівництва,
5. ДСТУ-Н Б Д.1.1-8:2008 Правила визначення вартості наукових та науково-технічних робіт у будівництві
6. Акулов М. Економіка праці і соціально-трудові відносини навч. посіб. рекомендовано МОН України: Київ: Центр учбової літератури, 2012. 328 с.
7. Нормування праці. Українська радянська енциклопедія. Том 7. С. 474.
8. Головна редакція Української радянської енциклопедії: вид. 2-ге., 1982. 526 с.
9. Григоровський П.Е. Совершенствование технологии возведения высотных сооружений и зданий из монолитного железобетона с применением лазерных систем :дис. кандидата технических наук: / Григоровський Петро Евгенович; – Киев, 1991. – 125с.
10. Матвеев М.Ю., Сборщикова М.Н., Сборщиков С.Б. Развитие системы нормирования труда за рубежом // Вестник МГСУ №3. М.: МГСУ, 2011. С. 68-74

### Reference

1. Gry`gorovs`ky`j P.Ye., Xalina V.Yu. Metody`ka vy`znachennya efekty`vnosti sy`stem vy`miryuvannya robit ta texnologiji yix zastosuvannya. Shistnadcyata vseukrajins`ka prakty`chno-piznaval`na internet-konferencziya. URL: <http://naukam.triada.in.ua/index.php/konferentsiji/46-shistnadtsyata-vseukrajinska-praktichno-piznavalna-internet-konferentsiya/330-metodika-viznachennya-efektivnosti-sistem-vimiryuvannya-robit-ta-tehnologiji-jikh-zastosuvannya>

- entsiya/330-metodika-viznachennya-efektivnosti-sistem-vimiryuvannya-robit-ta-tehnologiji-jikh-zastosuvannya*
2. *Sborny`k cen na y`zyskatel`sky`e roboty dlya kapy`tal`nogo stroy`tel`stva. / Gosstroj SSSR. – M. : Stroyizdat, 1982. – 568s.*
  3. *SOU D.1.2-02495431-001: 2008. Normaty`vy` vy`trat truda dlya vy`znachennya vartosti robit z ocinky` texnichnogo stanu ta ekspluatacijnoyi pry`datnosti konstrukcij budivel` i sporud,*
  4. *DSTU B D.1.1-1:2013 Pravy`la vy`znachennya vartosti budivny`ctva,*
  5. *DSTU-N B D.1.1-8:2008 Pravy`la vy`znachennya vartosti naukovy`x ta naukovo-texnichny`x robit u budivny`ctvi*
  6. *Akulov M. Ekonomika praci i social`no-trudovi vidnosy`ny` navch. posib. rekomendovano MON Ukrainy` : Ky`yiv: Centr uchbovoyi literatury` , 2012. 328 s.*
  7. *Normuvannya praci. Ukrainys`ka radyans`ka ency`klopediya. Tom 7. S. 474.*
  8. *Golovna redakciya Ukrainys`koyi radyans`koyi ency`klopediyi: vy`d. 2-ge., 1982. 526 s.*
  9. *Gry`gorovskiy` P.E. Sovershenstvovani`e technology`y` vozvedeny`ya vysotny`x sooruzheny`y` zdany`y` z monoly`tnogo zhelezobeta s pry`meneny`em lazerny`x sy`stem :dy`s. kandy`data texny`chesky`x nauk: / Gry`gorovs`ky`y` Petro Evgenovy`ch; – Ky`ev, 1991. – 125s.*
  10. *Matveev M.Yu., Sborshhy`kova M.N., Sborshhy`kov S.B. Razvy`ty`e sy`stemy` normy`rovany`ya truda za rubezhom // Vestny`k MGSU No3. M.: MGSU, 2011. C. 68-74*

**П.Е. Григоровский**, д.т.н., ВрИО директора ГП "НИИСП", г. Киев,

Orcid 0000200032052725890;

**Е. В. Мурасёва**, заместитель заведующего отделом, ГП "НИИСП", г. Киев,

Orcid 0000200032499523761

### ОЦЕНКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В СОСТАВЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА

**Аннотация.** Для оптимизации общей продолжительности нового строительства необходимо оценить влияние мониторинга прилегающей к нему уплотненной застройки на продолжительность выполнения строительных процессов. Существующие нормы, которыми пользуются на практике для определения трудозатрат на измерительные работы не охватывают все их разновидности и особенности, которые могут быть использованы в составе мониторинга застройки и территории, прилегающих к новому строительству.

Учесть влияние таких факторов, по мнению авторов, возможно за счет анализа отдельных элементарных приемов в их составе и оценки индивидуальной специфики воздействия на них имеющихся факторов.

В статье рассмотрены рабочие приемы подготовительного (установочного) цикла и текущего (рабочего) цикла для подсистем мониторинга по определению контролируемого фактора деформации (трещинообразования) и деформации (проседание и крены) и проанализированы элементарные операции в составе работ по мониторингу и определена продолжительность и трудоемкость измерений параметров технического состояния зданий (сооружений) прилегающей застройки.

**Ключевые слова:** уплотненная застройка; влияние нового строительства; инструментальный мониторинг; продолжительность строительства; новое строительство, микроэлементы.

**P.E. Hryhorovskiy**, Doctor of Technical Sciences, Acting Director State Enterprise "Research institute of building production named V.S. Balitsky", Kyiv,

Orcid 0000200032052725890;

**O.V. Murasova**, Deputy Head of Department,

The State "Research institute of building production named V.S. Balitsky", Kyiv,

Orcid 0000200032499523761

### EVALUATION AND RESEARCH OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL INDICATORS OF MEASURING WORKS AS A PART OF THE INSTRUMENTAL MONITORING

**Annotation.** To optimize the overall duration of new construction, it is necessary to assess the impact of monitoring the adjacent compacted buildings on the duration of construction processes. The existing norms used in practice to determine the labor costs for measuring work do not cover all their varieties and features that can be used in the monitoring of buildings and areas adjacent to new construction. According to the authors, it is possible to take into account the influence of such factors by analyzing certain elementary techniques in their composition and assessing the individual specifics of the influence of existing factors on them. The article considers the working methods of the preparatory (installation) cycle and the current (working) cycle for monitoring subsystems to determine the controlled factor of deformation (cracking) and deformation (subsidence and roll) and analyzes the basic operations in the monitoring work and determines the duration and parameters technical condition of buildings (structures) of adjacent buildings.

**Keywords.** compacted buildings; the impact of new construction; instrumental monitoring; duration of construction; new construction; trace elements.

**О.В. Горда**, к.т.н., доц. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ,  
Orcid 0000-0001-7380-0533

## ТОПОЛОГІЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ У БУДІВНИЦТВІ

**Анотація.** У роботі запропонований і описаний підхід до конструктивного визначення і дослідження поняття топології інформаційного простору у будівництві на основі інформаційного моделювання будівельного об'єкту, будівельного процесу у рамках життєвого циклу. Отримали розвиток поняття інформаційне середовище, інформація і моделювання у будівництві. У роботі досліджуються власне задачі моделювання у будівництві в їх сукупності у рамках проблематики будівництва засобами теорії інформації. Актуальність поставленого завдання з теоретичної точки зору визначається розширенням онтології будівництва як науки, з прикладної точки зору визначається як забезпечення можливості точної формалізації у будівництві.

**Ключові слова:** інформація; інформаційні ресурси; інформаційний простір; приєднаний інформаційний простір; інформаційна одиниця; інформаційна конструкція; інформаційні середовища; інформаційні об'єкти; будівництво; будівельний процес; життєвий цикл; аналіз, задача; спостереження; моделювання, топологія.

**Актуальність.** Будівництво як діяльність визначає проблематику предметної галузі в цілому, а саме сукупність можливих питань, аналіз, оцінку, формування ідеї, концепції, які взаємопов'язані об'єктом розгляду, і містить класифікацію, розстановку пріоритетів, напряму розвитку. Аналіз того, наскільки добре і виправдано застосування цієї моделі до дослідження конкретного інформаційного об'єкту будівництва є актуальним. Будівельні і проектувальні роботи визначають сукупність проблем будівництва. Для завдання реалізації управління будівельним проектом і ідентифікації об'єкту на різних етапах життєвого циклу актуальна проблема спостереження за процесом його реалізації з метою побудови ефективного управління за рахунок підвищення повноти і достовірності інформаційної моделі об'єкту будівництва, будівельного майданчика в умовах реального будівництва або об'єкту в умовах експлуатації. Одним з важливих механізмів збору оперативної інформації є будівельна геодезія як сполучна ланка усього процесу будівництва, забезпечення основи управління будівельними процесами відносно об'єкту моніторингу або будівництва на різних етапах життєвого циклу (ЖЦ) будівельного об'єкту (ОБ), діагностики технічного стану (ТСО), управлінням виконання капітальних і поточних ремонтів. При цьому, управління маєтсь на увазі, як визначення сукупності ознаки необхідності і ознаки завершення будівельного процесу.

**Огляд предметної області.** Сучасне будівництво як системний об'єкт характеризується високою мірою складності, що потребує для ефективного аналізу і управління такими складними системними об'єктами наявність розвиненого апарату моделювання [1,2,3]. Розробити універсальну модель і єдиний метод її реалізації нині практично неможливо — майже для будь-якого завдання організації, планування, управління і реалізації будівництва властива множинність рішень, невизначеність і динамічність процесів, необхідність порівняння великої кількості варіантів і вибору оптимального рішення відповідно до вибраного критерію. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є побудова інформаційних моделей [4, 5].

Під інформаційною моделлю у будівництві матимемо на увазі модель будівельного об'єкту, пре-

дставлену у вигляді інформації, що описує істотні для цього розгляду параметри і змінні величини, зв'язки між ними, вхідні і вихідні дані для об'єкту, що дозволяє моделювати можливі стани ОБ, а також взаємозв'язок із зовнішнім середовищем [6,7].

Об'єктом моделювання можуть бути процеси проектування, будівельного виробництва і управління, реконструкції, деформацій і руйнування; експлуатації; оцінки технічного стану; організаційні і інформаційні структури; будівельні об'єкти і їх комплекси; економіка будівництва [8,9,10]. Таким чином, модель у будівництві являється полісемічним і атрибутивним поняттям, і у рамках інформаційного моделювання можна виділити:

- модель об'єкту,
- модель процесу,
- модель властивостей,
- модель ситуації.

Звідси витікає, що в інформаційному просторі опис будівельного об'єкту як цілісної конфігурації інформаційного простору можна представити [11] у вигляді цілісної конфігурації образу — джерела інформації, додатковими можливостями засобів інтерпретацій і класом інформаційних моделей або інформаційних конструкцій, включаючи інтелектуальні моделі.

**Постановка задачі.** На основі інформаційного аналізу інформаційного об'єкту будівництва, власне задачі будівництва і їх сукупності у рамках проблематики будівництва визначити і дослідити топологію інформаційного простору будівництва, з урахуванням факторів та параметрів, що забезпечують розширення онтології будівництва і можливість точної формалізації.

Результати дослідження. Розглянемо основні інформаційні елементи формалізації ОБ.

1. Поняття — абстрактне представлення на основі множини істотних властивостей без яких поняття не існує, і за допомогою яких виділяється об'єкт, що цікавить. Сукупність понять будівництва складає онтологію будівництва. Формування понять базується на спостереженні відносно об'єкту будівництва і має два аспекти:

- технічне спостереження об'єкту будівництва;
- розуміння (ідентифікацію) будівельних про-

цесів, що протікають відносно об'єкту будівництва.

Початковими даними для забезпечення можливості спостереження є:

- будівельний проект, у якому, зокрема, вказано що, де, коли повинно бути побудовано (існує сітьовий графік) і за яких умов;
- визначення необхідних ресурсів — які матеріали, техніку, витратні ресурси і фахівців якої кваліфікації потрібно на кожному етапі будівництва;
- кваліфікація реальних виконавців (робочої сили), умови договору трудового найму;
- природні чинники;
- ресурси, використані в процесі будівництва.

Технічна можливість спостереження в сукупності із спостереженням у розумінні процесів на об'єкті будівництва забезпечує можливість визначення (обчислення) величин, що характеризують модель будівельного майданчика, умови будівництва і об'єкт будівництва в цілому. Інформаційний концепт — поняття, що формується спільним сприйняттям суб'єктами явища, об'єкту, що розглядається. Знання про об'єкт спостереження формалізуються у рамках моделей, які додатково використовуються для отримання нових знань. Агрегація у рамках досліджуваної інформаційних моделей будівельних споруд і конструкцій у рамках загальної структури і життєвого циклу дозволить автоматизувати побудову множини початкових даних для вирішення прикладних задач, аналізу їх обумовленості, дозволить синтезувати розподілену базу знань і структуру інформаційної платформи предметної області.

Чинники, що визначають інформаційну модель будівельного об'єкту:

- залежність застосування інформаційної моделі від логістики.
- залежність застосування інформаційної моделі від виконавця будівельних робіт.
- залежність застосування інформаційної моделі від задіяних ресурсів для виконання будівельних робіт.
- залежність застосування інформаційної моделі від стану моніторингу будівельних споруд, їх надійності на різних етапах життєвого циклу.

Варіабельність у плані екземплярів моделі визначається наступним:

- областю визначення вхідних даних, а власне вхідними даними, структурами і функціональними залежностями між ними для обраної моделі, що в сукупності задає інформаційний простір (InE).
- областю визначення вихідних (розрахункових) даних, а власне вихідними даними, структурами і функціональними залежностями між ними для обраної моделі, що в сукупності задає інформаційний простір (InD).

Природа класу критеріїв і обмежень визначається:

- чутливістю моделі M до чинників, існуючих на інформаційному просторі ІП(M) в даний момент часу;
- поділом сукупності критеріїв для ІП(M) на основні і другорядні;
- мінливістю і динамікою в часі InE, InD і класу моделей КМ(M). Модель є полісемічним і атрибутивним поняттям. У рамках інформаційного моделювання виділяється модель об'єкту, модель процесу, модель властивостей, ситуаційна інформаційна модель.

Крім того, інформаційна модель виконує функції опису і інформаційного ресурсу.

2. Інформаційна одиниця — набір знань, що:

– розглядаються як єдине ціле, на основі якого утворюються структури, що містять семантичні інформаційні одиниці;

– набір погодженої інформації, що відноситься до сукупності об'єктів або сутностей. До інформаційної одиниці вже застосовано поняття ентропія.

– інформаційні одиниці представляються і відображаються в матеріальні носії, тобто існують відповідні знання.

3. Інформаційний об'єкт — цей атрибутивний опис сутності у вигляді сукупності логічно пов'язаних реквізитів — інформаційних одиниць. Інформаційний об'єкт може бути отриманий шляхом ідеалізація реального об'єкту, узагальненням або доповненням іншого інформаційного об'єкту, виділенням його частини, на основі виділення комбінації класифікаторів, що аналізують локальні і нелокальні ознаки. Інформаційний об'єкт характеризується множиною реалізацій — екземплярів, кожна з яких представлена сукупністю конкретних значень реквізитів. Зв'язок інформаційного об'єкту з іншими інформаційними об'єктами реалізується інформаційними взаємовідношеннями.

Інформаційний об'єкт може бути частково представленим, якщо існує знання, що відповідає деяким інформаційним одиницям об'єкту або деяким властивостям об'єкту в цілому. Об'єкти, що можна представити, є частинами інформаційних об'єктів, що в сукупності реалізують емерджентність інформаційного об'єкту. Інформаційний об'єкт відповідає двом системним ознакам:

- можливе інформаційне відображення його властивостей, поведінки і проявів;
- об'єкт здатний вступати в інформаційні морфіми з іншими інформаційними об'єктами.

При цьому існує полісемія — немає однозначної відповідності між об'єктами предметної області і інформаційними об'єктами, що обумовлено їх внутрішньою неоднозначністю.

4. Інформаційна конструкція — включає поняття інформаційної моделі, інформаційного повідомлення, інформаційного об'єкту і істотно залежить від вибору інформаційних одиниць. Аналіз інформаційного концепту в конструкції показує, що важливим етапом інтерпретації інформаційних конструкцій є їх декомпозиція на інформаційні одиниці, при цьому необхідно враховувати властивість смислової емерджентності, яка властива складеним інформаційним одиницям. Узагальнюючим поняттям різних інформаційних моделей служить термін інформаційна конструкція.

5. Семантичне оточення інформаційного об'єкту — це інформаційні одиниці і об'єкти, які знаходяться в інформаційному відношенні з даним інформаційним об'єктом, при цьому кожен об'єкт і кожне відношення мають семантичне значення, що допускає різні критерії подільності. Різні критерії подільності контенту тягнуть появу різних інформаційних одиниць. Семантичний аналіз інформаційних об'єктів доцільно виконувати з використанням інформаційного семантичного оточення. Модель семантичного інформаційного оточення забезпечує області істинності.



6. Клас інформаційного об'єкту — це сукупність опису структури будівельних об'єктів одного типу, їх методів перетворення і значення відповідних даних. Інформаційний об'єкт певного реквізитного складу і структури утворює клас, з властивостями спадковості, інкапсуляції і поліморфізму класів інформаційних об'єктів, побудований на основі узагальнення різних об'єктів, процесів і моделей, пов'язаних з інформаційними описами, процесами і відношеннями між ними. Як сутність, інформаційні об'єкти представляються як клас (в якості узагальнення виступають ознаки), і як множину ((в якості узагальнення виступають дії і процеси) і як складна система (в якості узагальнення виступають якісні і кількісні описи).

Інформаційний об'єкт включає:

- інформаційні одиниці;
- інформаційні системи — впорядковані, погожені за складом, порядком і принципами взаємодії у взаємозв'язку з сукупністю засобів, методів, що використовуються для зберігання, обробки і видачі інформації в інтересах досягнення поставленої мети;
- інформаційні технології,
- дані;
- формалізовану інформацію; інформаційні моделі;
- інформаційний ресурс;
- інформаційний продукт;
- повідомлення (транзакти);
- інший інформаційний об'єкт.

Опис класу і атрибутів його об'єктів задає схему класу інформаційного об'єкту. Класи інформаційних об'єктів в сукупності їх перетворень задають категорію інформаційних об'єктів.

7. Інформаційний простір — сукупність інформаційних концептів і відношень між ними. Інформаційні відношення є обов'язковим елементом інформаційного простору. Вони можуть існувати у вигляді явної форми: ієрархія, частина і ціле, або в неявній формі — кореляти. Особливістю інформаційного простору є те, що він може мати різні масштаби.

8. Приєднаний до моделі (М) інформаційний простір (ППП (М)) визначимо як конструкцію :

$$KM(M)$$

$$InE \rightarrow InD,$$

де  $KM(M)$  — клас моделей, обумовлених варіабельністю моделі М.

Властивості приєднаного інформаційного простору

Властивість 1. ППП (М) — ІПС, де ІПС — інформаційний простір будівництва.

Властивість 2. ППП(М) виконує функції опису як інформаційного ресурсу так і інформаційного ресурсу оптимізації.

Властивість 3. ППП(М) як інформаційна модель дослідження існування і єдиності рішення для розрахункових завдань.

Властивість 4. ППП(М) як інформаційна модель дослідження перетворення (включаючи катастрофи — якісні зміни у властивостях і характеристиках) в просторі модельних рішень.

Властивість 5. ППП(М) як інформаційна модель дослідження перевизначених модельних задач, проєкції модельних задач, обумовлених варіаціями параметрів і вхідних даних.

Властивість 6. ППП(М) як інформаційна модель дослідження впорядкування {ППП(М)} по вкладеності і сукупності чинників, яка задає топологію на приєднаному інформаційному просторі.

Властивість 7. {ППП(М)} як інформаційна модель побудови і дослідження універсальної інформаційної моделі інформаційного об'єкту будівництва (ІОС) і універсального приєднаного інформаційного простору (УППП (М)).

Властивість 8. ППП(М) як інформаційна модель дослідження цілей моделювання і проєкцій УППП ІОС на ІПС.

Таким чином, приєднані інформаційні простори як представлення інформаційного об'єкту будівництва дозволяють моделювати об'єкт будівництва, порівнювати і вводити відношення еквівалентності на сукупності моделей {М} цього об'єкту будівництва, що у свою чергу, визначає розширення онтології будівництва і забезпечує можливість точної формалізації нормативно — довідковій інформації і документації у будівництві.

9. Інформаційне поле — сукупність величин, що відображають властивості або одну властивість, кількісні і якісні характеристики інформаційного простору, локації підпросторів, тимчасові характеристики існування. Інформаційне поле реалізує відображення інформаційного простору в шкалу, по дотриманню, по включенню, по метриці, по ізоморфізму, наповнюючи інформаційний простір кількісними характеристиками. При цьому різні інформаційні поля для цього інформаційного простору можуть мати в ньому різну локацію. Інформаційне поле визначається функціональною величиною, що характеризує кількісно точки простору. Особливістю будь-якого інформаційного поля є використання інформаційних відношень для визначення польової змінної або змінних. Проблематика будівництва визначає необхідні цілі будівництва, об'єднуючи такі поняття як потребу, результат і мету, при цьому не розглядаючи те, як ці цілі будуть досягнуті і реалізовуючи зв'язок: результат отриманий тоді і тільки тоді, коли мета досягнута і значення критерію наявності приймають задані величини. Під критерієм наявності розуміється відношення, що задається на класі об'єктів проблематики будівництва, служить для класифікації необхідної, досягнутої або недосягнутої цілей. Модель інформаційного оточення дозволяє формувати і представляти інформаційні конструкції будь-якої складності у вигляді сукупності пов'язаних інформаційних одиниць. Сукупності пов'язаних інформаційних одиниць дають можливість оцінки морфологічної і смислової складності інформаційних конструкцій. Семантичне оточення потрібне для однозначної інтерпретації об'єкту інформаційного поля і його інформаційної визначеності. Інформаційне оточення інформаційної одиниці проявляється при її безпосередньому використанні.

10. Інформаційне середовище будівництва — це інформація про апаратні, матеріальні і технічні засоби, науково-методичне забезпечення, канали комунікації, рівні підготовки кадрів — фахівців і користувачів, форми стимулювання, контролю, методи і форми управління, документування, процедури, юридичні норми. В інформаційне середовище входить не лише підсистема управління, але і об'єкт,

який розглядається як елемент єдиної системи усіх чинників, що впливають на інформаційний процес і інформаційну систему впродовж всього життєвого циклу від проектування до виведення із експлуатації. Інформаційне середовище будівництва — це увесь набір умов для отримання, переробки і ефективного використання знань у вигляді інформаційного ресурсу у будівництві. До складу інформаційного середовища будівництва входять джерела інформаційного ресурсу — тобто об'єкти, носії засвоєних знань (включаючи факти, відомості, проекти, абстракції і гіпотези), під якими мається на увазі відображення тієї або іншої сторони об'єктивної дійсності, вираженої у вигляді ідей, понять, уявлень про предмет або явище, що представлені у вигляді інформації.

Особливостями інформаційного ресурсу інформаційного середовища будівництва є наступне:

- наявність інтелектуального ресурсу, як факту індивідуальної і колективної творчості;
- у міру розвитку технологій будівництва знання зберігаються і збільшуються;
- ресурс є не самостійний і сам по собі має лише потенційне значення;
- виникає в результаті творчої діяльності і розумової праці спеціалістів.
- наявність об'єкту оточення, інформаційна взаємовідношення з яким визначає межі інформаційного середовища.

– ресурс є інтелектуальним середовищем, для яких характерні два процеси:

1) здобуття знань в процесі взаємодії суб'єкта з джерелом знань;

2) придбання знань — абсорбція в інтересах суб'єкта або синтез усередині інтелектуального середовища знань, включають знання про предметну область будівництва, знання про суб'єкта предметної

області, знання про інтелектуальну систему цього суб'єкта даної предметної області, і конгломеруються в семантичній мережі, базі знань, каталозі, системі управління базою знань, що супроводжується ускладненням системи управління знанням в цілому.

– еволюційне середовище, представляється як синергетичний процес утворення нових структур інформаційних середовищ будівництва.

Усі інформаційні об'єкти предметної області пов'язані між собою і, якщо побудувати ієрархію сутностей, пов'язаних з інформаційними одиницями, то отримаємо наступну послідовність: інформаційне середовище, інформаційний простір, інформаційне поле; інформаційні сукупності (структури і приєднані інформаційні простори); інформаційні об'єкти; інформаційні одиниці. Між цими сутностями існують різні інформаційні відношення (рис. 1).

Проблема будівництва визначає завдання будівництва в плані окреслювання проблемної ситуації, постановки задач, виявлення і визначення початкових даних, умов і відношень між ними, визначення суб'єктів будівництва, при тому, що мета будівництва ще не досягнута.

Задача — це мета, дана у рамках проблемної ситуації будівництва з відомим початковим станом і необхідним кінцевим цільовим станом, причому алгоритм досягнення кінцевого цільового стану від початкового відомий, включаючи сукупний суб'єкт, що діє в даній проблемній ситуації і реалізовує будівельні процеси.

Мета — узагальнений кінцевий стан будівельної діяльності в термінах інформаційних середовищ будівництва для якої визначений підхід до опису онтологій, ідей, концепцій, класифікацій, проблем, задач, напрямів, об'єктів, що є постановочною частиною з урахуванням специфіки вирішуваних у рамках ін-

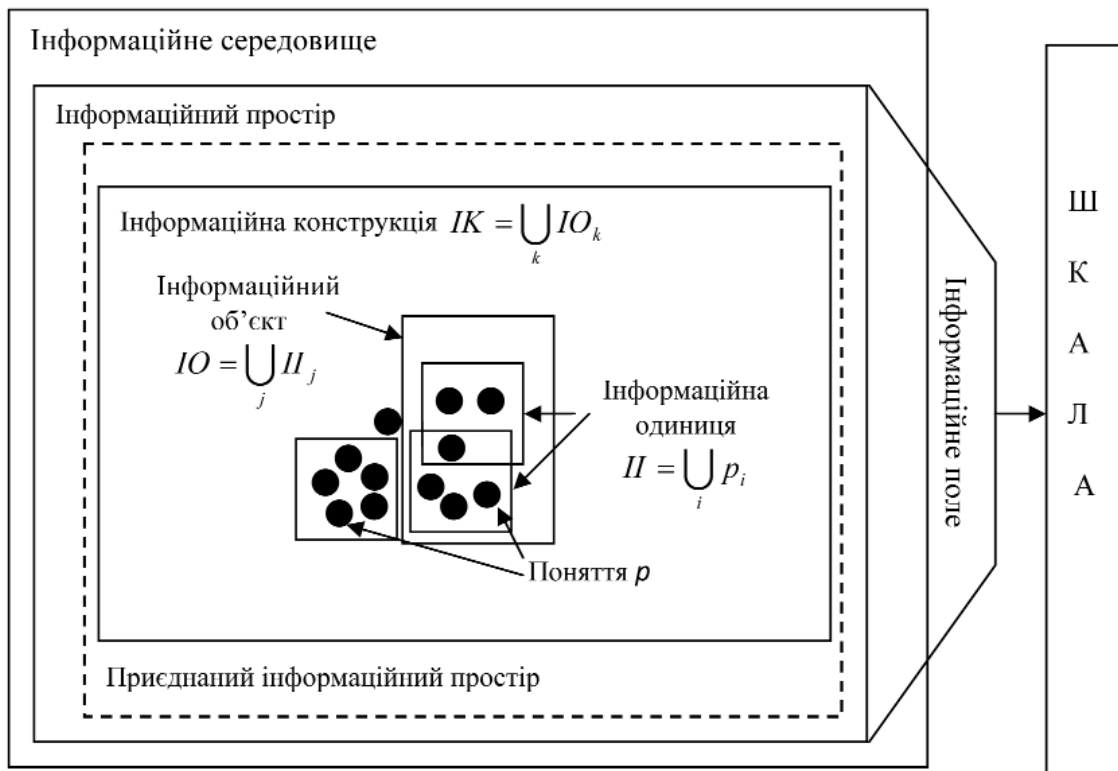


Рис. 1. Топологія інформаційного простору в будівництві

формаційних технологій, що розробляються, у будівельній проблематиці.

Поле задач відносно об'єкту — це певні задачі будівництва, які можуть бути співвіднесені по актуальності з цим об'єктом будівництва у рамках проблематики будівництва в цілому і проблеми будівництва відносно об'єкту зокрема. На полі задач відносного одного об'єкту будівництва задачі і ланцюги задач задають частковий порядок і топологію. Проблема будівництва в сукупності з критеріями наявності, — відношення, задане на класі об'єктів проблематики будівництва, визначає необхідні цілі будівництва, тим самим визначаючи будівельні об'єкти як структури даних, а саме об'єкти. Проблеми будівництва на сукупності опису будівельних об'єктів одного типу визначають допустимі функції, методи і перетворення об'єктів, що реалізуються.

**Висновки.** В результаті дослідження встановлено наступне:

1. Властивість середовища будівництва бути інформаційним, тобто придатним для того, щоб з нього можна отримувати знання (для досягнення цілей, які представлені теж у формі знань).

2. Знання має матеріальний носій інформації, може бути реальним (з визначеною істинністю) або гіпотетичним (з не визначеною істинністю).

3. Проблема будівництва — сукупність проблем даної діяльності, задає інформаційний простір даної діяльності.

4. Інформаційний механізм — модель, що формалізує об'єкт спостереження.

5. Об'єкт спостереження, не обов'язково матеріальний, може бути об'єктом, що представляється, як частина інформаційних об'єктів, сукупність яких являється емерджентною.

6. Знання визначають і визначаються моделями, як описами, в частині інформаційного простору.

7. Інформаційне поле — це відображення інформаційного простору в шкалу (шкала за слідуванням,

по включенню, по метриці, по ізоморфізму).

8. Інформаційне поле задає топологію на інформаційному просторі.

9. Інформаційний об'єкт частково представлений, що тотожно твердженню, що існує знання, яке однозначно відповідає інформаційним елементам об'єкту або знання, що однозначно відповідають деяким властивостям об'єкту цілком.

10. На основі отриманих результатів визначений підхід до опису онтологій, ідей, концепцій, класифікацій, проблем, завдань, напрямів, об'єктів, що є постановочною частиною з урахуванням специфіки вирішуваних у рамках інформаційних технологій, що розробляються, у будівельній проблематиці.

11. Визначено і досліджено поняття інформаційної середовища будівництва, інформації і інформаційного моделювання у будівництві.

12. На основі інформаційного аналізу інформаційного об'єкту будівництва визначено, що механізм обґрунтування доцільності вибору моделі для об'єкту будівництва — це конструкція у інформаційному полі в рамках класу критеріїв і обмежень, яка отримується за рахунок градації у варіабельному класі моделей приєднаного інформаційного простору з урахуванням домінуючих чинників.

**Заключення.** Інформаційний простір служить основою отримання інформації та знань і містить в собі інші об'єкти. Розкриття певних кількісних характеристик інформаційного простору призводить до інформаційного поля, яке є вкладенням і уточненням характеристик інформаційного простору. Інформаційний простір і інформаційне поле в рівній мірі відносяться до усіх об'єктів. Загальною характеристикою для розглянутих понять є інформаційні відношення. Інформаційний простір, інформаційне поле, інформаційне середовище, семантичне оточення об'єкту досліджень, інформаційний об'єкт, інформаційна одиниця — утворюють ієрархічний ряд понять.

### Література

1. Поляков А.А., Цветков В.Я. *Прикладная информатика: учеб.-метод. пособие: в 2-хч. /под общ. ред. А.Н. Тихонова. М.: МАКС Пресс, 2008. Т. 1. 788 с.*
2. Григорьевский П. С., Горда О. В., Чуканова Н. П. *Информационные среды в строительстве. // Будівельне виробництво № 68. С. 15-19.*
3. Горда О. *Аналіз моделей в інформаційному просторі будівництва. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених "БУД-МАЙСТЕР-КЛАС-2020", 25-27 листопада 2020. КНУБА. Файл.*
4. Горда О.В.. *Специфіка інформаційних середовищ в будівництві. VII міжнародна науково-практична конференція "Управління розвитком технологій". Тема: Інформаційні технології розвитку змісту освіти, 25-26 березня 2020 р., м. Київ, КНУБА. — С. 55-56.*
5. Соловьёв И.В. *О субъекте и объекте инфосферы // Перспективы науки и образования. 2013. № 5. С. 14-18.*
6. *Информационная технология (IT). Комплекс стандартов на автоматизованные системы. Автоматизованные системы. Термины и значения, ГОСТ від 27 грудня 1990 року №34.003-90.*
7. Clark R. M. *Intelligence analysis: a target-centric approach. Washington, DC: CQ Press, 2004. p.16.*
8. Gane C. P., Sarson T. *Structured systems analysis: tools and techniques. Prentice Hall Professional Technical Reference, 1979.*
9. Tsvetkov V. Ya. *Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice. 2014. Vol. (1). № 1. P. 57-64.*
10. Чехарин Е.Е. *Информационная модель семантического окружения // Перспективы науки и образования. 2014. № 4. С.20-24.*
11. Майоров А.А. *Информационное поле // Славянский форум. 2013. № 2(4). С. 144-150.*
12. Ожерельева Т.А. *Об отношении понятий информационное пространство, информационное поле, информационная среда и семантическое окружение // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 10. С. 21-24.*

**Reference**

1. Polyakov A., Tsvetkov V. *Applied computer science: teaching method. allowance: in 2 parts. / under common. ed. A.N. Tichonov. M. : MAKS Press, 2008. T. 1. 788.*
2. Grigorovsky P., Gorda O., Chukanova N. *Information environments in construction. // Construction production № 68. P. 15-19.*
3. Gorda O. *Analysis of models in the information space of construction. International scientific-practical conference of young scientists "BUD-MASTER-CLASS-2020", November 25-27, 2020. KNUBA. File.*
4. Gorda O. *Specifics of information environments in construction. VII International Scientific and Practical Conference "Technology Development Management". Topic: Information technologies for the development of educational content, March 25-26, 2020, Kyiv, KNUBA. — P. 55-56.*
6. Soloviyov I. *On the subject and object of the infosphere // Prospects of science and education. 2013. № 5. P. 14-18.*
7. *Information technology (IT). A set of standards for automated systems. Automated systems. Terms and definitions, GOST of December 27, 1990 №34.003-90.*
8. Clark R. M. *Intelligence analysis: a target-centric approach. Washington, DC: CQ Press, 2004. P.16.*
9. Gane C. P., Sarson T. *Structured systems analysis: tools and techniques. Prentice Hall Professional Technical Reference, 1979.*
10. Tsvetkov V. Ya. *Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice. 2014. Vol. (1). № 1. P. 57-64.*
11. Chekharin E. *Information model of the semantic environment // Perspectives of science and education. 2014. № 4. P.20-24.*
12. Mayorov A.A. *Information field // Slavic Forum. 2013. № 2 (4). Pp. 144-150.*
13. Necklace T.A. *On the relationship between the concepts of information space, information field, information environment and semantic environment // International Journal of Applied and Fundamental Research. 2014. № 10. P. 21-24.*

**Е.В. Горда** к.т.н, доцент кафедры информационных технологий проектирования и прикладной математики. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Orcid 0000-0001-7380-0533

**ТОПОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Аннотация.** В работе предложен и описан подход к конструктивному определению и исследованию понятия топологии информационного пространства в строительстве на основе информационного моделирования строительного объекта, строительного процесса в рамках жизненного цикла. Получили развитие понятия информационная среда, информация и моделирование в строительстве. В работе исследуются собственно задачи моделирования в строительстве в их совокупности в рамках проблематики строительства средствами теории информации. Актуальность поставленной задачи с теоретической точки зрения определяется расширением онтологии строительства как науки, с прикладной точки зрения определяется как обеспечение возможности точной формализации в строительстве.

**Ключевые слова:** информация; информационные ресурсы; информационное пространство; присоединенное информационное пространство; информационная единица; информационная конструкция; информационные среды; информационные объекты; строительство; строительный процесс; жизненный цикл; анализ; наблюдение; моделирование; топология.

**О.В. Gorda** Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies of Design and Ordinary Mathematics. Kyiv National University, whose construction and architecture, Kyiv, Orcid 0000-0001-7380-0533

**TOPOLOGY OF INFORMATION SPACE IN CONSTRUCTION**

**Annotation.** The paper proposes and describes an approach to the constructive definition and study of the concept of topology of information space in construction on the basis of information modeling of a construction object, construction process within the life cycle. The concept of information environment, information and modeling in construction has been developed. The paper investigates the actual problems of modeling in construction in their entirety in the framework of the problems of construction by means of information theory. The relevance of the task from a theoretical point of view is determined by the expansion of the ontology of construction as a science, from an applied point of view is defined as providing the possibility of accurate formalization in construction.

**Keywords:** information; information resources; information space; attached information space; information unit; information construction; information environments; information objects; construction; construction process; life cycle; analysis; problem; observation; modeling; topology.

**П.Є. Григоровський**, д.т.н., с.н.с., Т.в.о. директора ДП "НДІБВ", м. Київ,

Orcid 0000200032052725890;

**В.О. Басанський**, зав. сект., ДП "НДІБВ", м. Київ,

Orcid 0000200022785027798;

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОБСЯГІВ ЦИКЛУ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕРИТОРІЙ ШЛЯХОМ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЇХ ЗАБУДОВИ

**Анотація.** Наведена методика дослідження обсягів циклу інструментального моніторингу зсувонебезпечних територій шляхом моделювання геодинамічних процесів її забудови, що базується на аналізі та синтезі складових умовної ідеалізованої моделі зсувонебезпечних територій та їх забудови протягом життєвого циклу її існування. Основою такої моделі є найбільш поширені в Україні геологічні умови, що формують зсувонебезпечні території та забудова таких територій, що у сукупності впливають на перелік факторів природнього та техногенного впливу на їх стійкість. Вихідними даними для вибору системи та проектування технології вимірювальних робіт при наявності загрози зсувів є: стійкість схилів та їх крутизна; стан та геологічний склад ґрунтової основи; джерела підтоплення та вібрацій, що є загрозою порушення стійкості схилів. Ризики пошкодження оцінюються на основі даних інженерних вишукувань, призначених для проектування заходів із зменшення негативних наслідків, обумовлених геологічними процесами, природними і техногенними надзвичайними ситуаціями

**Ключові слова:** інструментальний моніторинг; зсуви; методика; моделювання; технологія будівництва; організація будівництва.

**Постановка проблеми.** Відомо, що заходи захисту територій від небезпеки проявів зсувів є важливим технічним, економічним та соціальним аспектом у прийнятті рішень щодо нового будівництва та забезпечення експлуатаційної придатності споруд на геодинамічних територіях. Споруди і заходи інженерного захисту повинні забезпечувати необхідний коефіцієнт запасу стійкості схилу; довготривалу стабілізацію зсувонебезпечного схилу з об'єктами інженерного захисту без наднормових деформацій їх основи, які можуть вплинути на експлуатацію забудови на схилі.

Людська діяльність та початкові складні інженерно-геологічні умови є факторами щодо активізації зсувних процесів, а тривалість життєвого циклу будівель залежить від своєчасного урахування загроз пошкодження та прогнозування зміни їх технічного стану з врахуванням синергетичного впливу сукупності природних, техногенних, будівельних та експлуатаційних загроз [1]. Моніторинг з урахуванням визначених граничних параметрів стійкості схилів дозволить своєчасно виявити фактори та параметри, що призводять до втрати такої стійкості і передбачити необхідні протизсувні заходи. Прогнозування динаміки розвитку деформацій будівель з використанням даних інструментального моніторингу дозволить враховувати вплив геодинамічних процесів та інших факторів зовнішнього середовища на експлуатаційну придатність будівель.

**Аналіз останніх досліджень.** В дослідженнях Зуска А.В. [2] при визначенні зсувонебезпечних ділянок за результатами геодезичного моніторингу зазначено, що будівництво та забезпечення безаварійної експлуатації будівель на зсувонебезпечних територіях обумовлюють необхідність здійснення спостережень за станом геологічного середовища цих територій. Застосування систематичного інструментального моніторингу дає можливість визначати параметри

зсувних процесів для кожної ділянки схилу і своєчасно виявляти зміни положення поверхні, його геологічних шарів та будинків й споруд, розміщених на ньому.

В нормативних документах СНГ, стосовно моніторингу та прогнозування небезпечних геологічних явищ та процесів встановлено, що основною задачею моніторингу є своєчасне виявлення та прогнозування розвитку небезпечних геологічних процесів, що впливають на безпечний стан геологічного середовища, з метою розроблення та реалізації заходів з попередження руйнівних зсувів [3].

В дослідженнях Григоровського П.Є. в процесі розробки будівельно-інформаційних моделей і методів формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві [1,4,5] вихідними даними для вибору системи та проектування технології вимірювальних робіт при наявності загрози зсувів визначено: стійкість схилів та їх крутизна; стан та геологічний склад ґрунтової основи; джерела підтоплення та вібрацій, що є загрозою порушення стійкості схилів. Ризики пошкодження оцінюються на основі даних інженерних вишукувань, призначених для проектування заходів із зменшення негативних наслідків, обумовлених геологічними процесами, природними і техногенними надзвичайними ситуаціями. Для оцінки ризику пошкодження окрім виявлення загроз виконано оцінку уразливості будівлі та території в районі будівлі.

Для вирішення задачі оптимізації періодичності спостережень при проведенні моніторингу зсувонебезпечних ділянок можуть бути використані методики, наведені вченими О.О. Терент'єв, О.В. Доля, О.І. Баліна в [6], що передбачають визначення критерію оптимальності, параметрів оптимізації та обмежень.

В даний час все більшого поширення набуває застосування чисельних розрахунків ґрунтових основ з використанням програмно-обчислювальних

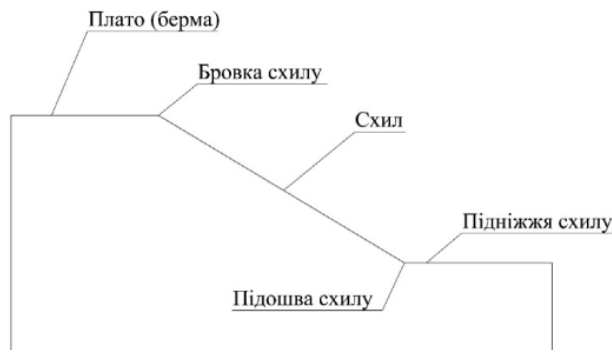


Рис. 1. Схема звичайного схилу за концепцією Е.П. Емельянової

комплексів, таких як SCAD Office, Ліра, Robot Structural Analysis, Plaxis, Ansys, Abaqus та інших. В даних програмних комплексах реалізовано велику кількість різних методик розрахунку ґрунтової основи. Наприклад, Егорова Е.С., Йоскевич А.В., Йоскевич В.В., Агишев К.Н., Кожевников В.Ю. [7] виконали порівняння розрахункових значень осідань за результатами застосування нормативної методики [8], та в програмних комплексах SCAD Office і Plaxis. В Україні широке розповсюдження отримав програмний комплекс Plaxis. Розрахунки стійкості зсувонебезпечного схилу виконуються за розрахунковою схемою в цьому програмному комплексі на різних етапах формування зсуву. У програмному комплексі Plaxis ґрунт моделюється як багатокомпонентний матеріал, в якому виникає поровий тиск. Програмний комплекс Plaxis дозволяє моделювати поетапне зведення споруди, екскавацію і відсіпання ґрунту і різні за величиною і напрямками навантаження. За допомогою програми можуть бути виконані розрахунки фільтрації та консолідації ґрунтів, розрахунки стабільності з визначенням потенційних поверхонь руйнування і значень коефіцієнта запасу, які відповідають рівню досягнутих напружень.

**Мета роботи.** Розробка методики та дослідження обсягів циклу інструментального моніторингу зсувонебезпечних територій шляхом моделювання в програмному комплексі Plaxis геодинамічних процесів її забудови, що базуються на складових ідеалізо-

ваної моделі зсувонебезпечних територій та їх забудови з врахуванням впливу геологічних умов та факторів природнього і техногенного впливу на стійкість об'єктів забудови.

**Викладення основного матеріалу.** Методика дослідження обсягів циклу інструментального моніторингу зсувонебезпечних територій шляхом моделювання геодинамічних процесів її забудови базується на аналізі та синтезі складових умовної ідеалізованої моделі зсувонебезпечних територій та їх забудови. Основою такої моделі є найбільш поширені в Україні геологічні умови, що формують зсувонебезпечні території та забудова таких територій, що у сукупності впливають на перелік факторів природнього та техногенного впливу на їх стійкість. Для застосування системи моніторингу виникає потреба встановлення обсягів такого моніторингу, а саме – перелік параметрів (кількість підсистем у складі системи); кількість точок контролю (для встановлення тривалості циклу вимірювань); періодичність та послідовність циклів для кожної підсистеми (для встановлення загальних обсягів вимірювальних робіт). Для можливості визначення техніко-економічних показників вимірювальних робіт та ступеню їх впливу на організаційно-технологічні рішення забезпечення експлуатаційної придатності зсувонебезпечних територій наведемо загальні принципи визначення обсягів такого моніторингу.

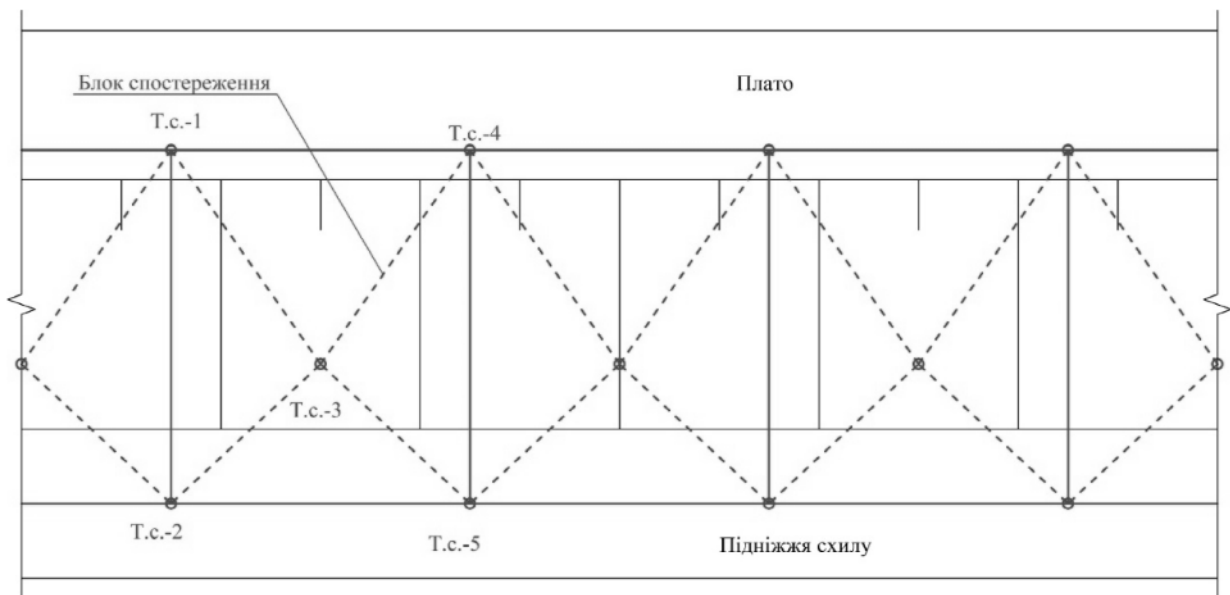
Визначення обсягів вимірювальних робіт у складі інструментального моніторингу забудови на зсувонебезпечних територіях базується на розподілі масиву ґрунту схилу на окремі блоки вздовж зсувонебезпечної території, в межах яких ведуться спостереження за деформаціями поверхні ґрунту, деформаціями в тілі ґрунтового масиву, визначення рівня ґрунтових вод та значення порового тиску. Визначення блоків спостереження прийнято на моделі звичайного схилу (рис. 1).

В залежності від геометричної конфігурації зсувонебезпечної території схилу розподіл на умовно жорсткі неподільні блоки виконуємо згідно даних табл.1, що прийняті, виходячи з припущення, що вірогідність зсуву збільшується при збільшенні висоти і кута нахилу схилу.

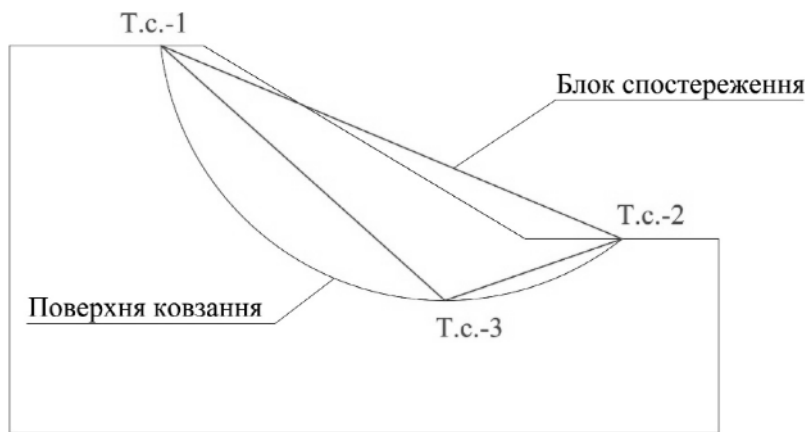
Табл. 1. Розподіл на блоки спостереження в залежності від геометричної конфігурації зсувонебезпечної території схилу, м

| Висота схилу*, м | Розмір блоку, м               |      |      |      |      |     |     |     |     |     |
|------------------|-------------------------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                  | Кут нахилу поверхні схилу*, ° |      |      |      |      |     |     |     |     |     |
|                  | 15                            | 20   | 25   | 30   | 35   | 40  | 45  | 50  | 55  | 60  |
| 5                | 3000                          | 2500 | 2000 | 1500 | 1000 | 800 | 500 | 300 | 200 | 100 |
| 10               | 2500                          | 2000 | 1500 | 1000 | 800  | 500 | 300 | 200 | 100 | 70  |
| 15               | 2000                          | 1500 | 1000 | 800  | 500  | 300 | 200 | 100 | 70  | 50  |
| 20               | 1500                          | 1100 | 900  | 700  | 400  | 250 | 150 | 80  | 60  | 40  |
| 25               | 1300                          | 1000 | 800  | 600  | 300  | 200 | 120 | 60  | 50  | 30  |
| 30               | 1200                          | 900  | 700  | 500  | 250  | 170 | 110 | 50  | 40  | 25  |
| 35               | 1100                          | 800  | 600  | 400  | 200  | 150 | 100 | 45  | 35  | 20  |
| 40               | 1000                          | 700  | 500  | 350  | 180  | 140 | 90  | 40  | 30  | 20  |
| 45               | 900                           | 600  | 450  | 320  | 160  | 120 | 70  | 35  | 25  | 20  |
| 50               | 800                           | 500  | 400  | 300  | 150  | 110 | 60  | 30  | 25  | 20  |

\* – при проміжних значеннях висоти і куту схилу розмір блоку визначається за інтерполяцією.



А



Б

Рис. 2 Схема розподілу зсувонебезпечної території на блоки спостереження вздовж лінії схилу та вибору точок спостереження (Тс-1 – Тс-5) в межах виділеного об'ємного блоку:

А – на плані; Б – на розрізі

Враховуючи можливість виникнення нерівномірних деформацій в межах розташування будівель та споруд, виходячи з досвіду спостережень, ширину блоку приймаємо не більше 25-30 м. Такий умовно жорсткий неподільний блок приймаємо за умовно мінімальний елемент спостереження, виходячи з припущення, що геометричні та фізичні зміни в межах такого блоку не відбуваються. Тобто, такий блок є кінцевим елементом для визначення обсягів спостережень. При збільшенні вірогідності зсуву розмір такого блоку зменшується.

При змінах фізико-механічних характеристик ґрунтів в обсязі схилу, що призводять до зміни коефіцієнту його стійкості, а саме: геологічної та гідрологічної будови масиву формують нові умовно жорсткі неподільні блоки спостереження, що мають незмінні властивості.

Значна зміна рельєфу призводить до зміни обсягів ґрунтового масиву, що знаходяться у невірноваженому стані на схилі і, відповідно є необхідність у виокремленні блоків спостереження при значній зміні рельєфу.

Наявність в межах зсувонебезпечної території будівель та споруд впливає на збільшення зусиль, що виникають в ґрунтовому масиві у порівнянні з ділянками з відсутньою забудовою і відповідно на зміну

стійкості схилів з більш навантаженими ділянками. Такі ділянки (з наявною забудовою) потребують виокремлення у окремі блоки спостереження. Враховуючи можливість виникнення власних нерівномірних зусиль і деформацій в забудові, що має значні габарити у плані, рекомендується також виокремлювати на окремі блоки спостереження ділянки у межах габаритної будівлі довжиною не більше 25 – 30 м.

Кількість блоків з різними відносними властивостями характеризують динаміку зміни властивостей зсувонебезпечної території.

В межах виділеного блоку вибирають п'ять точок спостереження. Дві точки розташовують на поверхні плато схилу в місці найбільших прогнозованих деформацій (виклинювання на плато кривої ковзання), дві інші точки розташовують на поверхні підніжжя схилу в місці найбільших прогнозованих деформацій (виклинювання кривої ковзання на підніжжі схилу). П'яту точку спостереження вибирають в місці максимальних деформацій в тілі зсувного масиву (рис.2-3).

Просторові координати розташування точок спостережень ( $K$  розт) визначають аналітичними та числовими методами в залежності від параметрів: висоти ( $h$ ) та кута ( $\alpha$ ) схилу, фізико-механічних параметрів ґрунту (щільності  $\gamma$ , кута внутрішнього тертя  $\phi$ ,

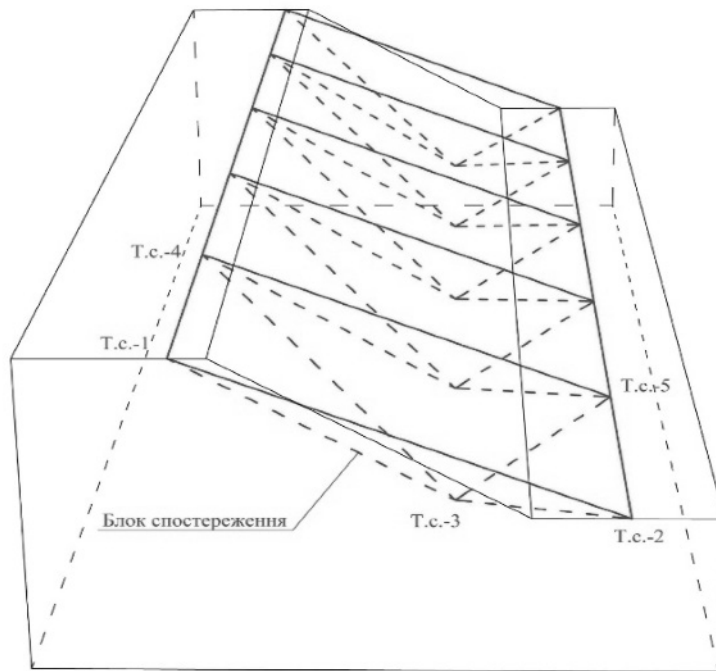


Рис. 3 Просторова схема розташування блоків спостереження на схилі у вигляді кінцевих елементів можливого зсуву (для однорідного схилу)

зчеплення  $c$ , модуля деформації  $E$ ), порового тиску ( $p$ ):

$$K_{\text{розг}} = f(h, \alpha, \gamma, \phi, c, E, p)$$

П'ять точок спостережень формують просторову піраміду, яка умовно імітує тіло зсуву. Просторова "піраміда" (рис. 3) сформована точками спостережень на окремому блоці приймається як кінцевий елемент тіла зсуву. Інструментальний моніторинг такого елемента дає можливість фіксації виникнення деформацій та прогнозування розвитку зсувного процесу.

В загальному випадку обсяг циклу спостережень ( $Mni$ ) у складі інструментального моніторингу зсувонебезпечної території визначено, як

$$Mni = Nc-n Ni,$$

де  $Nc-n$  — кількість точок спостереження в межах одиничного неподільного блоку (кінцевого елемента) спостережень;

$Ni$  — кількість одиничних неподільних блоків (кінцевих елементів) спостережень території інструментального моніторингу.

Тривалість трудового процесу визначення фізико-технічних характеристик, зсувонебезпечної території ( $Tni$ ):

$$Tni = Tc-n Ni,$$

$$Tc-n = Tc-1 + Tc-2 + Tc-3 + Tc-4 + Tc-5,$$

де,  $Tc-n$  — тривалість трудового процесу визначення фізико-технічних характеристик в межах одиничного неподільного блоку спостережень;

$Tc-1 \dots - Tc-5$  — тривалість трудового процесу визначення фізико-технічних характеристик в одній точці в межах одиничного неподільного блоку спостережень.

Трудовитрати виконання трудового процесу визначення фізико-технічних характеристик, зсувонебезпечної території ( $Qni$ ):

$$Qni = Tc-n Ni \cdot \text{Чл},$$

де  $\text{Чл}$  — чисельність ланки для виконання трудового процесу інструментального моніторингу з визначення фізико-технічних характеристик зсувонебезпечної території.

зпечної території.

Визначення обсягів циклу інструментального моніторингу проведено шляхом дослідження з використанням ідеалізованої моделі варіантів компенсаційних заходів при поступовій втраті схилом стійкості протягом його життєвого циклу. За результатами інструментальних спостережень у прийнятих точках на схилі основним чинником втрати стійкості вибрано обводнення схилу, як найбільш впливовий фактор зміни стійкості. Ідеалізована модель базується на розподілі масиву ґрунту схилу на окремі блоки вздовж зсувонебезпечної території, в межах яких ведуться спостереження за деформаціями поверхні та в тілі ґрунтового масиву, а також визначення рівня ґрунтових вод та значення порового тиску. Розділення на блоки виконане за результатами розрахунків у програмному комплексі Plaxis.

В результаті розрахунків отримані ізополя ймовірних деформацій, значення граничних деформацій для трьох стадій існування схилу, оскільки наявність різних факторів впливу вимагає виділення таких стадій. Визначені поверхні ковзання ймовірних зсувів. Стадійність забудови схилу ідеалізованої моделі розділена на три основні етапи за принципом збільшення рівня урбанізації та техногенного впливу, а саме:

1) схил знаходиться у природньому стані без забудови та споруд інфраструктури.

2) на схилі влаштована цегляна 5-ти поверхова будівля з під'їзною дорогою.

3) на схилі влаштована новобудова — 25-поверхова монолітно-каркасна будівля з підземною частиною і фундаментом з палів.

Для визначення обсягів циклу інструментального спостереження в межах ідеалізованої моделі згідно методики наведеної вище виділяють блоки спостереження для кожного розрахункового етапу.

В межах виділеного блоку вибирають п'ять точок спостереження. Дві точки розташовують на по-



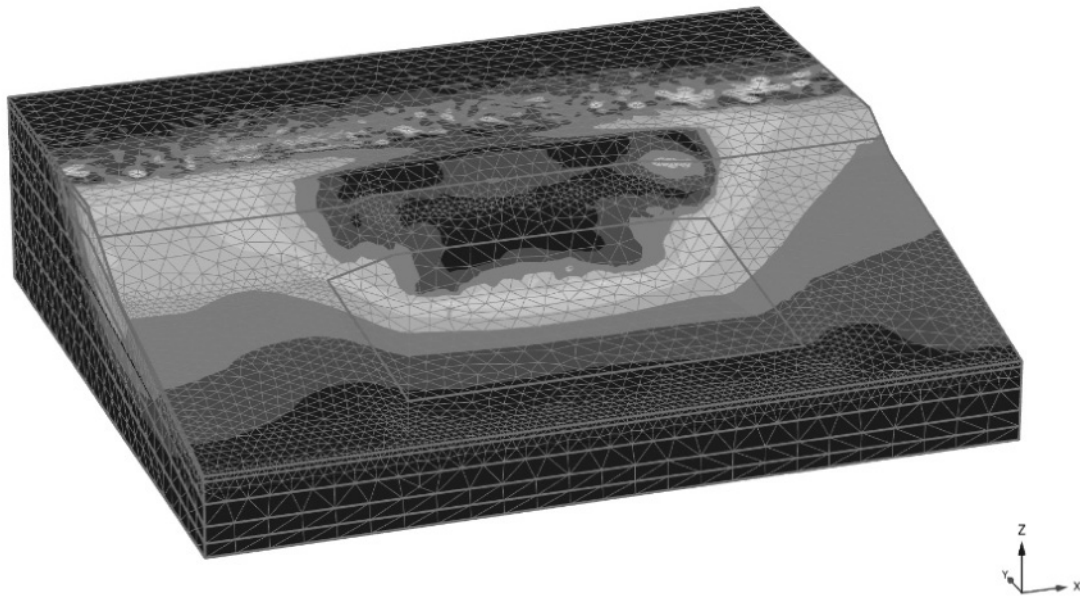


Рис. 4 Ізополя деформацій ґрунтового масиву в просторовому вигляді для схилу в природньому стані

верхні плато схилу в місці найбільших прогнозованих деформацій (виклинювання на плато кривої ковзання), дві другі точки розташовують на поверхні підніжжя схилу в місці найбільших прогнозованих деформаціях (виклинювання кривої ковзання на підніжжі схилу). П'ять точку спостереження вибирають в місці максимальних деформацій в тілі зсувного масиву.

П'ять точок спостережень формують просторову піраміду, яка умовно імітує тіло зсуву. Просторова піраміда сформована точками спостережень на окремому блоці приймається як кінцевий елемент тіла зсуву. Інструментальний моніторинг такого елемента дає можливість фіксації виникнення деформацій та прогнозування розвитку зсувного процесу.

Етап 1 — схил знаходиться у природньому стані без забудови та споруд інфраструктури. Для даного етапу згідно методики блоки спостереження виділяються за ознакою зміни рельєфу схилу. В кожному блоці спостереження виділяють відповідні точки спостереження. Для визначення обсягів циклу інструментальних спостережень за результатами розрахунків для цієї стадії існування схилу визначено обсяг блоків та точок спостереження (рис. 4-8), де: на рис. 4 — наведено ізополя деформацій ґрунтового масиву в просторовому вигляді (ізометрії) для схилу в природньому стані; на рис. 5 — виділено блоки та точки спостереження в вигляді плану для схилу в природньому стані; на рис. 6-8 — вказано точки спостереження блоків №1,2 і 3 для схилу в природньому стані.

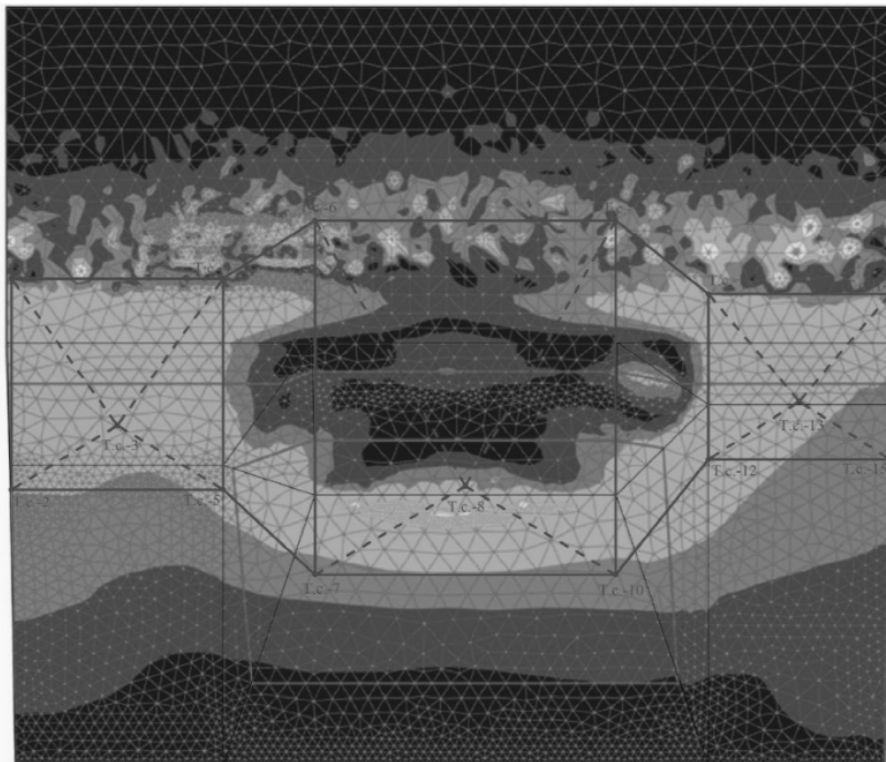


Рис. 5 Блоки та точки спостереження в вигляді плану для схилу в природньому стані

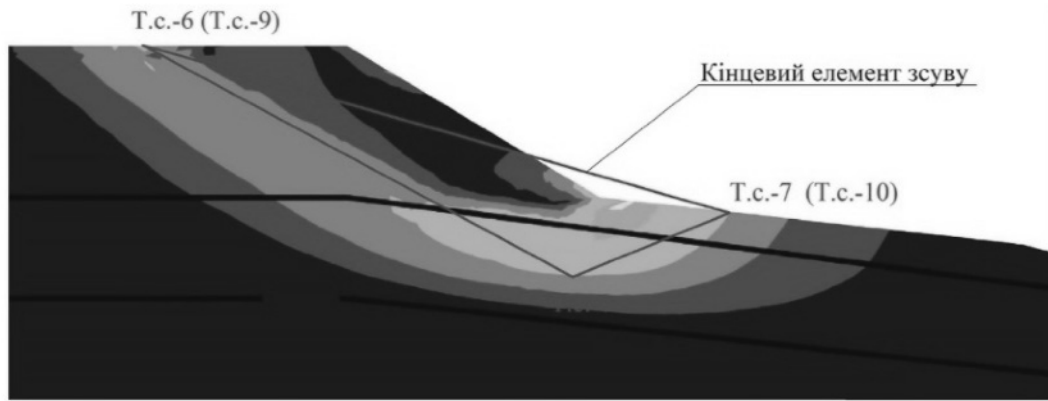


Рис. 6 Точки спостереження блоку №1 для схилу в природньому стані

Схил ідеалізованої моделі у природньому стані без забудови та споруд інфраструктури характеризується трьома основними ділянками зі значною різницею у рельєфі і відповідно для визначення обсягів інструментального спостереження згідно методики виділяється 3 блоки та 14 точок спостереження.

Етап 2 – на схилі влаштована цегляна 5-ти поверхова будівля з під'їзною дорогою. Для даного етапу згідно методики блоки спостереження виділяються за ознакою зміни рельєфу схилу та наявністю забудови. В кожному блоці спостереження виділяють відповідні точки спостереження. Для визначення обсягів циклу інструментальних спостережень за результатами розрахунків для цієї стадії існування схилу визначено обсяг блоків та точок спостереження (рис. 9-14), де: на рис. 9 – наведено ізополю деформацій ґрунтового масиву в просторовому вигляді (ізометрії) для схилу з 5-ти поверховою будівлею; на рис. 10 – виділено блоки та точки спостереження в вигляді плану для схилу з 5-ти поверховою будівлею; на рис. 11-14 – вказано точки спостереження блоків

№1,2, 3 і 4 для схилу з влаштуванням цегляної 5-ти поверхової будівлі.

Схил ідеалізованої моделі з цегляною 5-ти поверховою будівлею характеризується трьома основними ділянками зі значною різницею у рельєфі та однією будівлею і відповідно для визначення обсягів інструментального спостереження згідно методики виділяється 4 блоки та 16 точок спостереження.

Етап 3 – на схилі влаштована новобудова – 25-поверхова монолітно-каркасна будівля з підземною частиною і фундаментом з паль.

Для даного етапу згідно методики блоки спостереження виділяються за ознакою зміни рельєфу схилу та наявністю забудови. В кожному блоці спостереження виділяють відповідні точки спостереження. Для визначення обсягів циклу інструментальних спостережень за результатами розрахунків для цієї стадії існування схилу визначено обсяг блоків та точок спостереження (рис. 15-20), де: на рис. 15 – наведено ізополю деформацій ґрунтового масиву в просторовому вигляді (ізометрії) для схилу з новобудо-

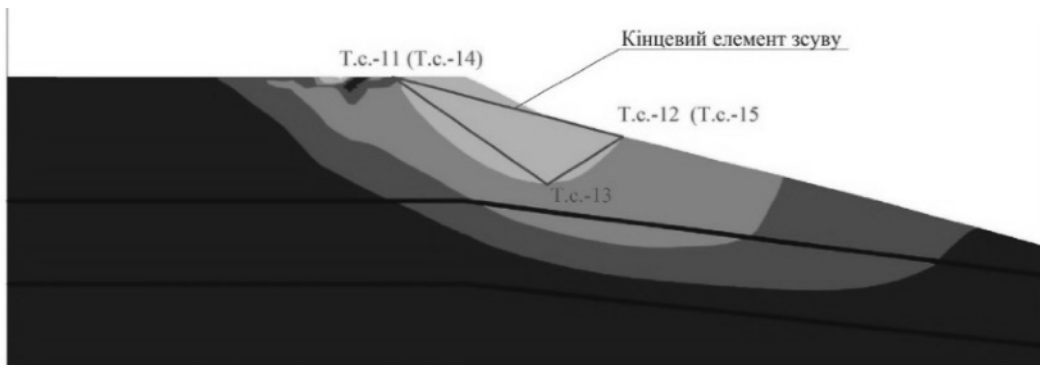


Рис. 7 Точки спостереження блоку №2 для схилу в природньому стані

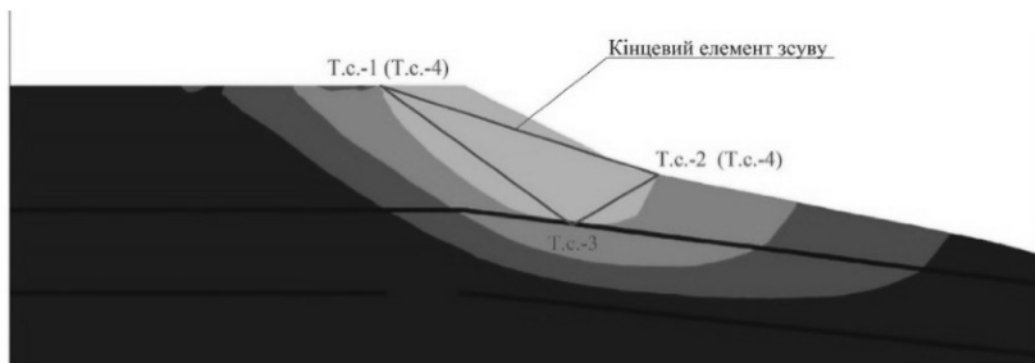


Рис. 8 Точки спостереження блоку №3 для схилу в природньому стані



Рис.9 Ізополя деформацій ґрунтового масиву в просторовому вигляді для схилу з 5-ти поверховою будівлею

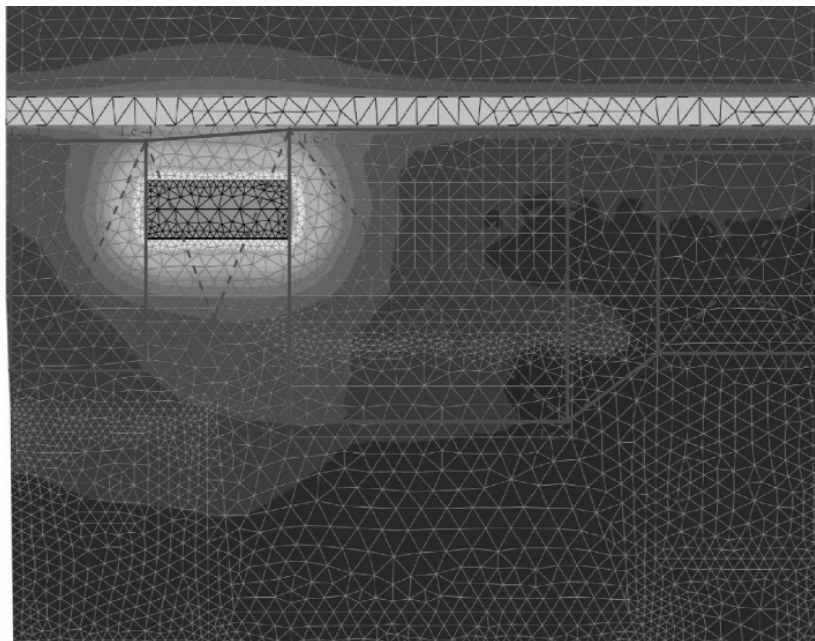


Рис.10 Блоки та точки спостереження в плані для схилу з 5-ти поверховою будівлею

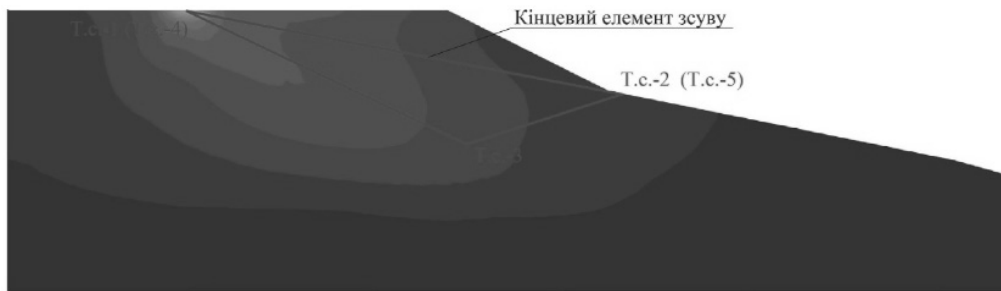


Рис. 11 Точки спостереження блоку №1 для схилу з 5-ти поверховою будівлею

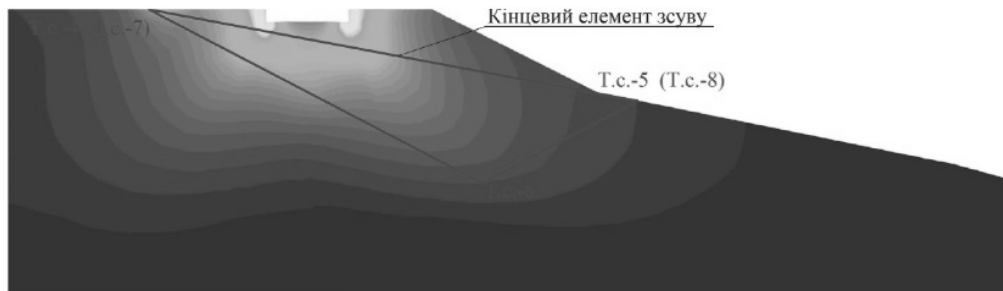


Рис. 12 Точки спостереження блоку №2 для схилу з 5-ти поверховою будівлею

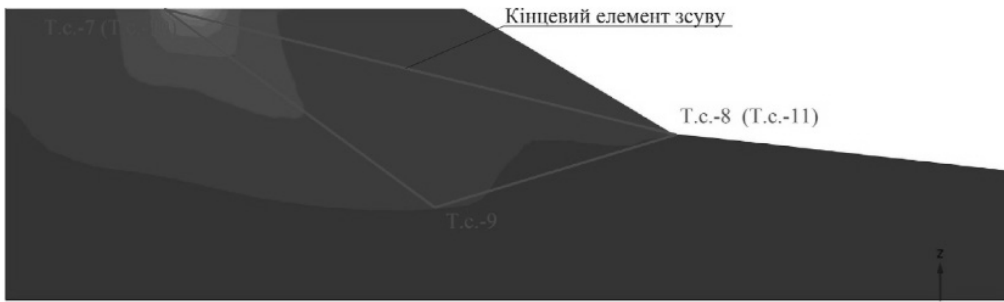


Рис. 13 Точки спостереження блоку №3 для схилу з 5-ти поверховою будівлею

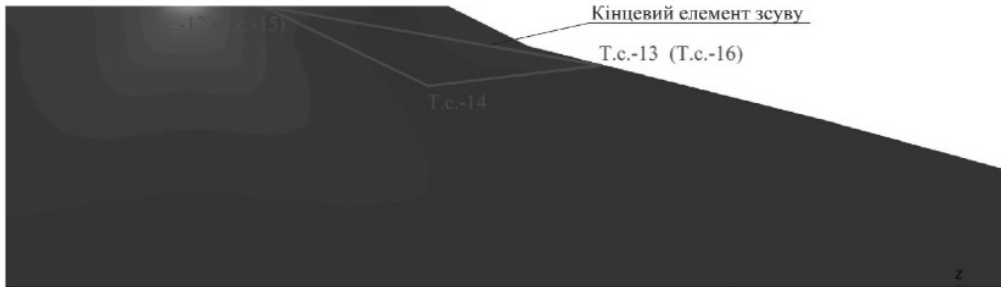


Рис. 14 Точки спостереження блоку №4 для схилу з 5-ти поверховою будівлею

вою; на рис. 16 - виділено блоки та точки спостереження в вигляді плану для схилу з новобудовою; на рис. 17 - 20 - вказано точки спостереження блоків №1,2, 3 і 6 для схилу з новобудовою.

Схил ідеалізованої моделі з 25-ти поверховою новобудовою характеризується трьома основними ділянками зі значною різницею у рельєфі та двома будівлями, слід відмітити, що враховуючи значні габарити новобудови вона розділяється додатково на два блоки, відповідно для визначення обсягів інструментального спостереження виділяється 6 блоків та 22 точки спостереження.

Для прогнозу подальшої експлуатації схилу, будівель і споруд ідеалізованої моделі виділені додаткові стадії розрахунку з урахуванням впливу негативного фактору (зміна гідрологічного режиму), що впли-

ває на загальну стійкість зсувонебезпечної території. Блоки та точки спостереження на різних етапах зміни гідрологічного режиму прийняті з етапу експлуатації новобудови для можливості своєчасного виявлення зміни сталого стану блоків спостереження.

Етап зміни гідрологічного режиму схилу розраховувався поетапно для різних варіантів:

Варіант 1. Розрахунок значного обводнення ґрунтового масиву. В результаті розрахунку визначено, що при значному обводненні стійкість схилу втрачається (коефіцієнт стійкості схилу менше 1,0) і без додаткових заходів будівлі, що влаштовані на плато схилу зазнають деформацій, які можуть призвести до втрати стійкості конструкцій будівлі.

Варіант 2. Розрахунок значного обводнення ґрунтового масиву з влаштуванням утримуючої схил спо-

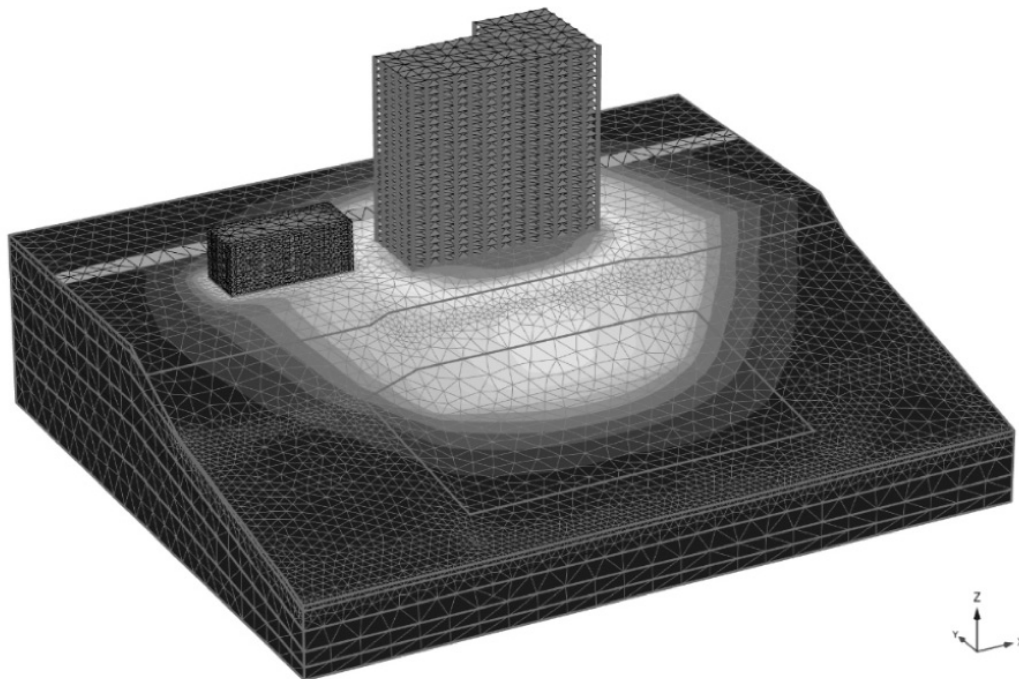


Рис.15 Ізополя деформацій ґрунтового масиву в просторовому вигляді для схилу з новобудовою

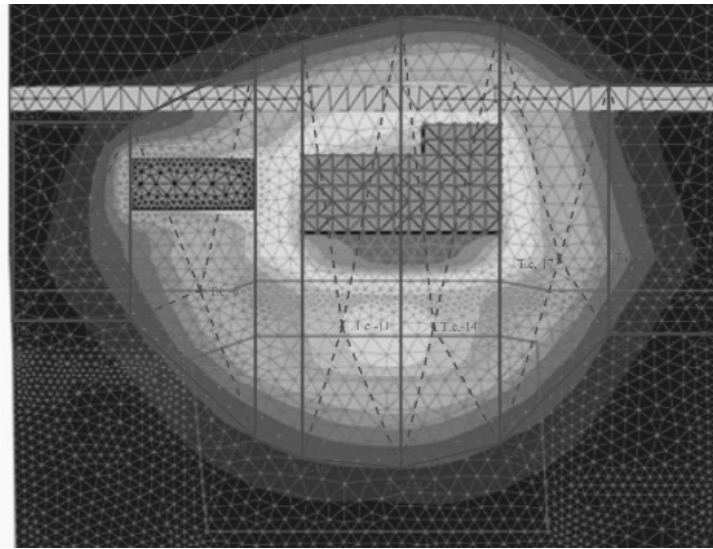


Рис.16 Блоки та точки спостереження в плані для схилу з новобудовою

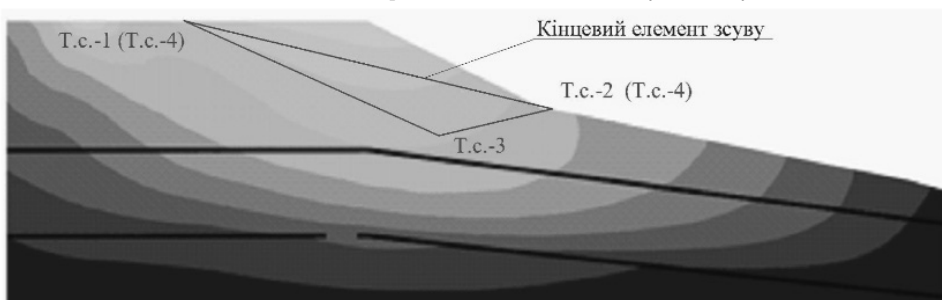


Рис. 17 Точки спостереження блоку №1 для схилу з новобудовою

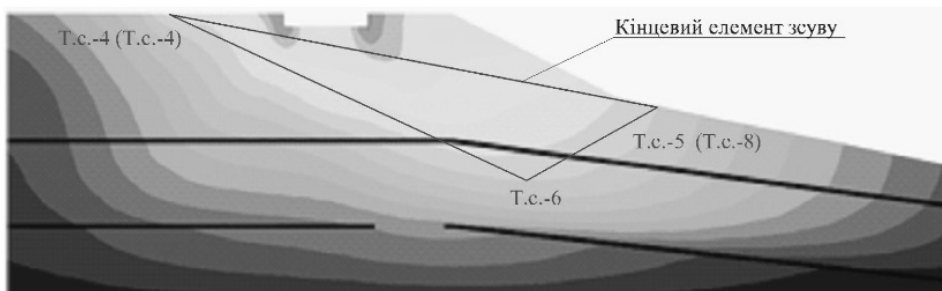


Рис. 18 Точки спостереження блоку №2 для схилу з новобудовою

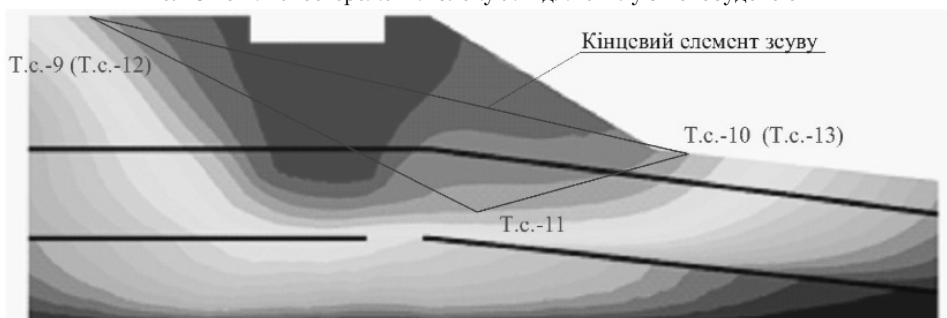


Рис. 19 Точки спостереження блоку №3 для схилу з новобудовою

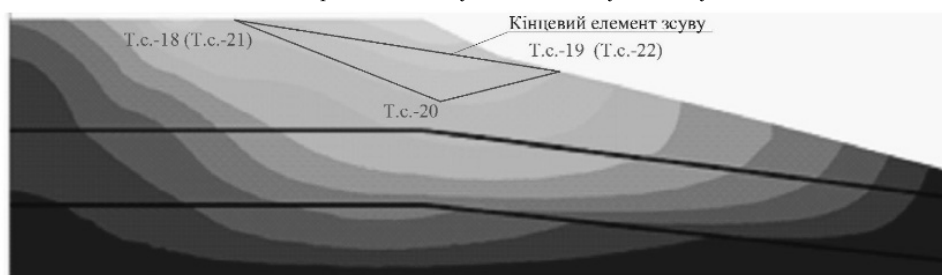


Рис. 20 Точки спостереження блоку №6 для схилу з новобудовою

руди у вигляді підпірної стіни. Аналіз розрахунку показав, що для приведення схилу до стійкого стану необхідне влаштування потужних компенсаційних заходів у вигляді підпірної стіни протяжністю 120 м з пал' діаметром 820 мм, кроком 1,2 м та довжиною 30 м. Влаштування такої підпірної стіни дає можливість забезпечити стійкість схилу (коефіцієнт стійкості більше 1,25) в межах зсувонебезпечної території.

Варіант 3. Розрахунок поступової зміни гідрологічної ситуації з влаштуванням компенсаційних заходів в залежності від результатів моніторингу зсувонебезпечної території. Постійне спостереження за зміною рельєфу, глибинними деформаціями та зміною гідрологічної ситуації дає можливість застосовувати протизсувні заходи на початкових стадіях втрати стійкості схилу зсувонебезпечної території.

Змодельовано підняття рівня ґрунтових вод на схилі на 3 м, що призводить до зниження коефіцієнту стійкості схилу нижче допустимого значення (менше 1,25). Аналіз проведеного розрахунку показав, що для забезпечення стійкості схилу достатньо влаштування

системи водовідведення (дренажу) на плато. Влаштування на цьому етапі дренажу дозволяє знизити рівень ґрунтових вод та забезпечити коефіцієнт стійкості схилу більше 1,25.

Змодельована ситуація з неефективною роботою системи дренажу подальшого підняття рівня ґрунтових вод на 3 м, що знову призводить до зниження коефіцієнту стійкості схилу нижче допустимого значення (менше 1,25). Аналіз проведеного розрахунку показав, що на даному етапі влаштування гравітаційної підпірної стіни з 3-х рядів габйонів у підніжжі схилу призводить до стабілізації схилу (коефіцієнт стійкості схилу більше 1,25).

В результаті розрахунків отримуються дані щодо граничних значень показників, які фіксуються системою моніторингу.

Аналіз розрахунків, виконаних на ідеалізованій моделі, показали, що застосування системи моніторингу дозволяє своєчасно реагувати на наближення контрольованих показників до граничних значень і завчасно використовувати оптимальні (менш затратні) компенсаційні заходи для стабілізації схилу.

#### Література

1. Типологія та ранжування зсувних процесів і протизсувних заходів у межах інженерно-геологічних регіонів України з врахуванням критерію уразливості./ П.Є. Григоровський, Ю.М. Червяков, Л.М. Грубська, В.О. Басанський, С.О. Мармалюк. // Будівельне виробництво – 2019, № 68, С. 39-46.
2. Зуска А.В. Визначення зсувонебезпечних ділянок за результатами геодезичного моніторингу / Інженерна геодезія -2014, вип. 60, С. 14-22
3. ГОСТ Р 22.1.06-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования
4. Григоровський П.Є. Будівельно-інформаційні моделі і методи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві [Текст] : монографія. / П.Є.Григоровський – К: Майстер книг, 2019. – 340 с.
5. Григоровський П.Є. Методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель і споруд дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.23.08. Харків : ХТУБА. 2018. 503 с.
6. Дослідження операцій: навчальний посібник / О.О. Терент'єв, О.В. Доля, О.І. Баліна. – К.: Компрінт, 2020. – 116 с.:іл. 2.
7. Егорова Е.С., Иоскевич А.В., Иоскевич В.В., Агисhev К.Н., Кожевников В.Ю. Модели ґрунтов, реализованные в программных комплексах SCAD Office и Plaxis 3D// Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №3 (42). С. 31-60.
8. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*

#### References

1. Typology and ranking of landslide processes and landslide measures within the engineering and geological regions of Ukraine, taking into account the criterion of vulnerability. P.E. Hrigorovskiy, Yu.M. Червяков, Л.М. Грубська, В.О. Basansky, S.O. Marmalyuk. // Construction production – 2019, № 68, P. 39-46.
2. Zuska AV Determination of landslide-prone areas based on the results of geodetic monitoring / Engineering Geodesy -2014, vol. 60, pp. 14-22
3. GOST R 22.1.06-99 Safety in emergency situations. Monitoring and forecasting of dangerous geological phenomena and processes. General requirements
4. Hrigorovskiy PE Building-information models and methods of formation of organizational-technological decisions of instrumental measurements in construction [Text]: monograph. / PE Grigorovsky – K: Master of Books, 2019. – 340 p.
5. Hrigorovskiy PE Methodological bases of formation of organizational and technological decisions of instrumental measurements at construction and operation of buildings and constructions dis. ... Dr. Tech. Science: special. 05.23.08. Kharkiv: KhTU-BA. 2018. 503 p.
6. Research of operations: a textbook / O.O. Terentyev, OV Dolya, OI Balina. – K.: Comprint, 2020. – 116 pp.: ill. 2.
7. Egorova ES, Ioskevich AV, Ioskevich VV, Agishev KN, Kozhevnikov V.Yu. Soil Models Implemented in SCAD Office and Plaxis 3D Software Systems // Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. No. 3 (42). S. 31-60.
8. SP 22.13330.2011 Foundations of buildings and structures. Updated edition of SNiP 2.02.01-83 \*

**П.Е. Григоровский**, д.т.н., ВрИО директора ГП "НИИСП", г. Киев,  
Orcid 0000200032052725890;  
**В.О. Басанский**, зав. сект. ГП "НИИСП", г. Киев,  
Orcid 0000200022785027798;

### ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ЦИКЛА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИХ ЗАСТРОЙКИ

**Аннотация.** Приведенная методика исследования объемов цикла инструментального мониторинга оползневых территорий путем моделирования геодинамических процессов ее застройки, основанный на анализе и синтезе составных условной идеализированной модели оползнеопасных территорий и их застройки в течение жизненного цикла ее существования. Основой такой модели является наиболее распространенные в Украине геологические условия, формирующие оползнеопасные территории и застройку таких территорий, которые в совокупности влияют на перечень факторов природного и техногенного влияния на их устойчивость. Исходными данными для выбора системы и проектирования технологии измерительных работ при наличии угрозы оползней являются: устойчивость склонов и их крутизна; состояние и геологический состав грунтового основания; источники подтоплений и вибраций, является угрозой нарушения устойчивости склонов. Риски повреждений оцениваются на основе данных инженерных изысканий, предназначенных для проектирования мероприятий по уменьшению негативных последствий, обусловленных геологическими процессами, природными и техногенными чрезвычайными ситуациями

**Ключевые слова:** инструментальный мониторинг; оползни; методика; моделирование; технология строительства; организация строительства.

**P.E. Hryhorovskiy**, Doctor of Technical Sciences, Acting Director State Enterprise "Research institute of building production named V.S. Balitsky", Kyiv,  
Orcid 0000200032052725890;  
**V.O. Basanskyi**, Head of Sector, State Enterprise "Research institute of building production named V.S. Balitsky", Kyiv,  
Orcid 0000200022785027798

### RESEARCH OF VOLUMES OF THE CYCLE OF INSTRUMENTAL MONITORING OF LANDLESS DANGEROUS TERRITORIES BY SIMULATION OF GEODYNAMIC PROCESSES OF THEIR PROCEDURES

**Annotation.** The method of research of cycles of instrumental monitoring of landslide areas by modeling geodynamic processes of its development based on the analysis and synthesis of components of conditional idealized model of landslide areas and their development during the life cycle of its existence is given. The basis of this model is the most common geological conditions in Ukraine, which form landslide-prone areas and the development of such areas, which together affect the list of factors of natural and man-made impact on their stability. The initial data for the choice of the system and the design of the technology of measuring works in the presence of the threat of landslides are: the stability of the slopes and their steepness; condition and geological composition of the soil base; sources of flooding and vibration, which is a threat to the stability of the slopes. Damage risks are assessed on the basis of engineering surveys designed to design measures to reduce the negative effects caused by geological processes, natural and man-made emergencies.

**Key words:** instrumental monitoring; landslides; methods; modeling, construction technology; construction organization.

**І.В.Шумаков**, д.т.н., проф., завідувач кафедри, Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків,  
Orcid 000-0002-1502-051X;

**Ю.М.Червяков**, заступник директора, ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва", м. Київ,  
Orcid 0000-0002-1326-6217;

**Р.І.Мікаутадзе**, аспірант, Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків,  
Orcid 0000-0003-4501-7968;

**І.І.Ляхов**, аспірант, Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків,  
Orcid 0000-0003-1488-2756

## ОСНОВНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ ПРИ УЛАШТУВАННІ КОТЛОВАНУ ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ ВПЛИВУ БУДІВНИЦТВА ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЛІ НА ОТОЧУЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ

***Анотація.** Наведено методіку та розрахунок визначення впливу різних факторів, що мають місце при улаштуванні котловану на території ущільненої міської забудови, на трудовитрати, які обумовлюють терміни та вартість улаштування котловану. Для отримання об'єктивної інформації на основі методу експертних оцінок здійснено ранжирування факторів, що обумовлюють ущільнені умови в зоні улаштування котловану та зведення підземної частини будівлі. Здійснено розрахунок достовірності отриманої експертної оцінки, для чого визначено ступінь однозначності експертів за допомогою середнього квадратичного відхилення та коефіцієнта варіації.*

*За результатами досліджень встановлено, що основними факторами, які обумовлюють ущільнені умови в зоні улаштування котловану та виконання земляних робіт, є відстань від котловану до прилеглих будівель та доріг; властивості ґрунтової основи; глибина котловану.*

*Представлено результати вибору методів огороження котловану, що поєднують відносно невеликі часові та фінансові витрати при досягненні гарантованого унеможливлення суттєвого впливу негативних факторів улаштування котловану та здійснення земляних робіт на оточуючі об'єкти ущільнення, на підставі ранжирування можливих варіантів огороження котловану як одного з поширених колективних методів експертних оцінок.*

*За комплексною оцінкою ефективності та фінансових і часових витрат на улаштування огороження котловану методи розташовано в такому порядку: стіна в ґрунті; буросекучі палі; буро набивні палі; збірні залізобетонні плити; шпунт Ларсена; сталевий шпунт із залізобетонною забіркою; сталевий шпунт з дерев'яною забіркою; дерев'яний шпунт.*

***Ключові слова:** Методика; котлован; вплив; ущільнена міська забудова; фактор ущільнення; експертна оцінка; методи огороження; ранжирування.*

**Постановка проблеми.** Досвід будівництва підземної частини будівель в умовах ущільненої міської забудови свідчить про те, що трудовитрати на улаштування котловану в значній мірі залежать від факторів, які зумовлюють необхідність виконання додаткових робіт для забезпечення фронту земляних робіт з улаштування котловану. Необхідно якомога раніше визначити фактори впливу та їх ступінь на темпи виконання будівельних робіт з улаштування котловану.

Серед факторів впливу, що мають місце при улаштуванні котловану на території ущільненої міської забудови, слід відзначити найтипівіші: характеристика основи будівельного майданчика, ступінь ущільненості, наявність підземних мереж та об'єктів, відстань від котловану до будівель та доріг, гідрогеологічні умови тощо.

Часткове або повне запобігання негативного впливу робіт з улаштування котловану на оточуючі об'єкти може забезпечити виконання огороження котловану з використанням дерев'яного шпунта; шпунта Ларсена; буронабивних палей; буросекучих палей; збірних залізобетонних плит; сталевих шпунтів з дерев'яною забіркою; сталевих шпунтів із залізобетонною

забіркою; методу "стіни в ґрунті". Усі наведені огороження мають різну ефективність, а також терміни та трудовитрати їх виконання. Вибір методу огороження котловану має бути визначено з урахуванням конкретних умов будівельного майданчика.

**Мета** полягає у визначенні найсуттєвіших факторів, які обумовлюють ущільнені умови в зоні улаштування котловану та виконання земляних робіт, а також встановлення ефективних методів огороження котловану з оптимальними термінами та трудовитратами їх реалізації.

**Аналіз останніх досліджень.** Досвід зведення будівель в ущільнених умовах міст Європи свідчить про необхідність розроблення складних організаційно-технологічних рішень будівництва підземної частини об'єктів [1].

За даними статистики найбільша ймовірність пошкодження існуючої забудови можлива в будівельний період при виконанні робіт нульового циклу [2]. При будівництві будівель в умовах ущільненої міської забудови найбільш складні питання доводиться вирішувати саме у випадку будинків із значним заглибленням підземної частини. У зв'язку з обмеженням



площі будівельного майданчику, як правило, використовують огороження котловану з паль, коли рівень підземних вод нижче рівня дна котловану, або огороження стіною за методом "стіна в ґрунті", коли рівень підземних вод вище рівня дна котловану.

Конструкція огороження повинна сприймати тиск ґрунту, при цьому горизонтальні переміщення огороження котловану повинні виключати наднормовані осідання фундаментів прилеглої забудови, а також забезпечити водонепроникність огороження при рівні підземних вод вищому за рівень дна котловану.

При улаштуванні котлованів в умовах щільної забудови згідно з [3] необхідно передбачати заходи захисту існуючих споруд шляхом виконання огорожувальних конструкцій котловану у вигляді стін із шпунта, бурових паль чи "стіни в ґрунті" або при влаштуванні котлованів у рівні закладання підшви існуючих фундаментів виконувати захисний екран із паль вдавлених або бурових малого діаметра.

За результатами науково-технічного супроводу будівництва громадсько-житлового комплексу встановлено необхідність виконання огороження котловану для запобігання осипання або опливання його бортів у випадку підвищення рівня підземних вод вище відміток дна котловану. [4].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для визначення вагомості впливу різних факторів на трудовитрати, що обумовлює терміни та вартість улаштування котловану, прийнято територію міста Харків як одного з міст-мільйонників з розгалуженою мережею ліній метрополітену, експлуатаційна довжина якої є другою в країні. Для отримання об'єктивної інформації на основі методу експертних оцінок здійснено ранжирування факторів, що обумовлюють ущільнені умови в зоні улаштування котловану та зведення підземної частини будівлі, для чого використано знання та досвід восьми експертів-спеціалістів у галузі технології та організації будівництва об'єктів виробничого та невиробничого призначення.

Метод експертного оцінювання представляє собою комбінацію методів, що базуються, з одного боку, на досвіді та інтуїції фахівців, а з іншого – на методах математичної статистики.

Попередньо з експертами визначено перелік факторів, які впливають на трудовитрати улаштування котловану на території ущільненої забудови, та відібрано сім факторів, що, на думку експертів, в найбільшому ступені обумовлюють ущільнені умови в

зоні улаштування котловану та зведення підземної частини будівлі: глибина котловану, підземні інженерні мережі, підземні споруди, властивості ґрунтової основи, рівень ґрунтових вод, відстань від котловану до прилеглих будівель та доріг, дерева та чагарники на будівельному майданчику.

Опитування експертів здійснено за допомогою анкети з переліком факторів, що створюють умови ущільненості в зоні улаштування котловану.

Експертам запропоновано оцінити вплив цих факторів у балах, починаючи з найменш вагомого (оцінка 1, більший вплив – вищий бал). Застосовано індивідуальний метод визначення експертної оцінки, коли кожний експерт дає свою оцінку незалежно від інших, а потім оцінки всіх експертів щодо конкретного фактору об'єднують у загальну за допомогою статистичних методів.

Оскільки для висловлення думки експерти використовували кількісні параметри (бали), то для визначення узагальненої думки розраховували середнє значення кожного із запропонованих експертам фактору. Для експертної оцінки підібрано однорідний склад експертів зі стажем роботи в галузі будівельного виробництва не менше 20 років, що обумовлює можливість розраховувати просте середнє арифметичне значення кожного фактору за формулою:

$$x = \frac{\sum x_i}{k}, \quad (1)$$

де  $x_i$  – індивідуальна думка кожного експерта;  
 $k$  – кількість експертів, які приймали участь в опитуванні.

Результати експертного оцінювання факторів, що створюють умови ущільненості в зоні улаштування котловану, наведено в табл.1. Розрахунок достовірності отриманої експертної оцінки є обов'язковим елементом аналізування отриманих результатів. Для цього визначається ступінь однозначності експертів за допомогою:

- середнього квадратичного відхилення;
- коефіцієнта варіації ( $C$ ), який вираховується за формулою:

$$C = \frac{\sigma \cdot 100}{x} \quad (2)$$

де  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення.

Табл. 1. Експертне оцінювання факторів, що створюють умови ущільненості в зоні улаштування котловану

| Ч.ч. | Фактори   | Значення факторів за даними експертів |   |   |   |   |   |   |   |         |
|------|---|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---------|
|      |   | 1                                     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Середнє |
| 1    | глибина котловану                                     | 6                                     | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 6 | 5,125   |
| 2    | підземні інженерні мережі                             | 2                                     | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1,750   |
| 3    | підземні споруди                                      | 4                                     | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3,375   |
| 4    | властивості ґрунтової основи                          | 5                                     | 6 | 7 | 6 | 6 | 7 | 6 | 5 | 6,000   |
| 5    | рівень ґрунтових вод                                  | 3                                     | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 3,750   |
| 6    | відстань від котловану до прилеглих будівель та доріг | 7                                     | 7 | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 6,750   |
| 7    | дерева та чагарники на будівельному майданчику        | 1                                     | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1,250   |

Табл. 2. Середні квадратичні відхилення та коефіцієнти варіації

| Фактори за табл.1 | $(x_i - x)^2$ |       |       |       |       |       |       |       | Середнє квадратичне відхилення | Коефіцієнт варіації |       |
|-------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------|---------------------|-------|
|                   | експерти      |       |       |       |       |       |       |       |                                |                     | Сума  |
|                   | 1             | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |                                |                     |       |
| 1                 | 0,766         | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 1,266 | 0,016 | 0,016 | 0,766 | 2,878                          | 0,600               | 11,71 |
| 2                 | 0,063         | 0,063 | 0,563 | 0,063 | 0,563 | 0,063 | 0,063 | 0,063 | 1,504                          | 0,434               | 24,80 |
| 3                 | 0,391         | 0,141 | 0,391 | 0,141 | 0,141 | 0,141 | 0,391 | 0,141 | 1,878                          | 0,485               | 14,37 |
| 4                 | 1,000         | 0     | 1,000 | 0     | 0     | 1,000 | 0     | 1,000 | 4,000                          | 0,707               | 11,78 |
| 5                 | 0,563         | 0,063 | 0,563 | 0,063 | 1,563 | 0,063 | 0,563 | 0,063 | 3,504                          | 0,662               | 17,65 |
| 6                 | 0,063         | 0,063 | 0,563 | 0,063 | 0,063 | 0,563 | 0,063 | 0,063 | 1,504                          | 0,434               | 6,43  |
| 7                 | 0,063         | 0,063 | 0,563 | 0,063 | 0,563 | 0,063 | 0,063 | 0,063 | 1,504                          | 0,434               | 34,72 |

Середнє квадратичне відхилення визначається за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (x_i - x)^2} \quad (3)$$

де  $x$  – середнє значення оцінки.

Середньоквадратичне відхилення дорівнює кореню квадратному з дисперсії вибірки, що, в свою чергу, є середнім значенням для квадратичних відхилень від вибіркового середнього. Результати розрахунку середнього квадратичного відхилення та коефіцієнта варіації по кожному фактору наведено в табл. 2.

Мінливість (розсіяння) вважається слабкою при коефіцієнті варіації менше 10 % та середньою, якщо значення коефіцієнта варіації знаходиться в межах 11-25 % [5]. Якщо коефіцієнт варіації перевищує 25 %, то це вказує на неправильний підбір експертної групи, обумовлений високою неоднорідністю її за ступенем компетенції щодо цього запитання, та неможливість вважати отриманий результат значимим.

Отримані від експертів ранги факторів наведено на рис. 1 у вигляді гістограми.

Представлена гістограма характеризує значення факторів, що обумовлюють ущільнені умови в зоні улаштування котловану та виконання земляних ро-

біт з точки зору експертів, які у своїх висновках враховували свій досвід.

Таким чином, у подальших дослідженнях саме ці фактори ущільнення доцільно розглядати у взаємозв'язку з будівельним об'єктом.

Для вибору найефективніших методів огороження з точки зору термінів та трудовитрат їх виконання при досягненні гарантованого унеможливлення суттєвого впливу негативних факторів улаштування котловану та здійснення земляних робіт на оточуючі об'єкти ущільнення, проведено ранжирування можливих варіантів огороження котловану як одного з поширених колективних методів експертних оцінок. Суть методу полягає у розташуванні можливих варіантів огороження котловану у порядку їх значущості з урахуванням витрат на їх реалізацію. Для цього залучено вісім експертів.

Кожному заходу надається свій ранг, який позначається порядковим числом натурального ряду. При цьому ранг 1 експерт надає заходу, який, з огляду на набутий практичний досвід, слід найчастіше застосовувати для запобігання впливу улаштування котловану та виконання земляних робіт в ньому на об'єкти ущільнення.

Результати ранжирування експертами методів огороження котловану наведено в табл. 3 та на рис. 2.

Для надання можливості порівняння рангових

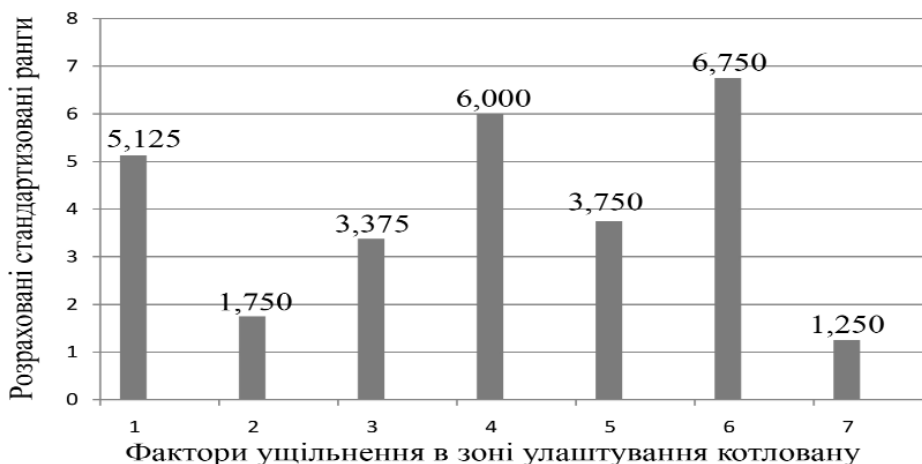


Рис. 1. Гістограма ранжирування факторів, що обумовлюють ущільнені умови в зоні улаштування котловану 5,125 – глибина котловану, 1,750 – підземні інженерні мережі, 3,375 – підземні споруди, 6,000 – властивості ґрунтової основи, 3,750 – рівень ґрунтових вод, 6,750 – відстань від котловану до прилеглих будівель та доріг, 1,250 – дерева та чагарники на будівельному майданчику

Табл. 3. Ранжирування методів огороження котловану

| Найменування методу огороження котловану* | Значення рангу за оцінкою експерта |    |    |    |    |    |    |    | Сума рангів | Відхилення суми рангів | Квадрат відхилення |
|---|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------------|------------------------|--------------------|
|   | 1                                  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |             |                        |                    |
| 1   | 2                                  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10          | 11                     | 12                 |
| 1   | 7                                  | 6  | 6  | 8  | 7  | 6  | 7  | 7  | 54          | -18                    | 324                |
| 2   | 5                                  | 4  | 3  | 5  | 4  | 4  | 5  | 4  | 34          | 2                      | 4                  |
| 3   | 4                                  | 2  | 2  | 3  | 3  | 1  | 3  | 3  | 21          | 15                     | 225                |
| 4   | 1                                  | 1  | 1  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 12          | 24                     | 576                |
| 5   | 3                                  | 3  | 2  | 4  | 4  | 3  | 4  | 5  | 28          | 8                      | 64                 |
| 6   | 6                                  | 5  | 5  | 7  | 5  | 7  | 6  | 8  | 49          | -13                    | 169                |
| 7   | 8                                  | 4  | 4  | 6  | 6  | 5  | 5  | 6  | 44          | -8                     | 64                 |
| 8   | 2                                  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 10          | 26                     | 676                |
| Сума рангів за всіма факторами            | 36                                 | 26 | 24 | 36 | 32 | 29 | 33 | 36 | 252         |                        |                    |
| Середня сума рангів                       |                                    |    |    |    |    |    |    |    | 36,0        |                        |                    |
| Сума квадратів відхилень                  |                                    |    |    |    |    |    |    |    |             |                        | 2102               |

\*1 – дерев'яний шпунт; 2 – шпунт Ларсена; 3 – буронабивні палі; 4 – буросекучі палі; 5 – збірні залізобетонні плити; 6 – сталевий шпунт з дерев'яною забіркою; 7 – сталевий шпунт із залізобетонною забіркою; 8 – "стіна в ґрунті".

оцінок експертів у випадку віднесення до однакового рівня будь-якого фактору або декількох факторів до одного рівня необхідно визначити стандартизовані ранги за наведеною у [6] формулою:

$$R_{ij}^{Standard} = \frac{R_{ij} D_{total}}{D_i} \quad (4)$$

де  $R_{ij}$  – значення  $i$ -го рангу  $j$ -го фактору;  $D_{total}$  – середня сума членів ряду явищ або фактору;  $D_i$  – сума рангів, привласнена  $i$ -им експертом за всіма чинниками

$$D_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} \quad (5)$$

Значення середньої суми членів ряду факторів  $D_{total}$  знаходилося із співвідношення

$$D_{total} = n(m+1)/2, \quad (6)$$

де  $n$  – загальне число експертів у групі;  $m$  – загальне число факторів.

Значення середньої суми членів ряду факторів дорівнює:

$$D_{total} = 8(8+1)/2 = 36,0$$

Розраховані стандартизовані ранги наведено в табл. 4.

Оцінку ступеню узгодженості думки експертів здійснювали за допомогою коефіцієнта конкордації (згоди) за формулою [7]:

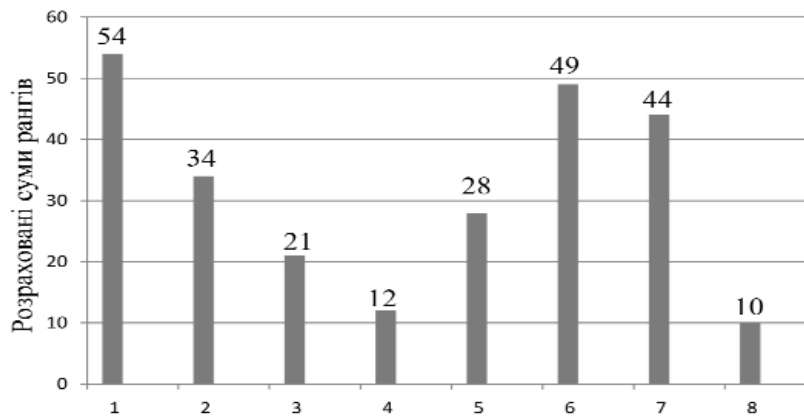
$$W = \frac{12}{m^2 \cdot (n^3 - n)} \cdot \sum_{j=1}^n \left[ \sum_{i=1}^m x_{ij} - \frac{m \cdot (n_i + 1)}{2} \right]^2 \quad (7)$$

де  $m$  – кількість експертів;  $n$  – кількість факторів.

Якщо  $W$  прагне до нуля, то думки експертів повністю не узгоджені, а якщо коефіцієнт наближається до одиниці, наявна єдність думок експертів.

$$W = 12 \cdot 2102 / 82(8^3 - 8) = 25224 / 32256 = 0,78$$

Таким чином, значення розрахованого коефіцієнта конкордації свідчить про узгодженість оцінок



Умовне позначення методу огороження за табл. 3

Рисунок 2. Суми рангів методів огороження

1 – дерев'яний шпунт; 2 – шпунт Ларсена; 3 – буронабивні палі; 4 – буросекучі палі; 5 – збірні залізобетонні плити; 6 – сталевий шпунт з дерев'яною забіркою; 7 – сталевий шпунт із залізобетонною забіркою; 8 – "стіна в ґрунті"

Табл. 4. Стандартизовані ранги

| Найменування методу* | Стандартизовані ранги за оцінкою експерта |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
|                      | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| 1                    | 7,00                                      | 8,31 | 9,00 | 8,00 | 7,88 | 7,45 | 7,64 | 7,00 |
| 2                    | 5,00                                      | 5,54 | 4,50 | 5,00 | 4,50 | 4,97 | 5,45 | 4,00 |
| 3                    | 4,00                                      | 2,77 | 3,00 | 3,00 | 3,38 | 1,24 | 3,27 | 3,00 |
| 4                    | 1,00                                      | 1,38 | 1,50 | 2,00 | 1,13 | 2,48 | 2,18 | 2,00 |
| 5                    | 3,00                                      | 4,15 | 3,00 | 4,00 | 4,50 | 3,72 | 4,36 | 5,00 |
| 6                    | 6,00                                      | 6,92 | 7,50 | 7,00 | 5,63 | 8,69 | 6,55 | 8,00 |
| 7                    | 8,00                                      | 5,54 | 6,00 | 6,00 | 6,75 | 6,21 | 5,45 | 6,00 |
| 8                    | 2,00                                      | 1,38 | 1,50 | 1,00 | 2,25 | 1,24 | 1,09 | 1,00 |

Примітка: Умовні позначення методів огороження за табл. 3.

експертів щодо компенсаційних заходів.

Для перевірки значущості коефіцієнта конкордації обчислюємо значення критичної точки за формулою [7]:

$$X^2_{\phi} = m(n-1) \cdot W \quad (8)$$

де  $m$  – кількість експертів;  $n$  – кількість факторів;  $W$  – коефіцієнт конкордації

$$X^2_{\phi} = 8 \cdot (8-1) \cdot 0,78 = 43,68$$

Згідно з таблицею Пірсона при рівні значущості 0,95 і числі ступенів свободи 19 критерій Пірсона  $X^2_{kp} = 2,17$ , тобто  $X^2_{\phi} > X^2_{kp}$ . У цьому випадку коефіцієнту конкордації можна довіряти і отримані на його основі висновки достовірні.

**Висновки.** Виконано розрахунок впливу різних факторів, що мають місце при улаштуванні котловану на території ущільненої міської забудови, на трудовитрати, які обумовлюють терміни та вартість улаштування котловану. За майже односпайною думкою

експертів основними факторами, що обумовлюють ущільнені умови в зоні улаштування котловану та виконання земляних робіт, є: відстань від котловану до прилеглих будівель та доріг; властивості ґрунтової основи; глибина котловану.

Здійснено ранжирування можливих варіантів огороження котловану з огляду на часові та фінансові витрати при досягненні гарантованого унеможливлення суттєвого впливу негативних факторів улаштування котловану та здійснення земляних робіт на оточуючі об'єкти ущільнення. На підставі аналізу думок експертів за комплексною оцінкою ефективності та фінансових і часових витрат на улаштування огороження котловану методи розташовано в такому порядку: стіна в ґрунті; буросекучі палі; буро набивні палі; збірні залізобетонні плити; шпунт Ларсена; сталевий шпунт із залізобетонною забіркою; сталевий шпунт з дерев'яною забіркою; дерев'яний шпунт.

#### Література

1. Осипов О. Ф., Казимір Д. В. Досвід будівництва в існуючій забудові крупних і середніх міст Євросоюзу // Містобудування та територіальне планування. – 2011. – Вип. 42. – С. 249-257.
2. Кривошеєв П.І., Слюсаренко Ю.С., Галінський О.М. Геотехнічні проблеми будівництва в щільній міській забудові // Світ Геотехніки. -2010. – №3. – С. 16-21.
3. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Київ. – Мінрегіонбуд України. – 2009. – 82 с.
4. Бамбура А.М., Ковальський Р.К., Дмитрієв Д.А., Дорогова О.В. Геотехнічні проблеми при проектуванні, будівництві та експлуатації відповідальних будівельних об'єктів // Будівельні конструкції. – 2016. – Вип. 83(2). – С. 3-12.
5. Лакін Г. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
6. Григоровський П.Є. Методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель і споруд: дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.23.08. Харків : ХТУБА. 2018. 503 с.
7. Балджи М.Д., Карпов В.А., Ковальов А.І., Костусєв О.О., Котова І.М., Сментина Н.В. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків: Навчальний посібник. – Одеса: ONEU, 2013. – 670 с.

#### Reference

1. Osypov O. F., Kazymir D. V. Dosvid budivnytstva v isnuyuchij zabudovi krupny`x i serednix mist Yevrosoyuzu // Mistobuduvannya ta tery`torial`ne planuvannya. - 2011. - Vy`p. 42. - S. 249-257.
2. Kry`voshehev P.I., Slyusarenko Yu.S., Galins`ky`j O.M. Geotexnichni problemy` budivny`cztva v shhil`nij mis`kij zabudovi // Svit Geotexniky`. -2010. – #3. – S. 16-21.
3. DBN V.2.1-10-2009 Osnovy` ta fundamenti` budy`nkiv i sporud. Osnovy` ta fundamenti` sporud. Osnovni polozhennya proektuvannya. Ky`yiv. – Minregionbud Ukrainy`. – 2009. – 82 s.
4. Bambura A.M., Koval`s`ky`j R.K., Dmy`triyev D.A., Dorogova O.V. Geotexnichni problemy` pry` proektuvanni, budivny`cztvi ta ekspluatatsiyi vidpovidal`ny`x budivel`ny`x ob`yektiv // Budivel`ni konstrukciyi. – 2016. – Vy`p. 83(2). – S. 3-12.
5. Laky`n G. F. Vy`ometrya. – M.: Vysshaya shkola, 1990. – 352 s.
6. Gry`gorovs`ky`j P.Ye. Metodologichni osnovy` formuvannya organizacijno-texnologichny`x rishen` instrumental`ny`x vy`miryuvan` pry` zvedenni ta ekspluatatsiyi budivel` i sporud: dy`s. ... d-ra techn. nauk: specz. 05.23.08. Xarkiv : XTUBA. 2018. 503 s.
7. Baldzhy` M.D., Karpov V.A., Koval`ov A.I., Kostusjev O.O., Kotova I.M., Smenty`na N.V. Obg`runtuvannya gospodars`ky`x rishen` ta ocinka ry`zy`kiv: Navchal`ny`j posibny`k. – Odesa: ONEU, 2013. – 670 s.

**И.В. Шумаков**, д.т.н., проф., заведующий кафедрой, Orcid 0000-0002-1502-051X;  
**Р.И. Микаутадзе**, аспирант, Orcid 0000-0003-4501-7968;  
**И.И. Ляхов**, аспирант, Orcid 0000-0003-1488-2756;  
 Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, г. Харьков.  
**Ю.Н. Червяков**, заместитель директора, Orcid 0000-0002-1326-6217,  
 ГП "Научно-исследовательский институт строительного производства", г. Киев

### ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ КОТЛОВАНА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ВЛИЯНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ СТРОЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

**Аннотация.** Приведена методика и расчет определения влияния различных факторов при устройстве котлована на территории уплотненной городской застройки на трудозатраты, обуславливающие сроки и стоимость устройства котлована. Для получения объективной информации на основе метода экспертных оценок осуществлено ранжирование факторов, обуславливающих уплотненные условия в зоне устройства котлована и возведения подземной части здания. Проведен расчет достоверности полученной экспертной оценки, для чего определена степень единомыслия экспертов при помощи среднего квадратичного отклонения и коэффициента вариации.

По результатам исследований установлено, что основными факторами, обуславливающими уплотненные условия в зоне устройства котлована и выполнения земляных работ, являются расстояние от котлована до прилегающих зданий и дорог, свойства грунтовой основы, глубина котлована.

Представлены результаты выбора методов ограждения котлована, сочетающие относительно невысокие временные и финансовые затраты при достижении гарантированного исключения существенного влияния негативных факторов устройства котлована и проведения земляных работ на окружающие объекты уплотнения, на основании ранжирования возможных вариантов ограждения котлована как одного из распространенных коллективных методов экспертных оценок.

По комплексной оценке эффективности, а также финансовых и временных затрат на устройство ограждения котлована, методы располагаются в таком порядке: стена в грунте; буронабивные сваи; сборные железобетонные плиты; шпунт Ларсена; стальной шпунт с железобетонной забиркой; стальной шпунт с деревянной забиркой; деревянный шпунт.

**Ключевые слова:** Методика; котлован; влияние; уплотненная городская застройка; фактор уплотнения; экспертная оценка; методы ограждения; ранжирование.

**I. V. Shumakov**, Doctor of Technical Sciences, prof., head of the department, Orcid 0000-0002-1502-051X;  
**R.I. Mikautadze**, PhD student, Orcid 0000-0003-4501-7968;  
**I.I. Lyakhov**, PhD student, Orcid 0000-0003-1488-2756;  
 Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkov.  
**Yu.N. Chervyakov**, Deputy Director, Orcid 0000-0002-1326-6217,  
 State Enterprise "Research Institute of Construction Production", Kiev

### MAIN FACTORS OF THE INFLUENCE DURING THE DEVICE OF THE BOILER AND MEASURES TO PREVENT THE INFLUENCE OF THE CONSTRUCTION OF THE UNDERGROUND PART OF THE BUILDING ON THE ENVIRONMENT

**Annotation.** The methodology and calculation of determining the influence of various factors in the construction of a pit on the territory of a compacted urban development on labor costs, which determine the timing and cost of the excavation, are presented. To obtain objective information on the basis of the method of expert assessments, the ranking of the factors that determine the compacted conditions in the zone of the excavation and the construction of the underground part of the building was carried out. The calculation of the reliability of the obtained expert assessment was carried out, for which the degree of unanimity of experts was determined using the standard deviation and the coefficient of variation. According to the results of the research, it was found that the main factors that determine the compacted conditions in the area of the excavation and excavation are the distance from the excavation to the adjacent buildings and roads, the properties of the soil base, and the depth of the excavation.

The results of the choice of methods of pit fencing are presented, combining relatively low time and financial costs while achieving a guaranteed exclusion of a significant impact of negative factors of the pit construction and excavation on the surrounding compaction objects, based on the ranking of possible options for pit fencing as one of the common collective methods of expert assessments.

According to a comprehensive assessment of efficiency, as well as financial and time costs for the construction of the pit fence, the methods are arranged in the following order: wall in the ground; bored piles; bored piles; prefabricated reinforced concrete slabs; Larsen tongue; steel sheet pile with reinforced concrete filling; steel sheet pile with wooden fill; wooden tongue.

**Keywords:** Methodology; pit; influence; compacted urban development; compaction factor; expert judgment; fencing methods; ranking.

**В.А. Пашинський**, д.т.н., професор, В.А. Настоящий, к.т.н., професор;

**В.В. Дарієнко**, к.т.н., доцент, Г.Д. Портнов, к.т.н., доцент,

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький.

**Є.О. Томаченко**, магістр будівництва,

ТОВ "БУДСПЕКТР", м. Кропивницький

## ВИКОРИСТАННЯ МОНОЛІТНОГО ПІНОБЕТОНУ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

**Анотація.** Аналізується досвід використання монолітного пінобетону неавтоклавного твердіння для зведення стін малоповерхових будівель. Невисока вартість, екологічна чистота, достатньо високі механічні й теплотехнічні характеристики, низька чутливість до умов формування й твердіння дозволяють готувати бетонну суміш в умовах будівельного майданчика й використовувати її для улаштування монолітних несучих та огорожувальних конструкцій. Високої якості готовій конструкції додає використання пластикової опалубки GeoPanel, яка успішно використовується ТОВ "БУДСПЕКТР". Наведені приклади зведення монолітних стін підтверджують доцільність широкого використання неавтоклавного пінобетону при спорудженні й утепленні будівель різного призначення.

**Ключові слова:** пінобетон; монолітні конструкції; усадка бетону; теплоізоляція.

**Постановка проблеми.** Зростання обсягів житлового будівництва на фоні підвищення вартості енергоносіїв робить все більш актуальною проблему забезпечення енергоефективності житла. Існує стійка тенденція підвищеного попиту на конструкційно-теплоізоляційні вироби та місцеві енергоефективні стінові матеріали для малоповерхового будівництва. Одним з таких матеріалів є автоклавний газобетон, який використовується у вигляді блоків заводського виробництва. Відсутність достатніх виробничих потужностей змушує споживачів купувати й завозити газобетонні блоки з віддалених районів нашої держави або навіть з Білорусі, Фінляндії та країн Балтії. Це обумовлює необхідність упровадження в практику будівництва дешевих та ефективних місцевих матеріалів з високими теплофізичними й механічними характеристиками, які можна використовувати на об'єктах з мінімальною прив'язкою до заводів будівельної індустрії.

**Аналіз останніх досліджень** та нерозв'язаних питань. Аналіз публікацій та досвіду сучасного будівництва показує, що одним з ефективних конструкційно-теплоізоляційних стінових матеріалів є ніздрюватий бетон різних видів. Вимоги до технічних характеристик ніздрюватих бетонів і виробів з них встановлені стандартами [1...3]. Проаналізовані в роботах [4, 5] експлуатаційні властивості та ніздрюватого бетону показують, що він є екологічно чистим, негорючим матеріалом з досить високими тепловими й механічними характеристиками. Практичний досвід використання неавтоклавного пінобетону викладено в роботі [6], а рекомендації щодо вибору оптимальної марки ніздрюватого бетону для зведення стін цивільних будівель надані в статті [7]. Найбільшу міцність мають автоклавні газобетони [1], але складна технологія виготовлення дозволяє використання їх лише у формі готових виробів, тобто блоків різних розмірів.

Сфера використання ніздрюватих бетонів може бути розширена за рахунок використання монолітного пінобетону неавтоклавного твердіння, для виробництва якого промисловість пропонує мобільні установки різної потужності. Для розв'язання цієї проб-

леми необхідно налагодити просту й практично доступну технологію виготовлення пінобетону із заданими властивостями безпосередньо на будівельному майданчику, проаналізувати галузі його ефективного використання та розробити способи контролю якості готових монолітних конструкцій.

**Мета роботи** полягає у висвітленні вітчизняного досвіду виробництва безавтоклавного пінобетону та його використання в монолітних несучих та огорожувальних конструкціях будівель різного призначення.

Технологія виготовлення й технічні характеристики пінобетону. Зведення енергоефективних будівель різного призначення є одним з найважливіших напрямків діяльності ТОВ "БУДСПЕКТР" (м. Кропивницький). Наявність мобільної установки з виробництва пінобетону неавтоклавного твердіння дає змогу використовувати дешевий, екологічно чистий, негорючий, ефективний конструкційно-теплоізоляційний матеріал з високими теплофізичними характеристиками, який виготовляється безпосередньо на будівельному майданчику.

Технологічний процес приготування пінобетонної суміші полягає в тому, що піноутворювач змішують з водою, після чого в отриману піну додають цемент і пісок. Пориста структура досить швидко формується шляхом інтенсивного механічного перемішування в мобільній установці. Густина пінобетону регулюється кількістю введеної піни. Досвід показав, що температура навколишнього середовища, точність дозування компонентів, сталість властивостей в'язучого і кремнеземистих заповнювачів не виявляють істотного впливу на властивості пінобетону.

Склад пінобетонної суміші, що використовується ТОВ "БУДСПЕКТР", наведено в таблиці 1. Для створення пористої структури використовуються піноутворювачі на основі кісткового клею (ГОСТ 2067), соснової каніфолі (ГОСТ 19113), смоли деревної омиленої (ТУ 13-0281078-93) та морпену (ТУ 0258-001-01013393-94). З метою зниження усадки до складу пінобетону вводяться добавки-мінералізатори, які проникають в пори: будівельний гіпс марки не нижчої за Г-7, глиноземний цемент, солі соляної і фторної кислоти.

Табл. 1. Склад пінобетонної суміші, який використовується ТОВ "БУДСПЕКТР"

| Технічні характеристики | Од.вим. | Марка пінобетону |      |      |      |      |      |
|-------------------------|---------|------------------|------|------|------|------|------|
|                         |         | 400              | 600  | 800  | 1000 | 1200 | 1400 |
| Пісок                   | кг      | -                | 70   | 220  | 340  | 680  | 760  |
| Цемент                  | кг      | 320              | 460  | 480  | 500  | 520  | 540  |
| Вода в розчині          | л       | 154              | 200  | 211  | 215  | 218  | 221  |
| Вода в піні             | л       | 56               | 47   | 42   | 36   | 28   | 24   |
| Піноконцентрат          | кг      | 1,4              | 1,17 | 1,05 | 0,91 | 0,69 | 0,61 |
| Піна                    | л       | 800              | 715  | 630  | 560  | 460  | 370  |
| Водоцементне відношення |         | 0,65             | 0,53 | 0,52 | 0,50 | 0,47 | 0,45 |
| Пористість              | %       | 80               | 71   | 63   | 56   | 46   | 37   |

Оптимальна кількість введених добавок знаходиться в межах від 6% до 10% від маси цементу. Вологісна усадка отриманого пінобетону складає 0,8...0,9 мм/м, тобто в 3 рази менша від допустимої за вимогами стандарту [1]. Отриманий пінобетон має підвищену тріщиностійкість і придатний для монолітного будівництва та виготовлення стінових блоків, про що свідчать результати лабораторних випробувань, які наведено в таблиці 2.

Слід також звернути увагу, що при використанні нестійкої піни відбувається усадка й розшарування пінобетонної суміші, а при надмірному збільшенні в'язкості піноутворюючого розчину зменшується рухливість піни та відповідно погіршується її перемішування з розчинними компонентами.

Лабораторні дослідження пінобетону виробництва ТОВ "БУДСПЕКТР" проводилися в лабораторії з дослідження будівельних матеріалів державного підприємства "Кіровоградстандартметрологія". Пінобетонні блоки виготовлені за описаною вище технологією з використанням мобільної установки для приготування пінобетонної суміші. Процес досліджень міцності зразків відображено на рисунках 1 та 2.

Наведені в таблиці 2 технічні характеристики відповідають вимогам стандартів [1...3] до неавтоклавних іздрюватих бетонів та до стінових блоків з них.

Технологія влаштування монолітних конструкцій з неавтоклавної пінобетону.

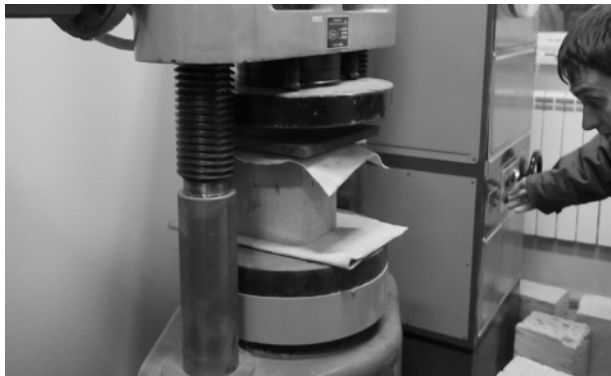


Рис. 1. Вигляд зразка перед випробуванням в дослідній машині Зім П-125

цій з неавтоклавної пінобетону. Пінобетон власного виробництва широко використовуються ТОВ "БУДСПЕКТР" в малоповерховому котеджному та дачному будівництві в м. Кропивницький та в Кіровоградській області. Наявна установка вертикального змішування циклічної дії дозволяє приготувати понад 1м<sup>3</sup> пінобетонної суміші протягом години. Бетонування ведеться шарами, товщина яких залежить від площі горизонтального перерізу конструкції. При бетонуванні конструкцій з невеликою площею (колони, вузькі простінки тощо) товщина шару не повинна перевищувати 0,6 м. Наступні шари в опалубці заповнюються через 3...5 годин, залежно від густини вихідного розчину. Це відповідає терміну одержання достатньої конструкційної міцності матеріалу, та забезпечує від зменшення пористості внаслідок гідростатичного тиску суміші. У випадку великої перерви в бетонуванні для забезпечення монолітності конструкції слід зволожити поверхню контакту. Приклади виконання стін з монолітного пінобетону наведені на рисунках 3 та 4.

Високу продуктивність робіт з монолітним пінобетоном забезпечує опалубка GeoPlast. Модульна збірно-розбірна конструкція дозволяє зібрати опалубку необхідної конфігурації та розмірів. Пластик ABS, з якого виготовлені панелі опалубки, забезпечує отримання правильної геометричної форми та гладкої поверхні забетонуваних конструкцій, яка практично не вимагає додаткової обробки.



Рис. 2. Вигляд дослідного зразка після випробування

Табл. 2. Результати лабораторних досліджень пінобетонних блоків виробництва ТОВ "БУДСПЕКТР"

| Розміри блоків, мм | Марка за густиною, кг/м <sup>3</sup> | Міцність на стиск, МПа | Теплопровідність, Вт/м*К | Морозостійкість, F |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| 200×200×400        | 700                                  | 2,7...3,0              | 0,18                     | 35                 |
| 200×300×500        | 700                                  | 2,7...3,0              | 0,18                     | 35                 |
| 100×300×400        | 700                                  | 2,7...3,0              | 0,18                     | 35                 |
| 120×300×500        | 700                                  | 2,7...3,0              | 0,18                     | 35                 |
| 100×300×500        | 400                                  | 1,0                    | 0,10                     | 25                 |
| 120×300×500        | 400                                  | 1,0                    | 0,10                     | 25                 |



Рис. 3. Приклад використання монолітного пінобетону в якості внутрішніх стін торговельного комплексу в м. Кропивницький



Рис. 4. Використання опалубки GeoPlast для укладання монолітного пінобетону при влаштуванні огорожувальних конструкцій житлової будівлі в м. Знамянка

тично не потребує вирівнювання перед оздобленням. Невелика вага панелей (максимум 11 кг) забезпечує високу швидкість переміщення й монтажу опалубки для бетонування стін, колон, перекриттів та інших конструкцій навіть силами одного робітника. Приклади монтажу опалубки GeoPlast для бетонування різних конструкцій наведені на рисунку 5.

Області застосування, переваги та недоліки монолітного пінобетону.

До переваг застосування монолітного пінобетону в умовах будівельного майданчика можна віднести наступне:

- відсутні витрати на придбання та доставку щебеню, гравію, керамзиту;
- не потрібне протикорозійне покриття арматури;
- висока рухливість суміші дозволяє заливати будь-які форми та приховані порожнини, що значно спрощує укладання розчину і дає економію до 20% сумарних енерговитрат;
- при укладанні суміші не потрібна вібрація, що дає економію до 4 кВт на 1 м<sup>3</sup> та істотно збільшує термін експлуатації опалубки;
- більш якісна лицьова поверхня зменшує витрати на оздоблювальні роботи на 15...20%;
- простота процесу дозволяє використовувати некваліфіковану робочу силу;
- використання пінобетону в якості самонесучих стін істотно знижує навантаження на фундаменти й несучі конструкції каркасів багатоповерхових будівель

та відповідно – витрати сталі на їх армування.

Досвід зведення та експлуатації будівель з безавтоклавного пінобетону показав, що головними їх перевагами є відсутність дорогої термообробки (порівняно з 1991 роком вартість технологічної пари для автоклавів зростає в 30 разів) та можливість монолітного бетонування на будівельному майданчику без прив'язки до заводів будівельної індустрії. Мікроклімат зведених будівель комфортний для людини та близький до мікроклімату дерев'яного будинку. Враховуючи вказані переваги, описана технологія монолітного пінобетону використовується ТОВ "БУДСПЕКТР" у таких галузях:

- монолітне малоповерхове житлове будівництво;
- зведення мансард і надбудов багатоповерхових будівель, самонесучих зовнішніх і внутрішніх стін та перегородок;
- теплоізоляція покрівель, тепло- і звукоізоляція стін, підлог, перекриттів;
- заповнення пустот багатшарових огорожувальних конструкцій;
- виготовлення плит, блоків та каменів для малоповерхового будівництва.

**Висновок.** Упровадження технології монолітного пінобетону дозволяє вирішувати наступні економічні та технологічні завдання: скорочення термінів будівництва, використання легкодоступних сировинних компонентів, зниження собівартості будівель і споруд та зменшення енерговитрат при їх експлуатації.

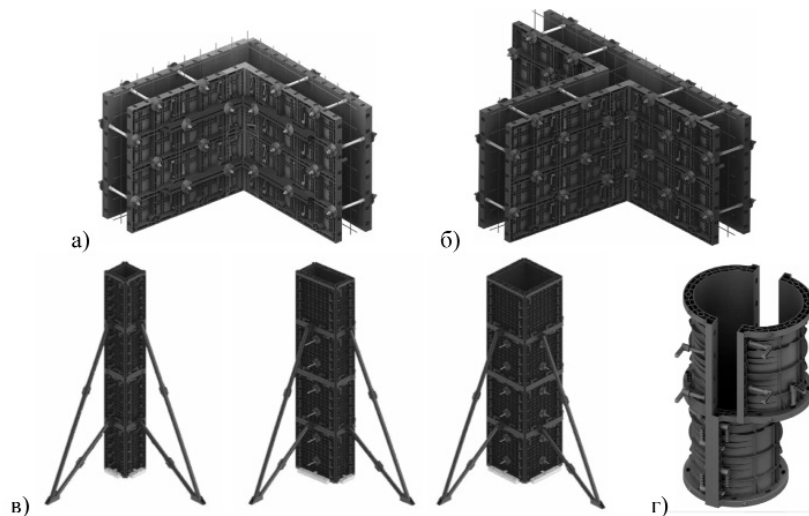


Рис. 5. Використання опалубки GeoPlast для влаштування несучих конструкцій: а – вирішення кута стіни; б – Т-подібний кут; в – прямокутна колонна; г – кругла колонна



**Література**

1. ДСТУ Б В.2.7-45:2010. Бетони нiздрювати. Загальнi технiчнi умови. – К., 2010. – 41 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-137:2008. Будiвельнi матерiали. Блоки з нiздрюватого бетону стiновi дрiбнi. Технiчнi умови. – К., 2008. – 16 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-164:2008. Вироби з нiздрюватих бетонiв теплоiзоляцiйнi. Технiчнi умови. – К., 2009. – 11 с.
4. Грамбовецкий В.П. Ячеистый бетон в современном строительстве // Технология бетонов, 2007 – № 2. – С. 30-33.
5. Саницький М. А. Виробництво пiнобетонiв безавтоплавного тверднення в захiдному регионi України / М. А. Саницький, В. В. Лiв, I. I. Павлишин // Вiсник Нацiонального унiверситету "Львiвська полiтехнiка". – 2004. – № 495 : Теорiя i практика будiвництва. – С. 166-168.
6. Пашинський В.А. Практичний досвiд використання збiрного i монолiтного неавтоклавного пiнобетону при зведеннi енергоефективних будiвель ТОВ БУДСПЕКТР / В.А. Пашинський, В.А. Настоящий, ВВ Дариенко, С.О. Томаченко. Вiсник Одеської державної академiї будiвництва та архiтектури, 2016. – Вип. № 65. – С. 132-136.
7. Пашинський В.А. Оптимальнi марки нiздрюватого бетону для стiн цивiльних будiвель / В.А. Пашинський, С.О. Карпушин // Вiсник Одеської державної академiї будiвництва та архiтектури, 2017. – Вип. № 68. – С. 91-95.

**Reference**

1. DSTU B V.2.7-45:2010. Betony` nizdryvati. Zagal`ni texnichni umovy`. – K., 2010. – 41 s.
2. DSTU B V.2.7-137:2008. Budivel`ni materialy`. Bloky` z nizdryvatogo betonu stinovi dribni. Texnichni umovy`. – K., 2008. – 16 s.
3. DSTU B V.2.7-164:2008. Vy`roby` z nizdryvaty`x betoniv teploizolyacijni. Texnichni umovy`. – K., 2009. – 11 s.
4. Gramboveczky`j V.P. Yacheystyj beton v sovremennom stroy`tel`stve // Texnologiy`ya betonov, 2007 – # 2. – S. 30–33.
5. Sany`cz`ky`j M. A. Vy`robny`czstvo pinobetoniv bezavtoplavnogo tverdnennya v zaxidnomu regioni Ukrayiny` / M. A. Sany`cz`ky`j, V. V. Iliv, I. I. Pavly`shy`n // Visny`k Nacional`nogo universy`tetu "Lviv`ska politexnika". – 2004. – # 495 : Teoriya i prakty`ka budivny`czstva. – S. 166–168.
6. Pashy`ns`ky`j V.A. Prakty`chny`j dosvid vy`kory`stannya zbirnogo i monolitnogo neavtoklavnogo pinobetonu pry` zvedenni energoefekty`vny`x budivel` TOV BUDSPEKTR / V.A. Pashy`ns`ky`j, V.A. Nastoyashhy`j, VV Dariyenko, Ye.O. Tomachenko. Visny`k Odes`koyi derzhavnoyi akademiyi budivny`czstva ta arxitektury`, 2016. – Vy`p. # 65. – S. 132-136.
7. Pashy`ns`ky`j V.A. Opty`mal`ni marky` nizdryvatogo betonu dlya stin cy`vil`ny`x budivel` / V.A. Pashy`ns`ky`j, S.O. Karpushy`n // Visny`k Odes`koyi derzhavnoyi akademiyi budivny`czstva ta arxitektury`, 2017. – Vy`p. # 68. – S. 91-95.

**В.А. Пашинский**, д.т.н., профессор, В.А. Настоящий, к.т.н., профессор;  
**В.В. Дариенко**, к.т.н., доцент, Г.Д. Портнов, к.т.н., доцент,  
 Центральноукраинский национальный технический университет, г. Кропивницкий;  
**Е.А. Томаченко**, магистр строительства, ООО "БУДСПЕКТР", г. Кропивницкий

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОНОЛИТНОГО ПЕНОБЕТОНА ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ**

**Аннотация.** *Анализируется опыт использования монолитного пенобетона неавтоклавного твердения для возведения стен малоэтажных зданий. Невысокая стоимость, экологическая чистота, достаточно высокие механические и теплотехнические характеристики, низкая чувствительность к условиям формирования и твердения позволяют готовить бетонную смесь в условиях строительной площадки и использовать ее для устройства монолитных несущих и ограждающих конструкций. Высокое качество готовой конструкции обеспечивает использование пластиковой опалубки GeoPanel, которая успешно используется ООО "БУДСПЕКТР". Приведенные примеры возведения монолитных стен подтверждают целесообразность широкого использования неавтоклавного пенобетона при строительстве и утеплении зданий различного назначения.*

**Ключевые слова:** *пенобетон; монолитные конструкции; усадка бетона; теплоизоляция.*

**V.A. Pashynskiy**, Sc.D., Professor, V.A. Nastoyashiy, Ph.D., Professor;  
**V.V. Darienko**, Ph.D., Associate Professor, G.D. Portnov, Ph.D., Associate Professor,  
 Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi;  
**E.O. Tomachenko**, MSc, LLC "BUDSPEKTR", Kropyvnytskyi

**THE USE OF MONOLITHIC FOAM CONCRETE FOR THE CONSTRUCTION OF ENERGY EFFICIENT BUILDINGS**

**Annotation.** *The experience of use of foam concrete for construction of the walls of low-rise buildings is analyzed. Low cost, environmental security, rather high mechanical and thermal performance and low sensitivity to the conditions of forming and hardening allows to prepare a concrete mix in the conditions of the construction site and use it as monolithic bearing and enclosing structures. The high quality of the finished structure is ensured by the use of GeoPanel plastic formwork, which is successfully used by LLC BUDSPEKTR. The following examples of the construction of monolithic walls confirms the expediency of use of foam concrete for the construction and insulation of buildings of different types.*

**Key words:** *foam concrete; monolithic constructions; shrinkage of concrete; thermal insulation.*

**В.В. Наріжний**, аспірант КНУБА, інженер 1 категорії, ДП "НДІБВ", м. Київ,  
Orcid 0000-0003-1320-8321

## АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ ТА МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

**Анотація.** Деформації будівель протягом їх життєвого циклу до-сить поширене явище, особливо на території міської забудови, де має місце не тільки вплив цільної забудови, а й уразливість будівель до пошкоджень та тривалість їх експлуатації. Це породжує нові завдання, пов'язані із забезпеченням безпечної життєдіяльності в умовах мегаполісу, що визначається надійністю будівельних об'єктів, і впливом нового будівництва на існуючу інфраструктуру. В статті представлено рекомендації та перспективи щодо впровадження автоматизованих систем моніторингу та діагностики стану конструкцій будівель в режимі реального часу. Розглянуто прогресивні напрямки збільшення ефективності та точності вимірювання, надійності систем автоматизованого моніторингу з одночасним зменшенням його вартості. Проаналізовано актуальність впровадження систем автоматизованого моніторингу деформації будівель на етапі будівництва та протягом терміну експлуатації будівлі. Для проведення контролю та ранньої діагностики технічного стану основ і будівельних конструкцій унікальної будівлі або споруди запропоновано автоматизовані стаціонарні системи моніторингу технічного стану, які повинні забезпечувати в автоматизованому режимі виявлення зміни напружено-деформованого стану конструкцій з локалізацією їх небезпечних ділянок, визначення рівня крену будівлі або споруди, а в разі необхідності і інших параметрів.

**Ключові слова:** система моніторингу; датчики деформації; моніторинг стану будівлі; деформація будівель.

**Постановка проблеми.** Сучасний етап економічного і соціального розвитку в Україні вимагає розширення обсягів будівельного виробництва і проведення масштабного будівництва в великих містах, першочергово в столиці і містах гігантах, таких як Запоріжжя, Дніпропетровськ, Харків, що супроводжується постійним зростанням складності будівельних об'єктів і умов, в яких здійснюється їх будівництво. Це неминуче породжує нові завдання, пов'язані із забезпеченням безпечної життєдіяльності в умовах мегаполісу, що визначається, по-перше, надійністю самих споруд, що зводяться, по-друге впливом процесу будівництва на прилеглу забудову та існуючу інфраструктуру.

Сучасні тенденції в будівництві, а саме — збільшення поверховості будинків, ущільнення міської забудови, дефіцит будівельних майданчиків зі сприятливими умовами для будівництва, освоєння підземного простору, насичення інженерними комунікаціями незмінно призводять до виникнення і подальшого збільшення негативного техногенного впливу нового будівництва на вже побудовані об'єкти, розташовані в прилеглих зонах.

У зв'язку з цим особливого значення набуває проблема контролю технічного стану існуючих і нових будівель і споруд з метою попередження виникнення аварійних ситуацій і обґрунтованість вибору комплексу інженерних заходів щодо їх недопущення. При цьому очевидно, що контроль технічного стану несучих конструкцій повинен носити системний характер і дозволяти здійснювати оцінку змін, що відбуваються на основі кількісних критеріїв, тобто базуватися на процедурах виявлення відповідності фактичної міцності, жорсткості і стійкості конструктивних елементів нормативним та проектним вимогам.

Умови сучасного будівництва в м. Київ вимагають проведення робіт з обстеження технічного стану об'єктів прилеглих до нового будівництва, аварійних

об'єктів, та таких, що мають непридатний до нормальної експлуатації стан. Оцінці технічного стану підлягають об'єкти реконструкції та технічного переоснащення. Однак велика кількість будівель і споруд не охоплена взагалі ніяким контролем технічного стану, хоча життєдіяльність міста динамічно призводить як до погіршення властивостей ґрунтів, так і до негативних техногенних та природних впливів силового і не силового характеру на наземні та підземні конструкції будівель і споруд. Все це в умовах вичерпання нормативних термінів експлуатації великої кількості об'єктів не допустимо і вимагає системно організованих спостережень. А вже терміни експлуатації багатьох будівель в нашій країні давно перевищили всі допустимі норми, відбувається накопичення фізичного зносу, що вкрай небезпечно для життєдіяльності людей. Такі будівлі потребують постійного контролю їх технічного стану.

**Аналіз останніх досліджень.** Неналежна експлуатація та відсутність необхідних заходів для забезпечення експлуатаційної придатності будівель, ненадійність застарілих методів та засобів технічного контролю, ігнорування власниками будівель та споруд їх паспортизації необхідної з врахуванням довготривалої експлуатації, що може призвести до створення аварійного стану даних об'єктів зумовила безкомпромісну актуальність впровадження комплексів автоматизованого моніторингу будівель. Необхідним та актуальним поміж всіх цих систем моніторингу є системи моніторингу найбільш напружених елементів будівель, відмова або вихід з ладу яких може викликати катастрофічні наслідки. Розробка спеціальних систем моніторингу будівель, які відстежують стан фундаментів, зсув ґрунтів їх тиск на частини конструкцій та елементи несучих частин об'єктів дозволить уникнути непередбачуваної руйнації, планувати методи та масштаби ліквідації аварійних ситуацій, ліквідувати можливі загрози руйнації будівель



Рис.1. Структурна схема автоматизованої системи моніторингу та управління будівлі

та унеможливити їх розвиток.

Автоматизовані системи моніторингу відрізняються кількістю параметрів вимірювання, різновидами датчиків, методами та способами вимірювання фізичних показників, способами фіксації та управління інформацією, типом реагування та керування технологічними процесами відповідних етапів життєвого циклу будівель на підставі отриманих результатів інструментальних досліджень. Обладнання застосоване при проектуванні таких систем повинне відповідати високим вимогам щодо відмовостійкості, надійності та точності вимірювань, швидкості передачі та обробки інформації.

**Мета роботи.** Аналіз доцільності впровадження автоматизованих систем діагностики та моніторингу технічного стану будівель і споруд на всіх етапах експлуатації, а також визначення найбільш загрозливих факторів впливу на такі конструкції для запобігання подальшій деформації таких споруд. Вибір найбільш прогресивних методів і рішень для високоточного вимірювання та оцінки експлуатаційного стану конструкції споруд та будівель.

**Викладення основного матеріалу.** У час інтенсивного технічного прогресу та розвитку інформаційних технологій, на вибір методу моніторингу за деформаціями будівель та інженерних споруд звертають особливу увагу. Це зумовлено швидким розвитком високоточних приладів та програмних пакетів, які використовують для обробки результатів спостережень. Отже, актуальним є завдання аналізу сучасного стану організаційно-технологічних рішень використання цих методів та засобів їх реалізації. Кожний з цих методів ґрунтується на отриманні даних з приладів руйнівного та неруйнівного контролю, геодезичних приладів та систем різного ступеню складності.

Для дослідження деформацій потрібно використовувати високоточні геодезичні прилади і методи обробки інформації. Під час експлуатації відповідальних будівель та інженерних споруд необхідно проводити високоточний моніторинг за їх деформаціями, які виникають під впливом техногенних, природних, зовнішніх та внутрішніх факторів. Причиною деформації є те, що різні частини об'єкта здійснюють не завжди прогнозовані переміщення під час впливу на нього зовнішніх сил та внутрішніх чинників. Результати інструментальних вимірювань таких переміщень є інформаційною базою даних на підставі якої можливе прийняття своєчасних організаційних, технологічних, конструктивних та технічних рішень, що унеможливають або мінімізують негативний вплив множини факторів на технічний стан будівельних об'єктів.

Серед основних напрямків розвитку систем моніторингу виділяються наступні: вдосконалення використання датчиків контролю технологічних параметрів, водо-, газо- і електrolічильники, датчиків аварій з дискретними сигналами, датчиків контролю змін стану інженерних несучих конструкцій, датчиків виявлення підвищеного рівня радіації, небезпечних концентрацій токсичних і вибухонебезпечних газоповітряних сумішей, а також впровадження відмовостійкості і системи обміну даними та пристроїв приймання і передачі інформації. У якості виконавчих механізмів необхідно впроваджувати технічні засоби, які забезпечують можливість дистанційного управління технологічними процесами на всіх етапах життєвого циклу будівельних об'єктів. На структурній схемі, рис.1. [7], приведено загальний вигляд побудови автоматизованих систем моніторингу будівель та споруд та інженерних систем.

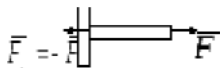


Рис. 2 Види деформацій

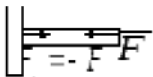
В структурній схемі наведено загальні принципи застосування систем моніторингу у складі автоматизованих систем контролю та управління технологічними процесами протягом життєвого циклу будівлі. Контроль деформацій для запобігання їх розвитку з метою збереження експлуатаційної придатності будівель є актуальною задачею, тому розглянемо принципи формування автоматизованих систем діагностики та моніторингу стану будівель зокрема деформацій фундаментів та бетонних конструкцій. На рисунку 2 показані основні види деформацій.

Для вибору системи моніторингу та підбору найбільш ефективних датчиків для виміру різного роду деформацій слід мати розуміння щодо причин деформацій вцілому. Тому розглянемо дії сил при різних варіантах деформацій.

Якщо до однорідного стрижня, що закріплено одним кінцем, прикласти силу вдовж вісі стрижня в напрямку від цього кінця, то стрижень піддається деформації розтягу, яка характеризується:



абсолютним подовженням  $\Delta l = l - l_0$ ,



відносним подовженням.

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Для стиску деформація  $\epsilon < 0$  від'ємна. При розтягу або стиску змінюється площа поперечного перерізу тіла.

Деформацію, при якій відбувається зміщення прошарків тіла відносно один одного називають деформацією зсуву. Деформацію зсуву зазнають, наприклад ґрунтові основи, а в металевих конструкціях заклепки та болти.



Якщо  $F_1 = 2F$ , то  $\gamma_1 = 2\gamma$ .

Для них також виконуються закони пружної

деформації:  $\tau = G \gamma$ , де  $\tau$  – напруга зсуву,  $G$  – модуль зсуву,  $\gamma$  – кут зсуву,

$$\text{або } \Delta P = -(\Delta V/V) \cdot B$$

де  $\Delta P$  – зміна тиску, яке викличе зміну об'єму  $\Delta V$ ,  $B$  – модуль об'ємної пружності. Згин та кручення. Ці деформації зводяться до неоднорідного розтягання або стискання та неоднорідного зсуву. Деформацію згину зазнають, наприклад, навантажена балка, а кручення зазнає, наприклад, вал при обертанні [8].

Розглянувши типи та види деформацій слід перейти до вибору датчиків деформацій з аналізом їх основних типів, видів та можливості впровадження на різних етапах життєвого циклу будівельних конструкцій та будівлі вцілому.

Дротяний датчик масового застосування являє собою плоску пет-леподібну дротяну обмотку прямокутної форми (решітку), до кінців якої припаяні або приварені товсті виноски з мідного дроту.

Дротові тензодатчики здатні виміряти навантаження від декількох сотих грама до цілих тон. Їх називають одноточкові, та як на відміну від плівкових і фольгових моделей, вони вимірюють переміщення в одній точці, а не на площині. Така конструкція дозволяє використовувати дротяні тензодатчики для вимірювання деформації стиску і розтягування. Подальшим розвитком дротяних тензодатчиків або тензорезисторів є фольгові датчики. Їх закріплення на конструкції виконують методом наклеювання. Це дуже зручна система, яка являє собою фольгову стрічку, товщиною до 12 мкм. Частина плівки має щільну форму, а частина – гранчасту. Даний тензодатчик відрізняється від інших тим, що до нього

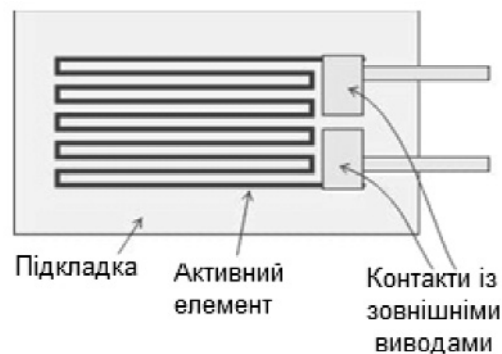


Рис. 3. Конструкція дротяного тензорезистора

можна припаювати додаткові контакти, які нормально переносять низькі температури[9]. Точкові волоконно-оптичні датчики дозволяють проводити вимірювання і контролювати параметром у певній точці об'єкта, як і більшість інших типів неволоконних датчиків. Як правило, такі датчики мають малий розмір і високу точність вимірювання. Вони можуть бути використані в якості локальних термометрів, тензодатчиків, датчиків тиску, акселерометрів, тощо. Залежно від типу сенсорного елемента локалізація датчиків може досягати 0.1см<sup>2</sup>.

Безперечною перевагою сенсорних датчиків є можливість здійснення безупинного контролю параметрів по довжині (об'єму) об'єкта в будь-якій його точці, де встановлено сенсорний світловод. Принцип дії сенсорних систем, заснований на аналізі зміни параметрів по довжині світловода і на нелінійних характеристиках зміни параметру. Недоліком розподілу вимірюваного параметра по довжині є відносно невисока точність визначення місця розташування локального дефекта (кілька метрів по довжині) і відносно невисока точність вимірювання його значення. Сенсорні системи можуть бути використані для контролю великих територій в якості датчиків радіації і температури, дозволяють аналізувати градієнти температури на великих об'єктах, котлах тощо.

Система на квазірозподілених датчиках об'єднує переваги перших двох схеми. Квазірозподілений датчик являє собою масив точкових сенсорних елементів, як правило, на основі волоконних решіток, об'єднаних одним загальним світловодом. Кожен елемент має свої унікальні характеристики, що дозволяє проаналізувати його стан незалежно від інших сенсорних елементів. Точність таких систем визначається точністю окремих датчиків, а масив може об'єднувати до 100 і більше елементів. Сенсорні масиви дозволяють проводити моніторинг складних об'єктів, інженерних споруд, мостів, тунелів, нафтових свердловин, тощо, аналізувати градієнт розподілу температури, навантажень, тиску, контролювати до 100 і більше точкових об'єктів. Причому для цього використовується тільки один волоконний світловод і аналізатор. Таким чином, волоконно-оптичні системи можуть застосовуватися для контролю деформацій, температури, механічної напруги, тиску[10].

Для проведення контролю та ранньої діагностики технічного стану основ і будівельних конструкцій унікальної будівлі або споруди встановлюють автоматизовану стаціонарну систему моніторингу технічного стану (відповідно до розробленого проекту), яка повинна забезпечувати в автоматизованому режимі виявлення зміни напружено-деформованого стану конструкцій з локалізацією їх небезпечних ділянок, визначення рівня крену будівлі або споруди, а в разі необхідності – і інших параметрів (деформації, тиск і ін.).

Налаштування автоматизованої стаціонарної системи моніторингу здійснюють, як правило, з використанням заздалегідь розробленої математичної моделі для проведення комплексних інженерних розрахунків з оцінки виникнення і розвитку дефектів в будівельних конструкціях. Автоматизована стаціонарна система моніторингу технічного стану підстав і будівельних конструкцій повинна:

- проводити комплексну обробку результатів

проведених вимірювань;

- проводити аналіз різних вимірюваних параметрів будівельних конструкцій (динамічних, деформаційних, геодезичних та ін.) і порівняння з їх граничними допустимими значеннями;

- надавати достатню інформацію для виявлення на ранній стадії тенденції негативного зміни напружено-деформованого стану конструкцій, яке може привести до переходу об'єкта в обмежено працездатний або аварійний стан.

При виявленні місць зміни напружено-деформованого стану конструкцій проводять обстеження цих частин, і за його результатами роблять висновки про технічний стан конструкцій, причини зміни їх напружено-деформованого стану та необхідності вжиття заходів з відновлення або підсилення конструкцій. За результатами моніторингу технічного стану основ і будівельних конструкцій будівель і споруд складають висновок, форма якого повинна бути розроблена за результатами проектування автоматизованої стаціонарної системи моніторингу технічного стану основ і будівельних конструкцій.

Моніторинг системи інженерно-технічного забезпечення будівель і споруд проводять з метою забезпечення її належного функціонування. Його результати є основою робіт по забезпеченню безпечної експлуатації цих об'єктів. При моніторингу здійснюється контроль за працездатністю і результатами роботи системи інженерно-технічного забезпечення для своєчасного виявлення на ранній стадії негативних факторів, які загрожують безпеці будівель і споруд.

Розробка автоматизованих стаціонарних систем моніторингу технічного стану основ і будівельних конструкцій повинна включати в себе наступні етапи:

- На основі аналізу можливих природно-техногенних впливів, можливих некваліфікованих дій або відсутності необхідних дій обслуговуючого персоналу, конструктивних особливостей об'єкта, розробляються моделі небезпеки для об'єкта;

- На основі моделей небезпеки, знань в галузі будівельної механіки (в тому числі математичного і фізичного моделювання) і роботи будівельних конструкцій проводять аналіз поведінки конструкцій об'єкта при реалізації таких небезпек і складають методичку проведення моніторингу, а також перелік частин і елементів конструкцій об'єкта, які необхідно контролювати. Для кожної частини і кожного елемента конструкцій становлять перелік контрольованих параметрів;

- На основі відомих або спеціально розроблених способів і методів контролю параметрів конструкцій, апаратури і обладнання для контролю складають технологію проведення моніторингу технічного стану згаданих вище частин і елементів конструкцій об'єкта;

- На основі досвіду обстеження і аналізу поведінки будівельних конструкцій, обліку швидкостей розвитку негативних процесів в конструкціях і ступеня можливого допущення зміни їх напружено-деформованого стану розробляють регламент проведення моніторингу.

На основі вищеописаних етапів розробляють проект автоматизованої стаціонарної системи моніторингу технічного стану основ і будівельних конструкцій, в якому відображають наступні розділи:

- Загальні дані;
- Основні відомості про конструктивні особливості об'єкта;
- Методика проведення моніторингу;
- Технологія проведення моніторингу;
- Регламент проведення моніторингу;
- Склад і технічні характеристики комплексу моніторингу;
- Форми висновків по етапу моніторингу;
- Схеми розміщення апаратури, обладнання, каналів зв'язку системи моніторингу \;
- Перелік автоматизованих або виконуваних автоматично процедур моніторингу;
- Специфікація приладів і обладнання системи моніторингу.

В рамках проектування системи моніторингу системи інженерно-технічного забезпечення повинні бути визначені:

- перелік контрольованих параметрів роботи системи інженерно-технічного забезпечення об'єкта;
- розрахункові (проектні) значення контрольованих параметрів роботи системи інженерно-технічного забезпечення об'єкта;
- склад і технічні характеристики апаратного і програмного забезпечення системи моніторингу;
- місце розташування програмно-апаратного забезпечення системи моніторингу;
- алгоритм і критерії прийняття управлінських рішень по оцінці працездатності системи інженерно-технічного забезпечення об'єкта, загрози порушення нормальної експлуатації і передачі повідомлень в єдину систему оперативно-диспетчерського управління конкретного міста;
- технічні рішення по взаємодії системи моніторингу з системою інженерно-технічного забезпечення об'єкта.

**Висновки.** Деформація будівель на етапі експлуатації досить поширене явище, особливо на тери-

торії міської забудови, де має місце не тільки вплив щільної забудови, а й уразливість будівель до пошкоджень та тривалість їх експлуатації. Це неминує породжує нові завдання, пов'язані із забезпеченням безпечної життєдіяльності в умовах мегаполісу, що визначається, по-перше, надійністю будівельних об'єктів, і, по-друге, впливом проведеного будівництва на вже існуючу інфраструктуру.

Сучасні тенденції в будівництві, а саме – збільшення поверховості будинків, ущільнення міської забудови, скрутність будівельних майданчиків, освоєння підземного простору, насичення інженерними комунікаціями незмінно призводять до виникнення і подальшого збільшення негативного техногенного впливу проведеного будівництва на вже побудовані об'єкти, розташовані в прилеглих зонах.

У зв'язку з цим актуальною є проблема контролю технічного стану будівель і споруд з метою попередження виникнення аварійних ситуацій і обґрунтованість вибору комплексу інженерних заходів щодо їх недопущення. При цьому очевидно, що контроль технічного стану несучих конструкцій повинен носити систематичний характер і дозволяти здійснювати оцінку змін, що відбуваються на основі кількісних критеріїв, тобто базуватися на процедурах виявлення відповідності фактичної міцності, жорсткості і стійкості конструктивних елементів нормативним вимогам.

Для проведення контролю та ранньої діагностики технічного стану основ і будівельних конструкцій унікальної будівлі або споруди слід використовувати автоматизовані стаціонарні системи моніторингу технічного стану (відповідно до розробленого проекту), які повинні забезпечувати в автоматизованому режимі виявлення зміни напружено-деформованого стану конструкцій з локалізацією їх небезпечних ділянок, визначення рівня крену будівлі або споруди, а в разі необхідності – і інших параметрів (деформації, тиск і ін.).

#### Література

1. Аналіз сучасних геодезичних та геотехнічних методів моніторингу за деформаціями інженерних споруд. // К. Смолий, національний університет "львівська політехніка"
2. *The concrete and the clay: monitoring large structure deformation* // *gps world, luccio m. vol. 13, no. 8. – 2002. -електронний ресурс.*
3. *Громадські будинки та споруди. Основні положення. ДБН в.2.2-9:208.*
4. *Будівельні-інформаційні моделі та методи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві* /П.Є. Григоровський./ С.28-47.
5. *Будівлі і споруди в складних інженерних спорудах. ДБН в.1.1-45-2017.*
6. *Геодезичні методи дослідження деформацій споруд* /А.К. Зайцев// *Недра, 1991, С.123-128.*
7. *Промислова Електроенергетика та Електротехніка. №2 2009 Мізін П.О.*
8. *Властивості твердих тіл.* // <https://studfile.net/preview/5475557>. Електронний ресурс.
9. *Принцип роботи тензодатчика.* <https://best-diy-site.com/6835509>. Електронний ресурс.
10. *Моделювання вимірювання деформації за допомогою волокно-оптичного датчика.* [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/26922/1/Martyniuk\\_magistr.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/26922/1/Martyniuk_magistr.pdf)//Електронний ресурс.
11. *Сила пружності, закон Гюка.* // <https://vseosvita.ua/library/vidi-deformacii-sila-pruznosti-zakon-guka-61919.html>. Електронний ресурс.

#### References

1. *Analysis of modern geodetic and geotechnical methods of monitoring the deformation of engineering structures.* // K. Smolij, Lviv Polytechnic National University
2. *The concrete and the clay: monitoring large structure deformation* // *gps world, luccio m. vol. 13, no. 8. – 2002. -electronic resource.*
3. *Public buildings and structures. Substantive provisions. DBN v.2.2-9: 208.*
4. *Construction-information models and methods of formation of organizational-technological solutions of instrumental meas-*

urements in construction./P.Ye. Grigorovsky./P.28-47.

5. Buildings and structures in complex engineering structures. DBN v.1.1-45 - 2017.

6. Geodetic methods of research of deformations of constructions /A.K. Zaitsev Nedra, 1991, pp.123-128.

7. Industrial Power Engineering and Electrical Engineering. №2 2009 Mizin P.O.

8. Properties of solids.// <https://studfile.net/preview/5475557>. Electronic resource.

9. The principle of operation of the strain gauge. <https://best-diy-site.com/6835509>. Electronic resource.

10. Modeling of deformation measurement using a fiber-optic sensor. [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/26922/1/Martyniuk\\_magistr.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/26922/1/Martyniuk_magistr.pdf)//Electronic resource.

11. The force of elasticity, Hooke's law.// <https://vseosvita.ua/library/vidi-deformacii-sila-pruznosti-zakon-guka-61919.html>.Electronic resource.

**В.В. Нарижный**, аспирант КНУСА, инженер 1 категории, ГП "НИИСП", г. Киев, Orcid 0000-0003-1320-8321

## АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

**Аннотация.** Деформации зданий в течение их жизненного цикла к-сить распространенное явление, особенно на территории городской застройки, где имеет место не только влияние плотной застройки, но и уязвимость зданий к повреждениям и продолжительность их эксплуатации. Это порождает новые задачи, связанные с обеспечением безопасной жизнедеятельности в условиях мегаполиса, определяется надежностью строительных объектов, и влияние нового строительства на существующую инфраструктуру. В статье представлены рекомендации и перспективы по внедрению автоматизированных систем мониторинга и диагностики состояния конструкций зданий в режиме реального времени. Рассмотрены прогрессивные направления повышения эффективности и точности измерения, надежности систем автоматизированного мониторинга с одновременным уменьшением его стоимости. Проанализированы актуальность внедрения систем автоматизированного мониторинга деформации зданий на этапе строительства и в течение срока эксплуатации здания. Для проведения контроля и ранней диагностики технического состояния оснований и строительных конструкций уникального здания или сооружения предложено автоматизированные стационарные системы мониторинга технического состояния, которые должны обеспечивать в автоматизированном режиме обнаружения изменения напряженно-деформированного состояния конструкций с локализацией их опасных участков, определение уровня крена здания или сооружения, а в случае необходимости и других параметров.

**Ключевые слова:** система мониторинга; датчики деформации; мониторинг состояния здания; деформация зданий.

**V.V. Narizhnyi** graduate student of KNUBA, engineer of the 1st category, SE "NDIBV", Kyiv, Orcid 0000-0003-1320-8321

## ANALYSIS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEMS OF DIAGNOSTICS AND MONITORING OF TECHNICAL CONDITION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

**Annotation.** Deformations of buildings during their life cycle are quite common, especially in urban development, where there is not only the impact of dense construction, but also the vulnerability of buildings to damage and the duration of their operation. This creates new challenges related to the provision of safe living in a metropolis, which is determined by the reliability of construction sites, and the impact of new construction on existing infrastructure. The article presents recommendations and prospects for the implementation of automated systems for monitoring and diagnosing the condition of building structures in real time. Progressive directions of increase of efficiency and accuracy of measurement, reliability of automated monitoring systems with simultaneous reduction of its cost are considered. The relevance of the introduction of automated monitoring of deformation of buildings at the construction stage and during the service life of the building is analyzed. For control and early diagnostics of the technical condition of the foundations and building structures of a unique building or structure, automated stationary systems for monitoring the technical condition are proposed, which should provide automated detection of stress-strain change of structures with localization of their dangerous areas, determining the roll level of the building or structures, and in case of need and other parameters.

**Key words:** monitoring system; deformation sensors; building condition monitoring; building deformation.

**А.А. Колосюк**, к.е.н., доцент, завідувач кафедри,  
Orcid 0000-0001-7220-4772;

**О.М. Нахмуров**, к.т.н., професор,  
Orcid 0000-0003-1081-8140;

**В.В. Захарчук**, ст. викладач,  
Orcid 0000-0002-0370-4113;

**Н.Ю. Шишкалова**, ст. викладач,  
Orcid 0000-0003-1749-5428;

**Р.Г. Юрковський**, к.т.н., професор  
Orcid 0000-0001-8864-1854.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

## ГЕОДЕЗІЯ ПОПЕРЕДЖАЄ АВАРІЮ

**Анотація.** Будівництво офісно-житлового комплексу в м. Одесі супроводжувалося геодезичним моніторингом за визначенням просторово-часового стану в процесі будівництва. На двох блоках комплексу А та Б, зведених на суцільній залізобетонній плиті, були виявлені нерівномірні вертикальні осідання із швидкістю в окремих точках більше 3 мм/міс., що значно перевищувало допустимі значення, згідно нормативних документів. Терміново було виконано уточнення інженерно-геологічного розрізу на майданчику будівництва, шляхом буріння трьох розвідувальних свердловин, розміщених на лінії максимальної деформації. Двома свердловинами на глибині 10-12 м виявлено підземні виробки (катакомби). Після їх тампонування продовжено будівництво. Надалі, геодезичний моніторинг показав стабілізацію осідання будівель.

**Ключові слова:** геодезичний моніторинг; деформаційні марки; осідання; крен; точність.

**Вступ (постановка проблеми)** В умовах зростаючого антропогенного впливу на літосферу, наявності підземних виробок (катакомб), непередбачуваних змін режиму ґрунтових вод та потрапляння в них агресивних домішок, що розмивають ґрунт, впливу добових і сезонних коливань температур, застосування при будівництві не апробованих технологій і конструкцій — першочергове значення мають кількісні оцінки просторово-часових змін положення об'єкта, що отриманні об'єктивними геодезичними методами спостережень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Науково-дослідна лабораторія "Геодезичне забезпечення будівництва та реконструкції будівель і споруд" (НДЛ) Одеської державної академії та архітектури (ОДАБА) має багаторічний досвід геодезичного супроводу як будівництва сучасних висотних будівель, так і реконструкції таких унікальних пам'яток архі-

тектури: Одеський оперний театр, Лютеранська церква (Кірха), "Пасаж" на вулиці Дерибасівській та інших. Тільки результати геодезичного моніторингу забезпечили підготовку якісних рекомендацій щодо прийняття своєчасних заходів для забезпечення подальшої безаварійної експлуатації цих об'єктів.

**Мета та завдання.** Геодезичний супровід будівництва та експлуатації будівель і споруд дає кількісну оцінку деформаційних процесів, дозволяє визначити їх можливі причини і джерела, дати своєчасні рекомендації для проведення відповідних заходів для подальшого будівництва.

**Матеріали та методика досліджень.** Перша в Росії кінно-залізнична дорога була побудована в Одесі в 1865р. і в 1893р. була продовжена до ресторану на палях "Аркадій". Ресторан розміщувався в мальовничій балці, що веде до моря, в дачній місцевості на Малій Фонтанці Аркадією (рис. 1). Цей "райський



Рис. 1. Аркадія на рисунках і літографіях, кінця XIX століття





Рис. 2. 106-метровий житловий комплекс "Ark-Palace" в м. Одесі

куточок" Одеси, популярне місце відпочинку — де на горизонті, небо торкається моря, а нинішнє живе минулим, одесити назвали за образом народженої античними авторами "щасливої країни, гарної природи і щасливих людей".

В ландшафт цього заповідного району гармонійно вписався офісно-житловий комплекс "Ark Palace" (рис. 2).

Комплекс складається з двох об'єктів — 20 і 24 поверхових будівель, з'єднаних між собою загальним

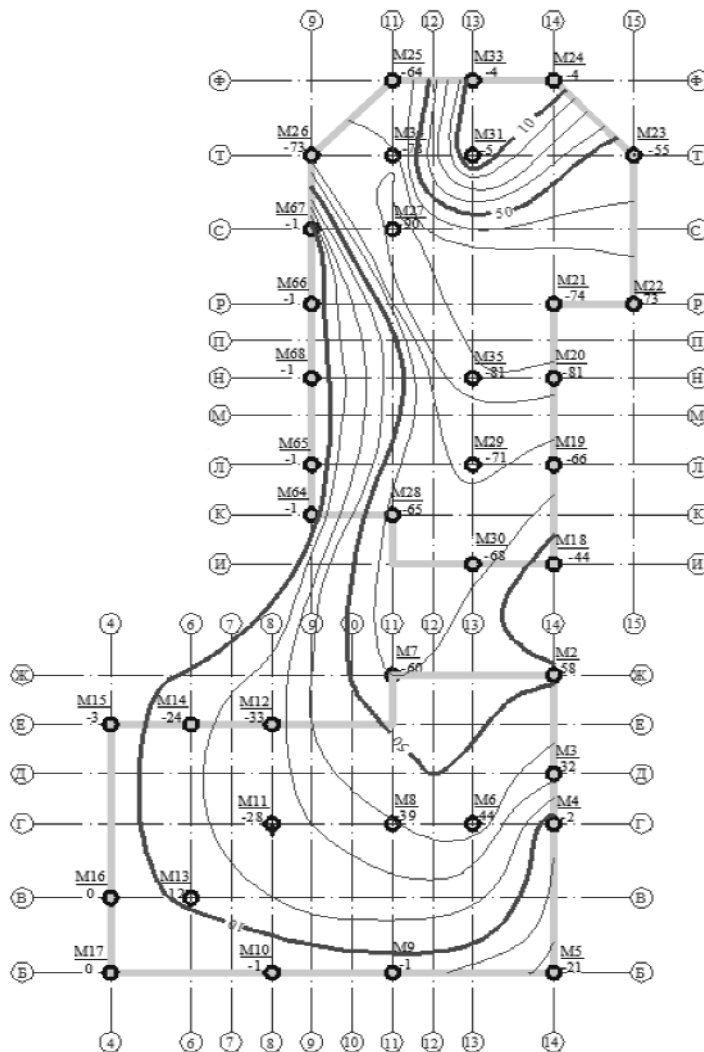


Рис.3 Деформаційні марки блоків А і Б та їх осадка на 14.04.2007 р.

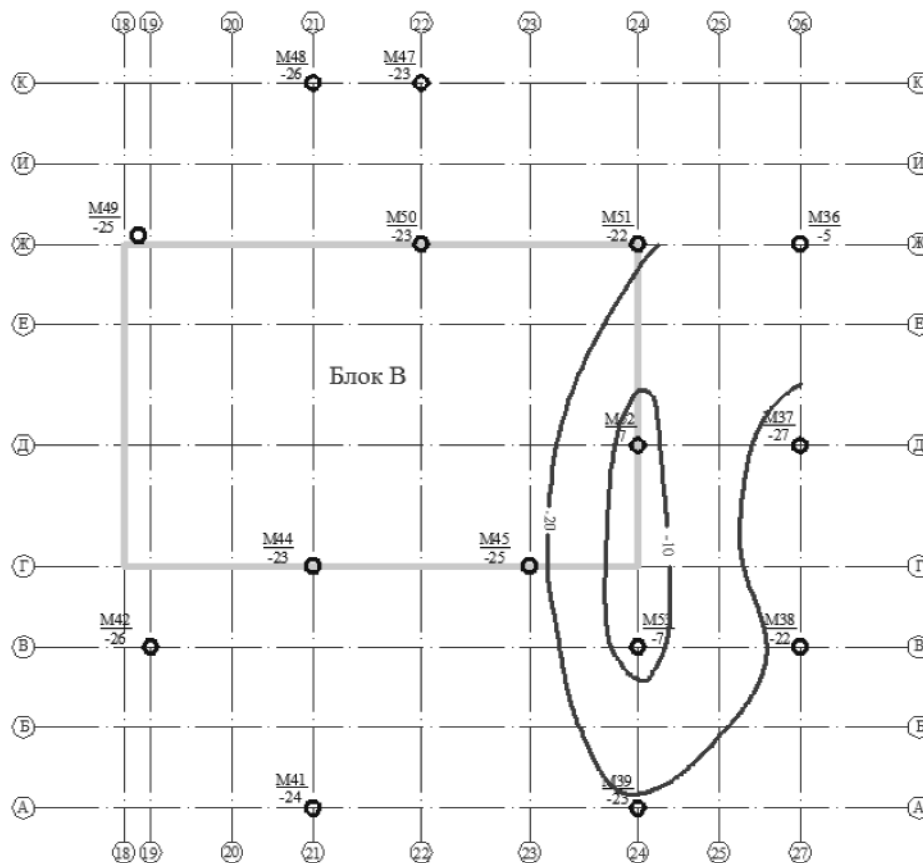


Рис. 4. Деформаційні марки блоку В та їх осадка з початку геодезичних спостережень

підземним простором, більшу частину якого займає дворівневий підземний паркінг. На першому і другому поверхах представлена інфраструктура комплексу. Між житловими поверхами і стилобатною частиною розміщується технічний поверх, висотою 2,7 м. Житлові приміщення, висотою 3,3 м починаються з позначки четвертого поверху.

Фундаментом блоків А і Б служить суцільна залізобетонна плита, а блок В зведений на пальовій основі.

**Результати досліджень.** Геодезичний моніторинг супроводжував всі етапи будівництва і складався з регулярних циклів визначення вертикальних зміщень (осідань) і поверхових (по ходу зведення) виміряних кренів блоків. Геодезичні роботи виконувались в міській системі координат і Балтійській системі висот 77 року.

З метою прогнозування і своєчасного прийняття заходів щодо забезпечення безпечного продовження будівництва в колони підвальних приміщень блоків А і Б (рис.3) і блок В (рис.4), на позначці 6,100 м були закладені деформаційні марки.

Свердловини були орієнтовно розміщені на лінії перепаду максимальних деформацій. Свердловину №1 пробурено за межами залізобетонної плити основи блоку, а свердловини №1 і №2 пробурені з підвалу блоку. У товщі вапняків-черепашника пильних на глибині 10-12 метрів свердловинами №1 і №2 розкриті підземні виробки (катакомби). В основі вони частково заповнені піщано-гравійною сумішшю, але під їх основою зафіксовані порожнечі висотою 0,2 – 0,3 м. Висота штольні сягає 2,1 м.

Катакомби було терміново затамповано рідк-

им піском і як показали подальші, (по мірі зведення будівель) спостереження: 8 циклів в 2007р., 7 циклів в 2008р., 2 цикли в 2009р., 6 циклів в 2010р., за циклами в 2013-2019 роках – осідання становило 0 – 2 мм, тобто практично припинилось. Це дозволяє зробити висновок, що свердловини №1 і №2 потрапили на одну і ту ж катакомбу, а осідання поблизу свердловини №3 викликане тією ж катакомбою і після її тампування осідання плити припинилось.

Подібні катакомби від узбережжя до центру м.Одеси в XIX столітті прокладали контрабандисти і їх розміри дозволяли повозками доставляти товари з суден, минаючи митницю.

Осідання деформаційних марок блоку В, зведеного на пальових фундаментах, було рівномірним і за 15 років спостережень склало – 25 – 27 мм (рис. 4). Середнє осідання протягом останнього циклу спостережень із 16.06.2018р. по 10.08.2019р. склало – 0,06 мм, що свідчить про повну стабілізацію осідань.

Висоти деформаційних марок визначалися відносно глибинного репера 3 і пункту полігонометрії ПП 18488 електронним нівеліром DiNI-12 геометричним нівелюванням II класу. На блоках А і Б на 14.04.2007 року було виявлено критичну нерівномірність осідань окремих точок фундаментів (до – 3 мм/міс.), що перевищує допустимі значення відповідно нормативних документів (рис.3). Зважаючи на це, спеціалісти науково-дослідної лабораторії "Геодезичне забезпечення будівництва та реконструкції будівель і споруд" Одеської державної академії будівництва та архітектури рекомендували призупинити будівництво і уточнити інженерно-геологічний розріз на майданчику.

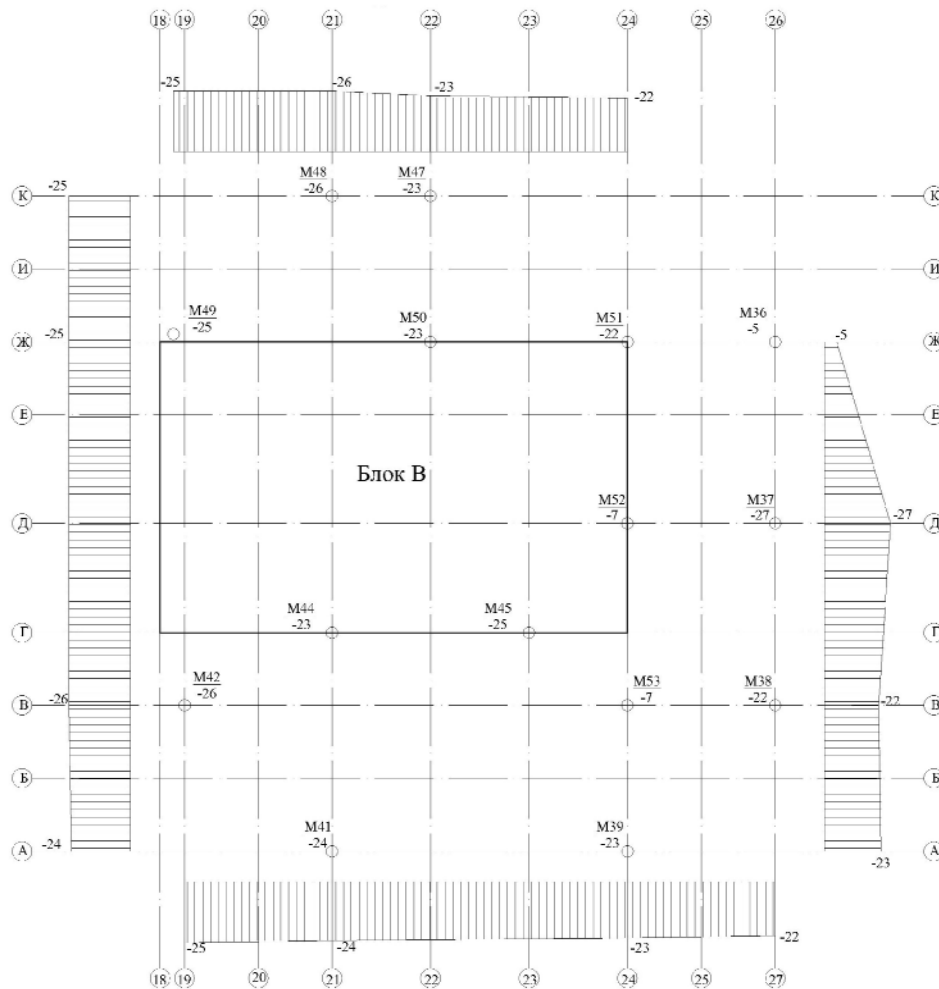


Рис.5. Епюра осадок блока В по зовнішнім осям (на 10.08.2019 р.)

У квітні 2007 року спеціалістами інституту "Укрюжгіпрроводхоз" проведено бурові роботи трьох розвідувальних свердловин, поблизу перетину осей 13-Ф, 9-П, 11-С (рис.3).

Середні осідання блоків А і В, протягом останнього циклу геодезичних спостережень в період з 16.06.2018р. по 10.08.2019р. склали відповідно 0,53 мм і 0,50 мм, а їх швидкість – 0,04 мм/міс., що також свідчить про повну стабілізацію осідань.

Для вимірювання крену замкнутим тахеометричним ходом, за допомогою електронного тахеометра Leica TCR1203 R400, було побудовано знімальну

геодезичну основу. Крен блоків А, Б, В визначались двома напівприйомами в безвідбивачевому режимі з вертикальним кроком 3 м при точності далекоміра  $\pm 2$  мм в восьми рівнях, що дозволяє в разі необхідності проводити перерахунок каркасу будівлі з урахуванням кількісних величин кренів.

**Висновок:** Геодезичний моніторинг дає можливість своєчасного визначення виконавчим зніманням не тільки планово-висотних відхилень від проекту, але й виявити помилки в проектному рішенні, що можуть бути визвані неякісними інженерно-геологічними вишукуваннями.

#### Література

1. Аркадія – золотий берег Одессы : <https://stevenxodiak.livejournal.com/117258.html> (дата звернення: 21. 06. 2020).
2. Хмарочоси Одеси : <https://www.wikiwand.com/uk>
3. Демченко В.А., Захарчук В.В., Нахмуров О.М., Шишкалова Н.Ю., Юрковський Р.Г. Моніторинг пам'ятки архітектури // Наукометричний журнал "Научный взгляд в будущее". Вып. №9 Том 1. Україна Міжнародне періодичне видання "International periodic scientific journal". Одеса : Купрієнко С.В., 2018 С. 64-70.
4. Захарчук В.В., Нахмуров О.М., Шишкалова Н.Ю., Юрковський Р.Г. Кирха – история спасения // Наукометричний журнал "Научный взгляд в будущее" – Міжнародне періодичне видання "International periodic scientific journal": Вип. №5 Том 2 Германія, 2018. С. 99-108.
5. Yurkovsky R.G., Nakhmurov O.N., Shishkalova N.Y., Zakharchuk V.V. Passage — of architectural pearl of Odessa // Наукометричний журнал "Научный взгляд в будущее" Вып. №6 Том 1, Міжнародне періодичне видання "International periodic scientific journal", Германія, 2018. С. 84-91
6. Уточнение инженерно-геологического разреза на площадке строительства 20-ти этажного дома по ул. Генуэзской в г. Одессе. Материалы инженерно-геологических изысканий Од. 2007 г.
7. ДБН В.2.1-10-2009 "Основи і фундаменти будівель та споруд".

**References**

1. Arkadiia — zolotoy bereg Odessa : <https://stevenxodiak.livejournal.com/117258.html> (data obrashheniia: 21. 06. 2020).
2. Khmarchosy Odesy : <https://www.wikiwand.com/uk>
- 3 Demchenko V.A., Zakharchuk V.V. Nakhmurov O.M., Shyshkalova N.Y., Yurkovskiy R.G, Monitoring pamiatky architecture // Naukometrychniy zhurnal "Nauchnyj vzglyad v budushcheye". Vyp. №9 Tom 1. Ukrayina Mizhnarodne peryodychne vydannya "International periodic scientific journal". Odesa : Kuprienko S.V., 2018 S. 64-70.
4. Zakharchuk V.V, Nakhmurov O.M., Shyshkalova N.Y., Yurkovskiy R.G, Kirkha — istoryya spasenyia // Naukometrychniy zhurnal "Nauchnyj vzglyad v budushcheye" — Mizhnarodne peryodychne vydannya "International periodic scientific journal": Vyp. №5 Tom 2, Germaniya, 2018. S. 99-108.
5. Yurkovskiy R.G., Nakhmurov O.N., Shishkalova N.Y., Zakharchuk V.V. Passage — of architectural pearl of Odessa // Naukometrychniy zhurnal "Nauchnyj vzglyad v budushcheye" Vyp. №6 Tom 1, Mizhnarodne peryodychne vydannya "International periodic scientific journal", Germaniya, 2018. S. 84-91
6. Utochneniye inzhenerno-geologicheskogo razreza na ploshchadke stroitelstva 20-ty ehtazhnogo doma po ul. Genuezhkoj v g.Odesse. Materialy inzhenerno-geologicheskych izyskanij Od. 2007 g.
7. DBN V.2.1-10-2009 "Osnovy i fundamenty budyvel ta sporud".

**А.А.Колосюк**, к.э.н., доцент, заведующий кафедры,  
Orcid 0000-0001-7220-4772;

**А.Н.Нахмуrow**, к.т.н., профессор,  
Orcid 0000-0003-1081-8140;

**В.В.Захарчук**, ст. преподаватель,  
Orcid 0000-0002-0370-4113;

**Н.Е. Шишкалова**, ст. преподаватель,  
Orcid 0000-0003-1749-5428;

**Р.Г. Юрковський**, к.т.н., профессор,  
Orcid 0000-0001-8864-1854

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

**ГЕОДЕЗИЯ ПРЕДУПРЕЖДАЕТ АВАРИЮ**

**Аннотация.** Строительство офисно-жилого комплекса в Одессе сопровождалось геодезическим мониторингом по определению пространственно-временного состояния в процессе строительства. На двух блоках комплекса А и Б, возведенных на сплошной железобетонной плите, были обнаружены неравномерные вертикальные осадки со скоростью в отдельных точках более 3 мм / мес., что значительно превышало допустимые значения, согласно нормативным документам. Срочно были выполнены уточнения инженерно-геологического разреза на площадке строительства, путем бурения трех разведочных скважин, расположенных на линии максимальной деформации. Двумя скважинами на глубине 10—12 м обнаружены подземные выработки (катакомбы). После их тампонирувание продолжено строительство. В дальнейшем, геодезический мониторинг показал стабилизацию осадки зданий.

**Ключевые слова:** геодезический мониторинг; деформационные марки; осадки; крены; точность.

**A. Kolosuk**, c.e.s., associate professor, head of department  
Orcid 0000-0001-7220-4772;

**A. Nakhmurov**, PhD, Professor,  
Orcid 0000-0003-1081-8140;

**V. Zakharchuk**, senior lecturer,  
Orcid 0000-0002-0370-4113;

**N. Shyshkalova**, senior lecturer,  
Orcid 0000-0003-1749-5428;

**R. Yurkovskiy**, PhD, Professor,  
Orcid 0000-0001-8864-1854

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

**GEODESIA PREVENTS ACCIDENT**

**Annotation.** Construction of an office and residential complex in Odessa was accompanied by geodetic monitoring to determine the space-time state during the construction process. On two blocks of the complex A and B, erected on a solid reinforced concrete slab, uneven vertical settlements were found with a speed at some points of more than 3 mm / month, which significantly exceeded the permissible values, according to regulatory documents. The refinement of the engineering-geological section at the construction site was urgently performed by drilling three exploration wells located on the line of maximum deformation. Two wells at a depth of 10-12 m discovered underground workings (catacombs). After their plugging, construction continued. Further, geodetic monitoring showed stabilization of the settlement of buildings.

**Key words:** geodetic monitoring; deformation marks; settlements; rolls; accuracy.

**В.П. Азутов**, к.т.н., доц., КНУБА, м. Київ;

**О.Ю. Бердник**, к.т.н., доц. КНУБА, м. Київ;

**Ю.М. Червяков**, к.т.н., заступник директора, ДП "НДІБВ", м. Київ,

Orcid 0000200022132626217

## БЕЗПРИВІДНА ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА НАПІВКОНВЕЄРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПАНЕЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

**Анотація.** У статті розглянуто разом із класичними технологіями виготовлення залізобетонних виробів панельної конструкції зовсім принципово нова технологія щодо підготовки форм до формування.

**Ключові слова:** потоково-агрегатна; стендова; конвеєрна; напівконвеєрна технології; підготовка форм; формування роликовий конвеєр; ухил конвеєра.

Відомо, що залізобетонні вироби панельної конструкції — панелі перекриття, внутрішні стінові панелі, плоскі плити різного призначення, панелі огорожень територій та інші можуть виготовлюватись в горизонтальних формах за різними класичними технологіями:

стендова — коли всі операції з розпалублення, підготовки форми, армування, бетонування і термообробки проводяться на одному посту — стенді. За такою технологією виготовлюються в основному несерійні та великогабаритні вироби;

потоково-агрегатна — агрегатний спосіб виробництва залізобетонних виробів є найпоширенішим у заводських умовах. Цей спосіб підходить для виготовлення великої більшості виробів широкої номенклатури для будь-якого виду будівництва: житлового, промислового, громадського, а також для інженерних споруд. В нашому випадку, для порівняння технологій мова може йти про вироби плитної конфігурації, в основному однотипних або різного типу з розміщенням на однотипному піддоні або формі.

При потоково-агрегатній технології необхідно мати в прогоні цеху декілька постів: для розміщення форм для розпалублення виробів, очищення і змащення поверхонь форм, армування та ін., що займає значну площу цеху з урахуванням площі, яка зайнята під формами з відкритими бортами, а також проходами між ними.

Площа постів підготовки форм визначається з урахуванням зони обслуговування, місця для розміщення пристроїв для чищення, для розміщення мас-ти, площі розміщення формоутворювальних елементів (прорізоутворювачів, порожниноутворювачів, вкладишів тощо).

Площа постів армування визначається площею, яку займає форма в положенні її армування, зони вільного підходу з усіх боків, площі для оперативного запасу різних арматурних елементів (у контейнерах, стелажах та ін.) з зоною обслуговування.

Площа постів розпалублення розраховується, виходячи з габаритів форми, пристроїв для відкриття бортів та зручних проходів між постами й іншого необхідного обладнання.

Число постів для виконання окремих технологічних операцій визначають як відношення розрахованої їх тривалості, що зазначена в поопераційному графіку процесу, до планового такту випуску про-

дукції тобто інтервалу часу, через який періодично виконують випуск виробів.

Напівконвеєрна технологія має зовсім іншу схему розміщення постів для підготовки форм. Усі пости розміщуються в одну лінію з пересуванням форм-візків по рейках для виконання технологічних операцій за допомогою приводу- механічного (гідроштовхач, лебідка, ) або будь-якого із визначеним тактом залежно від виду і складності виробу, об'єму випуску продукції та ін. форма при цьому повинна бути "формою-вагонеткою" з переміщенням по рейках або з рівним днищем для переміщення по рольгангу.

Для даного виду технології характерна організованість постів підготовки форм, які розміщуються по одній лінії, починаючи від поста розпалублення до поста формування. Кількість постів розраховується залежно від кількості технологічних операцій та їх тривалості для досягнення проектного об'єму випуску виробів.

Операції формування, включаючи заповнення форми бетонною сумішшю з бетоноукладача, ущільнення суміші на вібростолі, доведення відкритої поверхні виробу проводяться на формувальному посту, з подальшим твердненням виробу в ямній камері термообробки, в яку форма з виробом транспортується за допомогою мостового крану.

конвеєрна — за такою технологією виготовлюються однотипні вироби панельної конфігурації масового, а також серійного випуску, при якій форми на транспортному механізованому конвеєрі примусово переміщуються з поста на пост для виконання всіх операцій з підготовки форми, армування, бетонування, доведення відкритої поверхні виробу і термообробки у щільних, або тунельних камерах безперервної дії, у замкнутому циклі з повторенням усіх операцій. Переміщення форм здійснюється у шаговому режимі тросовим або штанговим органом по рейках на піддонах з відповідною бортовою оснасткою, а самі піддони оснащені колесами.

На деяких підприємствах використовують конвеєри, що відрізняються безкамерною тепловою обробкою виробів у пакетах термоформ. Конвеєр складається з трьох ділянок: перша — підготовчо-формувальна, на якій виконують підготовку форми, армування і формування виробів; друга — теплової обробки, на якій форми збирають у пакети і вироби піддають прогріванню, вона обладнана пакетуваль-

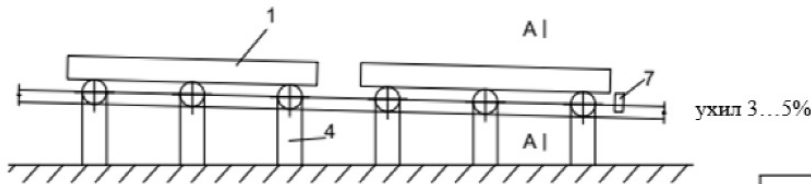


Рис. 1. Схема транспортної лінії

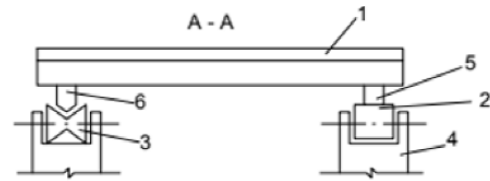


Рис. 2. Розріз по А – А

никами; третя – розпалублення виробів і подавання їх на склад.

напівконвеєрна, при якій всі операції з розпалублення, підготовки форм, армування, бетонування, доведення відкритої поверхні виробу проводяться на конвеєрі в горизонтальному положенні, з переміщенням форм-вагонеток з поста на пост за допомогою лебідки або шагового приводу періодичної дії зі зворотним поступальним рухом по рейках, прокладених на рівні підлоги цеху, з подальшим твердненням бетону в ямній камері термообробки, в яку форма з виробом транспортується за допомогою мостового крану, ця технологія є якби поєднанням потоково-агрегатної та конвеєрної технологій.

В Науково – дослідному інституті будівельного виробництва Держбуду України спільно з проектним інститутом Гіпродивільпромбуд розроблена технологія формування панелей зовнішніх стін і панелей перекриття для крупно панельних житлових будинків на напівконвеєрі у вертикальному положенні на формах-вагонетках на два виробу з тепловим осердям між ними з віброущільненням бетонної суміші віброблоками об'ємної дії, розміщених по обидві сторони, опозитно один до одного, на зовнішніх бортах формувальної установки.

За такою технологією теплове осердя, яке прикріплено на вагонетці, з бортовим оснащенням, вже змащеним і заармованим, по рейках уключується між розкритими зовнішніми щитами формувальної віброустановки, які потім закриваються гідравлічним механізмом, і простір між ними заповнюється бетонною сумішшю, для ущільнення якої включаються синхронно два ефективних віброблоки. Для забезпечення можливості коливатися віброщити закріплені на еластичних опорах. Для скорочення часу твердіння бетонної суміші і забезпечення проектного ритму роботи лінії в технології застосовується жорстка бетонна суміш, що дає можливість негайно розпалубити виріб після ущільнення, розкрити віброщити і викотити вагонетку з відформованими двома панелями для подальшого підключення теплового осердя до парової мережі за межами формувального посту вже на конвеєрі і так далі.

Вказана технологія розроблена з метою максимально механізувати процес, організувати його поточність, спростити технологічні операції, зменшити металоємність, прискорити твердіння бетону за рахунок застосування жорсткої бетонної суміші. Виробниче впровадження технології відбулося на ЗБК ім. С.Ковальської, однак в зв'язку зі зміною профілю заводу на початку 90-тих років лінія була демонтована.

В даній статті розглядається як різновид принципово нова напівконвеєрна технологія з набором технологічних операцій, характерних для класичної напівконвеєрної, однак переміщення форм на піддонах здійснюється не за допомогою механізованого приводу, а за рахунок нахилу роликів естакади транспортної лінії підготовки форм, на якій розміщені піддони з бортовою оснасткою, тобто самокатом із зупинками на відповідних постах. Технічне рішення технологічної лінії формування панельних конструкцій, яка пропонується, засноване на використанні патенту № 1735009, створеного у Науково – дослідному інституті будівельного виробництва Держбуду України в 1992 році "Транспортная система в линии для изготовления изделий из бетонных смесей" авторів Дудар М.І., Азутов В.П. та ін., відповідно до якого, форми, з моменту їх установки на транспортну лінію за допомогою мостового крану після термообробки, переміщуються самокатом по рольгангу з ухилом 3...5% з поста на пост для послідовного виконання операцій з їх підготовки, включаючи операцію формування з опусканням форми на віброплощадку за допомогою гідравлічного механізму.

Зазначений нахил рольгангу забезпечує вільне переміщення форм при умові оснащення роликів рольгангу підшипниками кочення закритого типу (подібно підшипникам коліс легкових автомобілів). При необхідності розрахунок кута нахилу рольгангу можна виконати через визначення показника прискорення руху з урахуванням сил тертя в агрегаті.

Переміщення форм за вказаною технологією здійснюється або по рейках, для чого форма має колеса з ребордами (форма-вагонетка), або на роликах, вмонтованих в естакаду, у такому разі на формі знизу повинні бути рейки для направлення руху переміщення, а ролики естакади мати реборди (рис.1; 2.)

Процес підготовки форм на транспортній лінії відбувається послідовно, починаючи з встановлення форми 1 з виробом мостовим краном на естакаду лінії після теплової обробки, тобто на першій пост, після чого виріб розпалублюється і на відповідних постах при переміщенні форми з поста на пост виконуються всі технологічні операції для чого форма зупиняється на постах стопором з гідравлічним приводом. Після виконання відповідної технологічної операції стопор забирається і форма рухається на наступний пост під дією сили тяжіння. На посту формування форма на рейках опускається за допомогою гідравлічного механізму на віброплощадку, де вона фіксується електромагнітами на столі для заповнення її бетонною сумішшю.

Кількість постів для виконання технологічних операцій розраховується залежно від такту переміщення форм і такту випуску продукції на лінії і може досягати 5 або 6 постів. Відповідно і висота естакади на першому посту з урахуванням кута нахилу лінії (3...5 %), при довжині форми 6...7 метри, може бути 2...3 м, що потребує обладнати лінію підмостями для її обслуговування по всій довжині лінії з двох сторін.

Для забезпечення направленої руху форми, на нижній її поверхні приварені рейки (бруски) 3 і форма рухається на роликах 2, по естакаді 4 транспортної лінії. Причому одна рейка є клиновидною, а також і відповідний ролик теж, для забезпечення направленості руху. Може бути і інший варіант – рейки прямокутні, а ролики оснащені ребордами або ролики і рейки можуть бути клиновидними. В будь-якому випадку варіанти вибору форми роликів і рейок повинні забезпечувати чітку направленість руху форми з можливістю відхилення вправо-вліво на незначні величини.

Після укладання бетонної суміші на посту

формування та її ущільнення форма переміщується мостовим краном в камеру теплової обробки, а підйомні рейки формувального посту повертаються у початкове положення в одну лінію основної довжини рейок естакади.

У випадку, коли камера оснащена автоматичними стійками для установлення форм з виробами без застосування дерев'яних прокладок, можна встановлювати форми майже без участі стропальника за допомогою напівавтоматичної траверси. Автоматичні стійки і напівавтоматична траверса є типовими для промисловості збірного залізобетону. Цей елемент у технологічному процесі ще більш підвищує ступінь механізації технології та її культуру.

Таким чином, технологічний процес з формування панельних конструкцій на конвеєрі, що має уклін, створює зручні умови для роботи персоналу формувальників, покращує організацію робочих місць у зоні підготовки, зменшує площу цеху, для виконання цих операцій, підвищує культуру виробництва.

#### Література

1. Виробництво залізобетонних конструкцій і виробів: довідник / під загальною редакцією зав. кафедри, д-р техн. наук, проф. Гоца В.І.-К.: Основа. 2019.-464 с.
2. Технология бетонных и железобетонных изделий. Стефанов Б.В., Русанова Н.Г., Волянский А.А.-3-е изд. Перераб. И доп. — Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1982.- 406 с.

#### Literature

1. Production of reinforced concrete structures and products: Handbook / edited by Chief. Chairs, Doctor of Engineering. Sciences, prof. Gotz VI-K ...: The Basis 2019.-464 p.
2. Technology of concrete and reinforced concrete products. Stefanov BV, Rusanova NG, Voliansky AA 3rd ed. Recycling. And extra. — Kiev: High school. The main publishing house, 1982. — 406 p.

**В.П. Азутов**, к.т.н., доц. КНУСА г. Киев;

**О.Ю. Бердник**, к.т.н., доц. КНУСА г. Киев;

**Ю.Н. Червяков**, к.т.н. заместитель директора, ГП "НИИСП", г. Киев, Orcid 0000200022132626217

### БЕСПРИВОДНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ПОЛУКОНВЕЙЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПАНЕЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

**Аннотация.** В статье рассмотрены вместе с классическими технологиями изготовления железобетонных изделий панельной конструкции совсем принципиально новая технология подготовки форм к формованию. По указанной технологии подготовка форм проводится на роликовом конвейере, который имеет уклон, достаточный для перемещения форм на стадии их подготовки к формованию самокатом т.е. без механического привода с остановкой на соответствующих постах для выполнения технологических операций

**Ключевые слова:** поточно-агрегатная; стендовая; конвейерная; полуконвейерные технологии; подготовка форм; формование; роликовый конвейер; уклон конвейера.

**V.P. Azutov**, associate professor. KNUBA, Kyiv;

**O.Y. Berdник**, associate professor. KNUBA, Kyiv;

**Y.N. Chervyakov**, Science, Ph.D, Deputy Director, The State "Research institute of building production", Kyiv  
Orcid 0000200022132626217

### NON-DRIVEN TRANSPORT SYSTEM OF THE SEMI-CONVEYOR TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF PANEL REINFORCED CONCRETE STRUCTURES.

**Annotation.** Together with the classical technologies for the manufacture of reinforced concrete products of panel construction, a completely new technology for preparing molds for molding is considered in the article. According to this technology, the preparation of molds is carried out on a roller conveyor, which has a slope sufficient to move the molds at the stage of their preparation for molding by scooter i.e. without mechanical drive with a stop at the appropriate posts for technological operations

**Key words:** flow-aggregate; bench; conveyor; semi-conveyor technologies; mold preparation; molding; roller conveyor; conveyor slope.

**М.М.Косьмій**, к.ю.н., доцент, ПВНЗ Університет Короля Данила, м. Івано-Франківськ,  
Orcid 0000-0003-4823-5573

## ПРОСТОРОВА СТРУКТУРА МІСТ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПІД ВПЛИВОМ НЕМАТЕРІАЛЬНОГО (НА ПРИКЛАДІ МІСТ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ)

**Анотація.** У статті на підставі ретроспективи та аналізу теоретичних досліджень українських та іноземних вчених, розкрито зміст та еволюцію поняття просторової структури міста. Вперше модель розвитку міського простору сформував у кінці XIX Йоганн Генріх фон Тюнен. Процеси інтенсивної урбанізації початку XX ст., призвели до появи соціальних чинників впливу на просторову структуру міст та концепції соціального зонування. У 1939 р. американець Г. Хойт запропонував секторальну проєкцію міського простору, а в другій половині XX ст. поступово утвердилась ідея "архітектурного коду" У. Еко. Серед сучасників, найбільший інтерес викликає пошук оптимальної структурної моделі формування та розвитку простору міст. Це дозволяє включити в просторову організацію міста концепт "свободи", яка важлива для пересічного жителя міста, який на власний розсуд надає пріоритети стосовно заходів із забезпечення природнього середовища, організації транспортної системи, інженерних та виробничих комунікацій. Реалізувати це вдається за допомогою запропонованої М.Габрелем п'ятивимірної моделі простору.

В наш час просторова структура змінюється під впливом, як матеріальних, так і нематеріальних чинників. Однак, якщо матеріальна складова міста формується в процесі взаємозв'язку існуючих стаціонарних процесів та комунікаційних зв'язків, то нематеріальна — надає існуючим процесам ціннісного аспекту, і одночасно виступає одним із елементів комунікації. Якщо в матеріальному розумінні комунікації - це дороги, засоби зв'язку, інженерно-технологічні мережі та ін., то нематеріальні комунікації - це віра, а також асоціативна пов'язаність кожного мешканця міста, з цим містом, його простором, розуміння потреб розвитку міської території. Особливо високі темпи трансформації просторової структури під впливом нематеріального демонструють міста Карпатського регіону України: Івано-Франківськ, Львів, Ужгород, Чернівці.

На підставі теоретичного аналізу, а також натурних обстежень встановлено, що простір сучасного міста формується в основному під впливом нематеріального, оскільки визначальними для сьогодення є ідеї культури, духовності, естетики.

**Ключові слова:** просторова структура; місто; трансформація; матеріальне; нематеріальне; Карпатський регіон України.

**Постановка проблеми.** Для жителів сучасного міста, міським простором є територія їх проживання та життєдіяльності, і в більшості випадків вона обмежується тільки тим набором функціональних ознак, яким користується окрема людина. Насправді просторова структура міста — це складне і багатогранне утворення. Більше того, просторова структура міста постійно трансформується і пристосовується до вимог людини, яка в ній проживає. Власне те, що в основі розвитку просторової структури міста є людський фактор, обумовлює потребу в наукових дослідженнях, що розкривають специфіку подібних трансформацій, визначають характерні чинники впливу на просторову структуру, і відповідно дозволяють сформулювати концепцію розвитку міського простору в майбутньому. Особливу увагу слід звернути на ключові теоретичні підходи до розуміння просторової структури міста, а також демонстрації на прикладі міст Карпатського регіону України, їх ефективності та достовірності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Методологічною основою нашого дослідження стали праці О.Безлюбченка, М.Габреля, О.Главацького, Д.Голоухової О.Завального, У.Еко, В.Кучерявого, Ю.Лотмана, Б.Посацького, О.Соловйова, Є.Трутнева, Е.Нурбіної, К.Харіса та ін.

**Постановка завдання.** Метою даної статті є ана-

ліз основних теоретичних підходів до розуміння змісту просторової структури міста, визначення характерних рис просторових моделей та демонстрація на прикладі міст Карпатського регіону ефективності чи неефективності їх розвитку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Перші теоретичні дослідження просторової моделі міста виникли ще в кінці XIX ст. Одним із перших вчених, кого зацікавила ця проблема був німець Йоганн Генріх фон Тюнен, який в основу запропонованої ним моделі розвитку міського простору поклав принцип максимізації прибутку [6]. До такої ідеї він підійшов на підставі бажання власної економічної вигоди оскільки був великим землевласником та шукав формулу ефективного використання землі. Тобто концепт просторової структури міста розвивався на основі ідеї максимально ефективної моделі використання корисної площі. Схожі завдання ставив і В. Лаунхардт, який створив модель оптимального розміщення промислових підприємств щодо джерел сировини і ринків збуту продукції. Просторові закономірності розташування міст вивчали також В. Кристаллер і А. Льюш.

Однак процеси інтенсивної урбанізації початку XX ст., призвели до появи нових чинників впливу на організацію просторової структури міст. Ними виявилися соціальні чинники та концепції соціального зо-



нування, основоположниками якої стали представники Чиказької школи. У 1920-х рр. Е. Берджес запропонував схему концентричних кіл, яка ґрунтувалася на моделі Тюнена [11, с. 47]. Специфікою концепції було врахування не тільки економічних, а й соціально-психологічних чинників, які були ключовими при виборі людиною свого місця проживання в межах міського простору.

У 1939 р. американець Г. Хойт запропонував секторальну проекцію міського простору, в основу якої поклав вартість орендованого житла у 142-х американських містах [11, с. 49]. У 1945 р. американці Ч. Гарріс і Е. Ульман запропонували модель субцентрів у межах міського простору [16, р. 11]. Ідея запропонованої концепції полягала у тому, що на основі різноманітних факторів (вартість нерухомості, соціально-економічне становище жителів, переважаючий спосіб використання землі та ін.) формувалася модель організації просторової структури міста. Недоліком цієї концепції, яка лежить в основі більшості сучасних підходів до організації простору міста, є виключне акцентування уваги на матеріальних чинниках, які повинні забезпечити функціональність, тоді, як нематеріальне частково або повністю ігнорується.

Серед сучасників, найбільший інтерес викликає пошук оптимальної структурної моделі формування та розвитку простору міст. Це дозволяє включити в просторову організацію міста концепт "свободи", яка важлива для пересічного жителя міста, який на власний розсуд надає пріоритети стосовно заходів із забезпечення природного середовища, організації транспортної системи, інженерних та виробничих комунікацій.

Стосовно сучасних підходів організації просторової структури міста, то найбільш повною, і такою, що включає і нематеріальні чинники є п'ятивимірна модель простору запропонована М.Габрелем [2]. Згадана модель людиноцентрична за своїм характером, а дослідник стверджує, що "певний набір кількісних і якісних характеристик людського виміру повинен бути присутній практично в кожній містобудівній задачі" [3, с. 12]. М.Габрель спробував виокремити ключові засади функціональності окремих матеріальних, культурних та духовних потреб людини. Це означає, що функціональна складова також має бути відображена в умові містобудівної задачі. На підставі цього, дослідник запропонував розглядати простір крізь призму людини, функції, умови, геометрії та часу [3, с. 63].

Власне у сучасній українській науці існує кілька підходів до організації просторової структури міста. О.Главацький [5], аналізує територіально-просторову форму організації містобудівної системи на підставі визначення їх функціональних властивостей. Б.Посацький [9], розвиває їх у контексті нематеріального. Заслуговує уваги запропонована В.Кучерявим концепція поділу міського середовища на окремі ландшафтні зони. Він виділяє сім типів міських ландшафтів, що формують єдиний простір міста: 1) урбанізовані ландшафти; 2) індустріальні ландшафти; 3) рекреаційні ландшафти; 4) комунікаційні стрічкові ландшафти; 5) агрокультурні ландшафти; 6) гідроморфні ландшафти; 7) девастовані ландшафти [7, с. 195].

У сучасних умовах, місто, як і будь-яке інше поселення, розглядається як частина свідомо створено-

го простору, в якому відбуваються процеси людської життєдіяльності у відповідності до вимог та умов конкретного місця і часу. Власне місто і є основним виразником просторової структури, що орієнтується на людину. Окрім того, місто, не зважаючи на чіткі межі та функціонально, не є самодостатнім організмом, а тому пов'язане з іншими компонентами, з якими власне і формує урбанізовану систему та глобальний простір. Не зважаючи на єдність та цілісність міста, його внутрішня організація вказує на наявність достатньої кількості відносно автономних елементів і різноманітних комунікаційних зв'язків. Місто та його простір завжди були синтезом різноманітних функціональних процесів, об'єднаних тією чи іншою системою комунікацій. Ці зв'язки є виявом перш за все, матеріального, оскільки орієнтуються на існуючі системи комунікації та функціональних контактів. Натомість нематеріальне є тим, що об'єднує місто на існуючому семантичному рівні. Історично саме наявність у населеному пункті духовного чи культурного центру надавало йому міського статусу. В цьому випадку функціональні показники нематеріального визначаються як бажання людини залишитися в складі цього простору, формувати його структуру.

Якщо матеріальна складова міста формується в процесі взаємозв'язку існуючих стаціонарних процесів та комунікаційних зв'язків, то нематеріальна — надає існуючим процесам ціннісного аспекту, і одночасно виступає одним із елементів комунікації. Якщо в матеріальному розумінні комунікації — це дороги, засоби зв'язку, інженерно-технологічні мережі та ін., то нематеріальні комунікації — це віра, а також асоціативна пов'язаність кожного мешканця міста, з цим містом, його простором, розуміння потреб розвитку міської території.

Нематеріальна комунікація формує набір символів, які в кінцевому випадку дають можливість виробити "бренд" міста, як ідеального простору. У цьому контексті вартими уваги є погляди італійського філософа У.Еко, викладені ним у книзі "Відсутня структура. Введення в семіологію". Він вказує, що "однією з областей, в яких семіологія найбільше затребувана часом і життям, є архітектура. Саме в архітектурних спорудах з найбільшою силою втілюється суперечливість семіотики як організації життєвого простору людини, культури, і цивілізаційного розвитку суспільства в цілому" [14, с. 291]. Аргументом на користь такого формулювання є те, що знаки і символи, будучи виразом нематеріального, не тільки є віддзеркаленням уже існуючих просторових об'єктів, вони шляхом їх осмислення створюють оточуючий світ.

У. Еко запропонував поняття "архітектурний код", вивівши його з "геометричного коду" [14, с. 293], що є цілком закономірним. Однак специфіка "архітектурного коду" полягає в тому, що він формує систему константних загальнозначущих значень, і систему локальних, приватних значень (так званих "лексикод") [14, с. 293]. Усі ці зміни на його думку пов'язані з настроєм і психологічною поведінкою людини [15, с. 201]. Смуток дозволяє людині маркувати міський простір, що її оточує. Усі ці зміни закріплюються в мовних знаках, в трансляції історичної пам'яті, а також в сприйнятті людиною со-

годення, а також — майбутнього і минулого [13].

У сформованих нематеріально семіотичних знаках міста кодується сприйняття і розуміння людиною навколишнього середовища. Завдяки знакам, людина надає оточуючому простору певних смислів, відбувається розрізнення власного (особистого, індивідуального) простору і його співвідношення з простором іншої людини, з простором усіх жителів міста, а також з просторовою структурою міста чи урбанізованої системи.

Семіотичні знаки, є тими чинниками, що впливають і на процес зародження будь-якого поселення та виокремлення його функціональних процесів [8, с. 168]. Їх еволюція призводить до закономірного розмежування матеріального і нематеріального (оскільки несуть різну практичну функціональність). При цьому з часом, у вибраних об'єктів змінюється їх функціональне призначення. Інженерні споруди античності, що слугували для водопостачання — акведуки, стали у XX-XXI ст. культурним надбанням. Ця сама ситуація стосується храмів, церков, замків та палаців, які будувалися в містах у попередні століття, а у наш час належать до історико-культурних об'єктів. При цьому, якщо подібні споруди в європейських міст є функціонально активні й у XXI ст., то більшість таких пам'яток в Україні, використовуються малоєфективно як ресурс для підсилення статусу міського простору.

Показово, що у містах Карпатського регіону, ситуація відрізняється від загальноукраїнської. Так, в Ужгороді, в самому центрі міста розташований замок XI ст., який функціонує і в наш час, як історико-культурна пам'ятка і символ міста. У Чернівцях, митрополіча резиденція Буковини і Далмації, що була споруджена у другій половині XIX ст., є не тільки одним із символів та культурних пам'яток міста, вона змінила своє функціональне призначення, і є світською спорудою — університетом. Схожу трансформацію можемо спостерігати і у Львові, де приміщення колишнього Галицького сейму (друга половина XIX ст.) є центральним корпусом університету. Власне Львів є лідером серед пам'яток архітектори і культури, які вписані в просторову структуру сучасного міста, підсилюють семіотичний характер території, формують його бренд. В Івано-Франківську, частину давнього міського оборонного комплексу реставровано і функціонально оформлено у вигляді торгівельно-мистецького об'єкту "Фортечна галерея Бастіон".

Прикладом того, як нефункціональна історична споруда включається у простір сучасного міста може бути замок Потоцьких у Івано-Франківську, який

впродовж останніх 3-4 років перетворився на осередок культурного і мистецького життя. Однозначно, що його функціонал обмежений і матеріально і в часовому розумінні, але за короткий проміжок часу, даний об'єкт асоціюється у місцян та гостей міста з новітнім культурним середовищем.

Ще вражаючим прикладом трансформації в Івано-Франківську, є територія заводу "Промприлад", що під гаслом "реновації" трансформується у простір для життя, розваг, підприємництва.

Власне це вдалий приклад того, як територія і приміщення старого промислового об'єкту в центрі міста (мав виразне матеріальне спрямування), перетворюються у нематеріальний центр, символ і бренд Івано-Франківська.

Наведені приклади засвідчують, що комунікаційні зв'язки і функціональний потенціал об'єкта міського простору, що створюється в одну історичну епоху, може або абсолютно змінитися, або залишитись незмінним під впливом нематеріального — набору ментально-етичних, історико-культурних чи релігійно-духовних чинників [4, с. 153]. При цьому, можливі випадки, коли під дією політико-адміністративних умов, подібні об'єкти можуть бути знищені (радянська епоха для українських міст є реальним прикладом подібних процесів).

Усе вищезазначене свідчить, що комунікаційні зв'язки, які формуються під впливом матеріального, з моменту свого створення стають визначальним критерієм розвитку території та засобом розчленування життєвого простору міста. Сучасному місту досить складно динамічно змінюватися, власне через наявність комунікаційних мереж, які були спроектовані до того моменту коли місто почало розростатися. Ми є свідками цих процесів, коли наявні комунікаційні мережі перешкоджають розвитку міського простору, оскільки ділять його у відповідності до вимог людей попередніх епох. Прямим наслідком цього є те, що у зв'язку із територіальним розвитком міста, окремі його райони віддаляються, що посилює втрату зв'язку та гармонії.

Це доводить, що матеріальне має властивість втрачати свою функціональну та практичну цінність. В той самий час, нематеріальні складники, з часом тільки набувають цінності, перетворюючись в культурні, мистецькі та духовні об'єкти і осередки.

Отже, визначаючи структуру, зміст і характер просторової структури міста, ми можемо спостерігати з одного боку, різні функціональні процеси, які розвиваються в напрямку якісної і кількісної диференціації в пошуках легальних способів вирішення



Рис. 1. Фото коворкінгу на території колишнього заводу "Промприлад" та макет повноцінної трансформації

протиріччя між проблемою завершеності і процесів трансформації комунікаційних мереж.

Архітектор, що проектує місто, може оперувати тільки матеріальними показниками, які дозволяють визначити темпи і специфіку розвитку конкретної території. Натомість, нематеріальне не будучи визначальним, позбавляє його можливості об'єктивно визначити перспективу розвитку мереж.

Усе це призводить до того, що при будівництві міста чи його реконструкції, відбувається трансформація тільки однієї незначної частини простору, зміна якої не вплине глобально на все місто, але має враховувати потенційні можливості реконструкції й інших територій.

Таке поєднання матеріального і нематеріального, ціннісних складових і комунікаційного функціоналу призводить до розуміння міста, як окремого твору урбаністики, що з моменту свого створення набуває доктринального характеру, з властивим йому, в тому числі й теологічним змістом. Теологічний характер міста виводиться у християнській релігії з дуалізму добра і зла, ідей космічності. В часі історії змінювався не тільки просторовий порядок у місті, змінювався його сакральний характер. Різні філософії міст мають часто характер теологічний, відображають прагнення здобувати "рай на землі". Відповідно, і простір міста мав би бути в такий спосіб організований, щоб творити щасливими мешканців уже на землі.

**Аналіз процесів у містах і державі**, знання історичних фактів виникнення, розвитку й формування просторової структури міст і місця релігійно-ідеологічних та світоглядних чинників у цих процесах дозволяє по-новому глянути на явища в світі та містах на тлі світової історії й культури. Сьогоднішні міста орієнтуються на створення гігантського "міста-світу", мікрокосмосу на землі. Місто, що творилося на базі комунізму як місто ідеальне, створене пролетаріатом і як "єдине планетарне місто". Відповідно до догматики наукового соціалізму та комунізму місто мало бути елементом великих соціально-економічних, політичних і просторових ідей і концепцій, відповідати визначеним урбаністичним і естетичним вимогам. Ліквідація класового суспільства та суспільної ієрархії в містах капіталістичних обумовила "демократизацію" міст, викликала істотні зміни у їх вигляді. У "теології" соціалістичного міста важливе значення мають символи і символічний запис реальності й майбутнього, які повинні формувати "нову людину". Орієнтири на монументалізм, театральність форм відповідно до ідеологічних зразків — лише окремі ознаки архітектури соціалізму, закладених у 20-х роках ХХ ст. на зразках неокласичної соціалістичної архітектури.

Ментальність спільноти і влади міняється протягом століть. Змінювалось відношення влади до проблем містобудування, визначення головних завдань планування та забудови міст — від ідеологічно обумовлених завдань зі створення міст-монументів, які втілювались засобами створення помпезних будівель, проспектів, майданів, до завдань з забезпечення населення житлом і граничного спрощення — аж до повної втрати естетичних якостей будинків масової забудови. У професійній свідомості склалась впевненість, що саме архітектори здатні творити матеріально-просторове середовище життєдіяльності суспільства, спроможні змінити спосіб і якість життя, ментальність і соціальну поведінку громадян, виховати у населення позитивні риси моральності у відношенні між людьми і до міського середовища.

Єдині фактори, які слід враховувати в процесі такої трансформації, це моделі організації міського простору запропоновані О.Безлюбченком [1] та О.Соловйовою [10]: лінійна та розчленовано-лінійна структури; радіально-кільцева структура; багатоядерна або пелюсткова структура; сітчаста планувальна структура; іррегулярна планувальна структура; змішана структура.

Усі вони обумовлені історично, а їх зміна може мати негативні і навіть критичні наслідки для міста. Причиною цього є те, що подібна структура орієнтується виключно на комунікаційні зв'язки.

Те, що може запобігти подібним явищам, і сприятиме укріпленню зв'язків між елементами просторової структури міста, є нематеріальне. Ще до ХХ ст. одним із найважливіших чинників заснування міських поселень була потреба і політика захисту від загартників, близькість комунікаційних шляхів, а також використання природних багатств навколишніх територій. Прикладом може слугувати будівництво потужних фортифікаційних ліній: славнозвісна французька "лінія Мажіно", німецька "лінія Зігфріда", чеські укріплення, радянські "укріпрайони" вздовж західного кордону. В Карпатському регіоні подібні об'єкти будувалися після закінчення Другої світової війни. В наші дні вони не експлуатуються.

Транспортна політика й комунікаційні вузли визначали статус і робили поселення потужними, сприяли диференціації міст. Усі ці вимоги об'єднувалися політичним чинником, оскільки для прийняття рішення щодо локалізації суб'єкт мусив мати виразну причину для втілення ідеї саме в цьому місці. Міста, що виникали на політичній основі, нагадують "ідеальні міста", проте естетичний вигляд плану не завжди перекладався на його функціональність у просторі. Окремі стали поселеннями суспільних патологій і деградування [12, с. 204].

Стимулюючим фактором в процесі виникнення подібних патологій є нормативна група нематеріальних чинників. Так, політико-адміністративні чинники являють собою майстерність управління системою (в тому числі й просторовою) та обґрунтовані нормативно-правові вимоги цієї діяльності. Стосовно локалізації й організації міст, цей чинник зумовив приведення у порядок суспільний і юридичний розвиток. Завдяки цьому міста отримують універсальні ознаки і стають схожими: влада вирішувала, яке саме місто може (мусить) виникнути в тому чи іншому місці, з того або іншого приводу.

Стимулюючим фактором в процесі виникнення подібних патологій є нормативна група нематеріальних чинників. Так, політико-адміністративні чинники являють собою майстерність управління системою (в тому числі й просторовою) та обґрунтовані нормативно-правові вимоги цієї діяльності. Стосовно локалізації й організації міст, цей чинник зумовив приведення у порядок суспільний і юридичний розвиток. Завдяки цьому міста отримують універсальні ознаки і стають схожими: влада вирішувала, яке саме місто може (мусить) виникнути в тому чи іншому місці, з того або іншого приводу.

Місто творить територію різноманітних дій і людської активності, що взаємно переплітаються. Воно є простором, на якому стикаються загальні справи з груповими й справами особистими. Його основну структуру складає тканина, в межах якої фіксовані взаємні відношення між приватним, груповим і громадським просторами. Процеси урбанізації спричинили переоцінку просторів загального користування. Значна їх частина перетворилася в загальнодоступний громадський простір, користування яким регулюється державним й місцевим правом. Інші

простори підлягали формальним або неформальним суспільним групам, чи перетворювали їх у приватні або напівприватні простори.

Можна однозначно стверджувати, що місто являє собою особливу структурну організацію фізичного і географічного простору, деформуючи природну просторову структуру, створює свою власну — зовнішню і внутрішню. Місто з моменту своєї появи руйнує складний природний ландшафт, вносячи зміни в його структуру. Володіючи власним фізичним простором, виступає самостійним об'єктом, впливає на навколишній географічний простір, залучаючи його в різноманітні взаємозв'язки. Внутрішній простір міста можна сприймати і як фізико-географічний, і як антропологічний (організований людиною, і пристосований до потреб людини). Внутрішній простір міста в більшій мірі організовується саме на підставі нематеріальних чинників. Зовнішній простір міста проявляється в пристосованості міста до природних умов: клімату, рельєфу, місцевості, рослинності, будівельних матеріалів, які залучаються в якості матеріалу, що створюють простір міста, його будівлі і власну міську тілесність.

Місто виникло і розвинулось як результат дії різноманітних чинників, зосереджувало людей різного складу й діяльності. Існування і розвиток міст обумовлені тенденцією їх різноманітності та унікальності в суспільних перетинах — професійному, маєтковому, етнічному тощо. Завдяки цьому громада поселення перетворювалась у спільноту й обумовлювала розвиток міста та унікальність його простору й архітектури. Крім того, урізноманітнення і зростання потреб мешканців призводить до ситуації, коли місто: постійно веде наступ, перетворюється й перетворює оточення; створює щораз нові засоби для задоволення зростаючих матеріальних, духовних та інших потреб спільноти.

Дослідження просторової структури міста під-

верджує, що на формотворення простору міст та їх архітектури, в різні історичні періоди домінуючий вплив мали чинники нематеріального характеру. Явища і процеси, що мають нематеріальний характер, безпосередньо пов'язані з людьми: культура, інноваційні здатності, суспільна солідарність, середовище довіри, спільнота й суспільні структури — усе це відносини. Істотними є й місцеві традиції, через які розуміємо глибоко укорінені традиції місцевої громади, суспільні зв'язки, а також інші традиції мешканців, які підтримують атмосферу довіри та уможливають передачу культурних, духовних і інших цінностей наступникам. Людина протягом віків змінює місто, пристосовує його до своїх потреб, і суспільство змінюється разом з нею. Місто складає територію різноманітної діяльності й людської активності, що поєднується з простором, на якому стикаються загальні справи з груповими й індивідуальними. Фундаментом будівництва суспільно-просторової моделі міста є взаємні відносини між приватним, груповим і громадським просторами.

**Висновки.** Таким чином, місто, як простір для проживання пройшло тривалу еволюцію і трансформацію всіх структур, кінцевим результатом якої стало формування окремого міського простору, як самодостатньої чітко виокремленої території, де на функціональному рівні забезпечуються процеси життєдіяльності людини. Кожен архітектурний об'єкт чи група об'єктів у межах цього простору, не зважаючи на автономність, є взаємозалежними. Прийнято вважати, що ключовим у процесі організації простору є комунікаційні зв'язки та функціональна спрямованість об'єктів. Однак, ми вважаємо, що не менш важливим є рівень культури та сприйняття простору людини, що в ньому проживає, а простір міста та його структура, формується у вирішальний спосіб під впливом нематеріальних чинників.

### Література

1. Безлюбченко О. С., Завальний О. В., Черносова Т. О. *Планування і благоустрій міст: навчальний посібник*. Х.: ХНАМГ, 2013. 204 с.
2. Габрель М.М. *Методологічні основи просторової організації містобудівних систем (на прикладі Карпатського регіону України)*. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук (05.23.20 — Містобудування та територіальне планування). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури, 2002. 36 с.
3. Габрель М.М. *Методологічні основи просторової організації містобудівних систем (на прикладі Карпатського регіону України)*. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук (05.23.20 — Містобудування та територіальне планування). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури, 2002. 499 с.
4. Габрель М.М., Космій М.М. *Унікальність простору міста. Аналіз і використання в управлінні його розвитком. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук. — техн. збірник / Відпов. Ред. М.М. Дьомін. К., КНУБА, 2019. Вип. 53. С. 148-168.*
5. Главацький О. З. *Поняття та структура міського середовища. Містобудування та територіальне планування*. 2015. Вип. 55. С. 60-72. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP\\_2015\\_55\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2015_55_13).
6. Голоухова Д.В. *Особенности пространственной структуры современной Москвы*. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-prostranstvennoy-struktury-sovremennoy-moskvy>.
7. Кучерявий В. П. *Урбоекологія*. Львів: Світ, 2001. 440 с.
8. Лотман Ю. М. *Семиотическое пространство. Внутри мыслящих миров: Человек — Текст — Семиосфера — История*. М.: "Языки русской культуры", 1996. С. 163-175.
9. Посацький Б. С. *Основи урбаністики. Територіальне і просторове планування: навчальний посібник*. [Вид. 2-е, доп.]. Львів: НУ "Львівська політехніка", 2011. 368 с.
10. *Теоретичні та методичні основи архітектурного проектування. Основи містобудування: конспект лекцій для студ. 3 курсу денної форми навч. спец. 6.120100. "Містобудування", напрям. — "Архітектура" / уклад.: О.С. Соловйова. Х.: ХНАМГ, 2008 36 с.*
11. Трутнев Э. К. *Градостроительное регулирование: Основы регулирования градостроительной деятельности в условиях становления рынка недвижимости*. М.: Фонд "Институт экономики города", 2008. 296 с.

12. Турбина Е. Г. *Город в теории: опыты осмысления пространства*. М.: Новое литературное обозрение, 2011. 520 с.
13. Тыхеева Ю. Ц. *Человек в городском пространстве (Философско-антропологические основания урбанографии)*. URL: <https://www.mosgu.ru/nauchnaya/publications/professor.ru/Tyheeva/>.
14. Эко У. *Отсутствующая структура. Введение в семиологию*. Перев. с итал. В.Резник, А. Погоняйло. СПб.: Симпозиум, 2004. 544 с.
15. Эко У. *Роль читателя. Исследования по семиотике текста [Перев.: С. Серебряный]*. СПб.: Симпозиум, 2007. 512 с. URL: <https://www.livelib.ru/book/88361/readpart-rol-chitatelya-issledovaniya-osemiotike-teksta-umberto-eko/~30>.
16. Harris C. D., Ullman E. L. *The Nature of Cities*. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 1945. Vol. 242. P. 7-17.

#### References

1. Bezliubchenko, O. S., Zavalnyi, O. V., Chernonosova, T. O. (2013). *Planuvannia i blahoustrii mist: navchalnyi posibnyk*. Kh.: KhNAMH. 204 s.
2. Habrel, M. M. (2002). *Metodolohichni osnovy prostoroivoi orhanizatsii mistobudivnykh system (na prykladi Karpatskoho rehionu Ukrainy)*. *Avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovoho stupenia doktora tekhnichnykh nauk (05.23.20 – Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia)*. Kyiv: Kyivskiy natsionalnyi universytet budivnytstva i arkhitektury. 36 s.
3. Habrel, M. M. (2002). *Metodolohichni osnovy prostoroivoi orhanizatsii mistobudivnykh system (na prykladi Karpatskoho rehionu Ukrainy)*. *Dysertatsiia na zdobuttia naukovoho stupenia doktora tekhnichnykh nauk (05.23.20 – Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia)*. Kyiv: Kyivskiy natsionalnyi universytet budivnytstva i arkhitektury. 499 s.
4. Habrel, M. M., Kosmii, M. M. (2019). *Unikalnist prostoru mista. Analiz i vykorystannia v upravlinni yoho rozvytkom. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia: Nauk. – tekhn. zbirnyk / Vidpov. Red. M.M. Domin. K., KNUBA. Vyp. 53. S. 148-168.*
5. Hlavatskyi, O. Z. (2015). *Poniattia ta struktura miskoho seredovyscha. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. Vyp. 55. S. 60-72.* URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP\\_2015\\_55\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2015_55_13).
6. Golouhova, D. V. *Osobennosti prostranstvennoy struktury sovremennoy Moskvy*. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-prostranstvennoy-struktury-sovremennoy-moskvy>.
7. Kucheraviyi, V. P. (2001). *Urboekolohiia*. Lviv: Svit. 440 s.
8. Lotman, Ju. (1996). *M. Semioticheskoe prostranstvo. Vnutri mysljashhih mirov: Chelovek – Tekst – Semiosfera – Istorija*. M.: "Jazyki russkoj kul'tury". S. 163-175.
9. Posatskyi, B. S. (2011). *Osnovy urbanistyky. Terytorialne i prostoroivo planuvannia : navchalnyi posibnyk. [Vyd. 2-e, dop.]*. Lviv : NU "Lvivska politekhnika". 368 s.
10. *Teoretychni ta metodychni osnovy arkhitekturnoho proektuvannia. Osnovy mistobuduvannia : konspekt leksii dlia stud. 3 kursu dennoi formy navch. spets. 6.120100. "Mistobuduvannia", napriam. – "Arkhitektura" / ukklad.: O.S. Soloviova. Kh. : KhNAMH, 2008. 36 s.*
11. Trutnev, Je. K. (2008). *Gradoregulirovanie: Osnovy regulirovanija gradostroitel'noj dejatel'nosti v uslovijah stanovlenija rynka nedvizhimosti*. M.: Fond "Institut jekonomiki goroda". 296 s.
12. Turbina, E. G. (2011). *Gorod v teorii: opyty osmyslenija prostranstva*. M.: Novoe literaturnoe obozrenie. 520 s.
13. Tyheeva, Ju. C. *Chelovek v gorodskom prostranstve (Filosofsko-antropologicheskie osnovaniya urbanologii)*. URL: <https://www.mosgu.ru/nauchnaya/publications/professor.ru/Tyheeva/>.
14. Jeko, U. (2004). *Otsutstvujushhaja struktura. Vvedenie v semiologiju*. *Perev. s ital. V.Reznik, A. Pogonjajlo. SPb.: Simposium. 544 s.*
15. Jeko, U. (2007). *Rol' chitatelja. Issledovaniya po semiotike teksta [Perev.: S. Serebrjanij]*. SPb.: Simpozium. 512 s. URL: <https://www.livelib.ru/book/88361/readpart-rol-chitatelya-issledovaniya-osemiotike-teksta-umberto-eko/~30>.
16. Harris, C. D., Ullman, E. L. (1945). *The Nature of Cities*. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*. Vol. 242. P. 7-17.

**М.М. Космий**, к.ю.н., доцент, ПВНЗ Университет Короля Данила, г. Ивано-Франковск,  
Orcid 0000-0003-4823-5573

### ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ГОРОДОВ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ НЕМАТЕРИАЛЬНЫЕ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КАРПАТСКОГО РЕГИОНА УКРАИНА)

**Аннотация.** В статье на основании ретроспективы и анализа теоретических исследований украинских и иностранных ученых, раскрыто содержание и эволюцию понятия пространственной структуры города. Впервые модель развития городского пространства сформировал в конце XIX Иоганн Генрих фон Тюнен. Процессы интенсивной урбанизации начала XX в., привели к появлению социальных факторов влияния на пространственную структуру городов и концепции социального зонирования. В 1939 г. американец Г. Хойт предложил секторальную проекцию городского пространства, а во второй половине XX в. постепенно утвердилась идея "архитектурного кода" У. Эко. Среди современников, наибольший интерес вызывает поиск оптимальной структурной модели формирования и развития пространства городов. Это позволяет включить в пространственную организацию города концепт "свободы", которая важна для рядового жителя города, который по своему усмотрению предоставляет приоритеты относительно мероприятий по обеспечению природной среды, организации транспортной системы, инженер-

ных и производственных коммуникаций. Реализовать это удается с помощью предложенной М.Габрелем пятимерной модели пространства.

В настоящее время пространственная структура изменяется под влиянием, как материальных, так и нематериальных факторов. Однако, если материальная составляющая города формируется в процессе взаимосвязи существующих стационарных процессов и коммуникационных связей, то нематериальная — дает существующим процессам ценностный аспект, и одновременно выступает одним из элементов коммуникации. Если в материальном смысле коммуникации — это дороги, средства связи, инженерно-технологические сети и др., то нематериальные коммуникации — это вера, а также ассоциативная связанность каждого жителя города, с этим городом, его пространством, понимание потребностей развития городской территории. Особенно высокие темпы трансформации пространственной структуры под воздействием нематериального демонстрируют города Карпатского региона Украины: Ивано-Франковск, Львов, Ужгород, Черновцы.

На основании теоретического анализа, а также натурных обследований установлено, что пространство современного города формируется в основном под влиянием нематериального, поскольку определяющими для настоящего есть идеи культуры, духовности, эстетики.

**Ключевые слова:** пространственная структура; город; трансформация; материальное; нематериальное; Карпатский регион Украины.

**М. Kosmii**, Candidate of Law, Associate Professor (King Danylo University, Dean, Faculty of Architecture, Construction and Design),

Orcid 0000-0003-4823-5573

#### **SPATIAL STRUCTURE OF CITIES AND FEATURES OF ITS TRANSFORMATION UNDER THE INFLUENCE OF THE INTANGIBLE (ON THE EXAMPLE OF CITIES OF THE CARPATHIAN REGION OF UKRAINE)**

**Annotation.** *The article, based on a retrospective and analysis of theoretical research of Ukrainian and foreign scientists, reveals the content and evolution of the concept of spatial structure of the city. The model of urban space development was first formed in the late nineteenth century by Johann Heinrich von Thunen. The processes of intensive urbanization of the early twentieth century led to the emergence of social factors influencing the spatial structure of cities and the concept of social zoning. In 1939, the American G. Hoyt proposed a sectoral projection of urban space, and in the second half of the twentieth century. The idea of U. Eco's "architectural code" was gradually established. Among contemporaries, the greatest interest is the search for the optimal structural model of formation and development of urban space. This allows to include in the spatial organization of the city the concept of "freedom", which is important for the average city dweller, who at its discretion gives priority to measures to ensure the environment, the organization of the transport system, engineering and industrial communications. This can be realized with the help of the five-dimensional model of space proposed by M. Gabrel.*

*Nowadays, the spatial structure changes under the influence of both tangible and intangible factors. However, if the material component of the city is formed in the process of interconnection of existing stationary processes and communication links, the intangible — gives the existing processes a value aspect, and at the same time acts as one of the elements of communication. If in the material sense communications are roads, means of communication, engineering and technological networks, etc., then intangible communications are faith, and also associative connection of each inhabitant of the city, with this city, its space, understanding of needs of development of city territory. Particularly high rates of transformation of the spatial structure under the influence of intangibles are demonstrated by the cities of the Carpathian region of Ukraine: Ivano-Frankivsk, Lviv, Uzhhorod, Chernivtsi.*

*On the basis of theoretical analysis, as well as field surveys, it is established that the space of the modern city is formed mainly under the influence of the intangible, as the determining factors for today are the ideas of culture, spirituality, aesthetics.*

**Key words:** *spatial structure; city, transformation; tangible; intangible; Carpathian region of Ukraine.*

**Л.О. Згалат-Лозинська**, к.е.н., доц., докторант кафедри економічної теорії, обліку та оподаткування, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Orcid 0000-0002-2063-5738;

**М.О. Клименко**, к.т.н., доц., доцент кафедри машин і обладнання технологічних процесів, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Orcid 0000-0002-6166-8966

## ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В ПРОМИСЛОВІСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Анотація.** В роботі виконаний аналіз стану виготовлення цементу в Україні і світі протягом останніх років. Подані дані розподілу цементного ринку, його особливостей розвитку та трансформування в контексті світових тенденцій щодо енерго- та ресурсозбереження, підвищення продуктивності та ефективності цементних підприємств. Розглянуто використовувані технології цементного виробництва на основі його головного обладнання - млинів. Визначено основні шляхи поліпшення ситуації в цементній галузі, як провідної ланки будівельного ринку України. Запропоновано звернути увагу як виробників цементу, так і міністерства регіонального розвитку на широке впровадження інноваційних технологій в цементній промисловості, які зможуть не тільки забезпечити суттєве зменшення енергоємності виробництва за одночасного збільшення продуктивності і стати рушійною силою у загальному оздоровленні економічної ситуації в Україні, а також забезпечити вирішення екологічних проблем.

**Ключові слова:** інноваційне обладнання; помел цементу; ефективність використання; вертикальні валкові млини; енергоефективність; питома продуктивність; переробка шлаків.

**Постановка проблеми.** Щороку вимоги щодо енерго- та ресурсозбереження стають дедалі суворішими і вимагають впровадження новітніх підходів, які дозволять покращити як економічні параметри технологічного процесу, так і якість цементу. Одночасно зниження рівня промисловості та нехтування сучасними вимогами щодо переробки відходів металургійних виробництв призвели до того, що значна частина території в нашій державі зайнята відвалами металургійних шлаків, які не тільки засмічують родючі землі, але й призводять до екологічних проблем та негативно відбиваються на здоров'ї людей. Разом з цим, ефективне використання і переробка шлаків для потреб будівельного та дорожнього будівництва, яке доведене теоретичними дослідженнями і практичними прикладами, має вагомий економічний ефект. Головним чинником, що створює перепони в поширенні інноваційних технологій, є відсутність в Україні належного обладнання для ефективної переробки шлаків, відповідної технологічної і нормативної бази будівельних підприємств та створення сприятливих інвестиційних умов.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Першими в Україні та колишньому СРСР теорію і технологію виготовлення шлаколузних цементів запропонував у 1978 р. проф. Глуховський В.Д. [1]. Дослідженнями, проведеними в КНУБА [2], вдалося значно популяризувати та просунути використання шлаколузних в'язучих, цементів і бетонів. Виходячи з поставленого завдання тонкого змелювання шлаків та цементу до тонини 3500-5000 см<sup>2</sup>/г, промисловістю на науковцями були запропоновані зміни до конструкції традиційних кульових млинів [3-4], а також створене помольне обладнання, альтернативне кульовим млинам, що поєднувало в собі високу одиничну продуктивність і низьку витрату електроенергії.

Серед усього різноманіття помольного обладнання найбільш привабливим виявився вертикальний валковий млин, який на початку 1980-х рр. розробили японські конструктори (компанія Onoda Cement Co., Onoda Engineering and Consulting Co. і Kobe Steel, Японія) [5]. Фірма FLSmidth-Fuller Engineering у 1990 р. придбала ліцензію на виробництво і продаж вказаних машин і в наступні двадцять років зуміла доопрацювати конструкцію млина з тим, щоб забезпечити весь діапазон потреб цементних заводів по потужності і продуктивності [6-10].

Поряд з цим, аналіз світових офіційних статистичних джерел [11-13] щодо виробництва цементу і впливу цих процесів на довкілля дозволив встановити важливі чинники впливу ефективності функціонування цементних виробництв і роль в цих процесах реіновачії від використання інноваційного обладнання.

**Формулювання мети статті.** Дослідження економічних та технологічних аспектів впровадження новітнього інноваційного обладнання для помелу цементу та доменного шлаку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Цемент є одним з основних матеріалів у будівельній галузі. У світі переважно використовують отриманий основному портландцемент. Основні компоненти, які використовуються для виробництва цементу, поєднують у обертових печах при температурі до 1450 °С. Цей процес дає гранульований проміжний продукт, відомий як клінкер, який потім подрібнюють у млинах для отримання цементного порошку. Кінцева суміш цементу включає близько 5% гіпсу і може також включати інші неклінкерні мінеральні побічні продукти, такі як вапняк, шлак та зола з електростанцій, що працюють на вугіллі.

Процес виготовлення цементу є складним і потребує витрат енергії на кожному етапі, а різні техно-

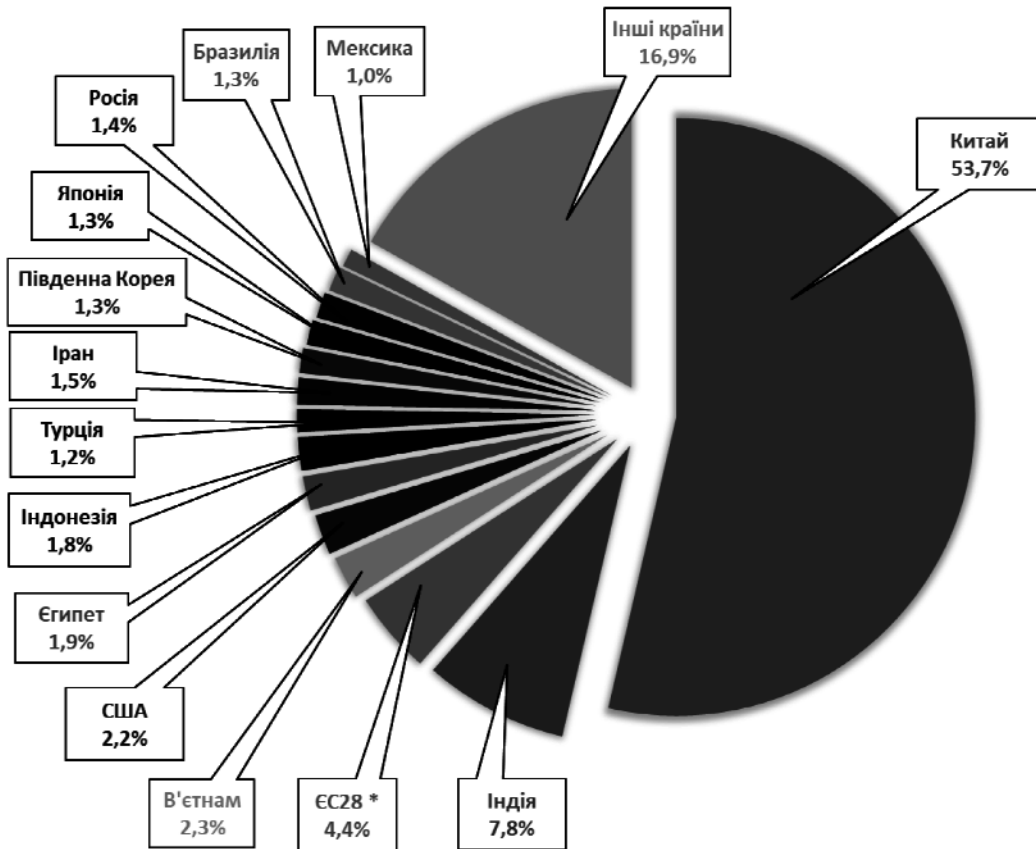


Рис.1. Виробництво цементу в світі у 2019 р.  
Джерело: складено за даними [11, 12]

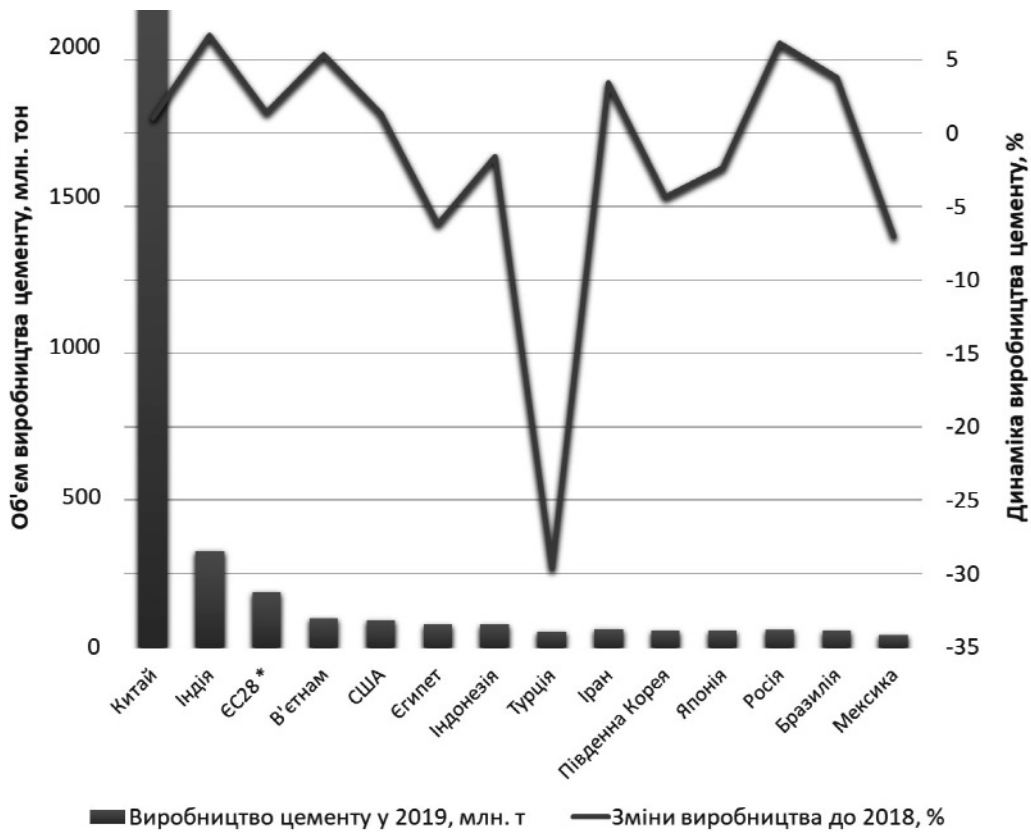


Рис.2. Характеристика зміни виробництва цементу в світі за 2019 р.



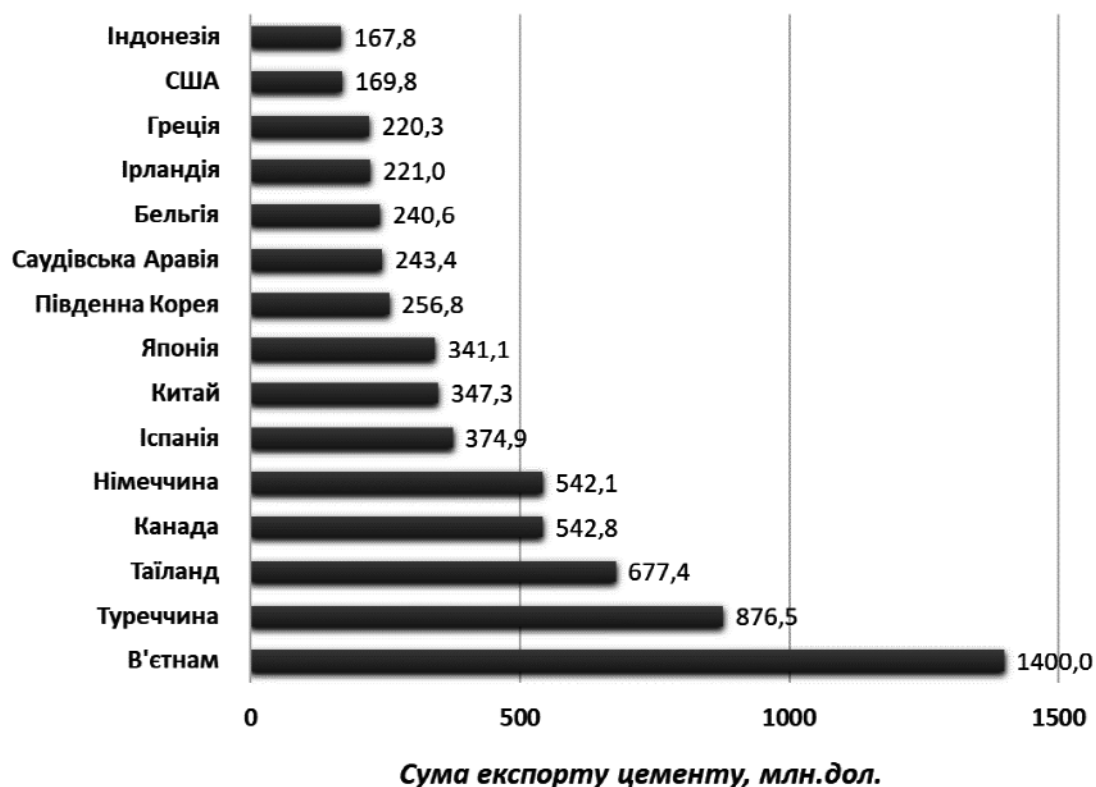


Рис. 3. Найбільші країн-експортерів цементу за 2019 р.  
Джерело: складено за даними [14-16]

логічні процеси виробництва призводять до викидів CO<sub>2</sub> та інших парникових газів. На цемент припадає 83% загального використання енергії у виробництві нерудних корисних копалин та 94% викидів CO<sub>2</sub>. Витрати енергії становлять від 40% до 70% від загальної вартості виробництва цементу. Виробництво цементного клінкеру з вапняку та крейди шляхом нагрівання вапняку до температури вище 950 °C є основним процесом споживання енергії. Портландцемент містить 95% цементного клінкеру. Велика кількість електроенергії використовується також при дробленні сировини та готового цементу.

Згідно з даними Global Cement and Concrete Association [13] цемент виробляється в більш ніж 150 країнах по всій земній кулі, загальна виробнича потужність цементу становить понад 4100 млн. т. Загальний обсяг світового виробництва цементу у 2020 р. очікується на рівні 4,4 млрд. т. У 2010 р. виробництво цементу склало 3310 млн.т. Виробництво цементу у 2015 р. дещо зменшилося через значне зниження виробництва цементу у Китаї. Виробництво цементу знову показало хороший приріст у 2018?р. З 2010 по 2018 рр. виробництво цементу збільшилося приблизно на 890 млн. т.

Існує багато причин такого виняткового збільшення виробництва цементу в останні роки. Одна з них — економічне зростання в країнах, що розвиваються та тенденції урбанізації. Це викликає збільшення попиту на будівельні матеріали, включаючи цемент. Причинами, чому багато найбільших та найшвидше зростаючих цементних галузей зараз перебувають у країнах, що розвивається, є прагнення самодостатності у виробництві цементу, оскільки це зменшує залежність від імпорту та зменшує вартість будівництва.

Це також забезпечує подальший розвиток економіки за рахунок покращення інфраструктури. У випадку деяких країн навіть можна виявити сильну позитивну кореляцію між ВВП та споживанням цементу.

Відповідно до нового звіту The European Cement Association [13], світовий ринок цементу досягнув у 2019 р. 4,1 млрд. т і, як очікується, досягне майже 6 млрд. т до 2025?р. Світове споживання цементу підтримувало постійне зростання протягом 2013-2015 рр. Зростання було досягнуто попитом серед країн, що розвиваються, та країн з перехідною економікою в Азії, таких як Індія, В'єтнам, Єгипет, Індонезія та ін. Ці прибутки були частково компенсовані помірним зниженням споживання серед розвинених економік, таких як США, Європа, Канада та Китай, на який припадає понад 59% світового споживання. Індія складає ще 7% світового споживання цементу. У поєднанні ринки Китаю та Індії домінують у світових тенденціях споживання цементу. Китай та Індія, незважаючи на те, що є найбільшими світовими виробниками цементу, не експортували надлишок своєї продукції, оскільки практично повністю споживали її всередині країни. На рис. 1 і 2 наведено діаграми відсоткового розподілу та характеристику зміни кількості виробленого в світі в 2019 р. цементу [11, 12].

Частка України у світовому виробництві цементу становить тільки 0,2%.

У 2019 р. загальний обсяг продажів від експорту цементу в світі склав 10,2 млрд. доларів. Цемент, який є найважливішим будівельним матеріалом, продається за кордон у вигляді сірого чи білого порошку або клінкеру.

Загалом об'єм експорту цементу впав в серед-

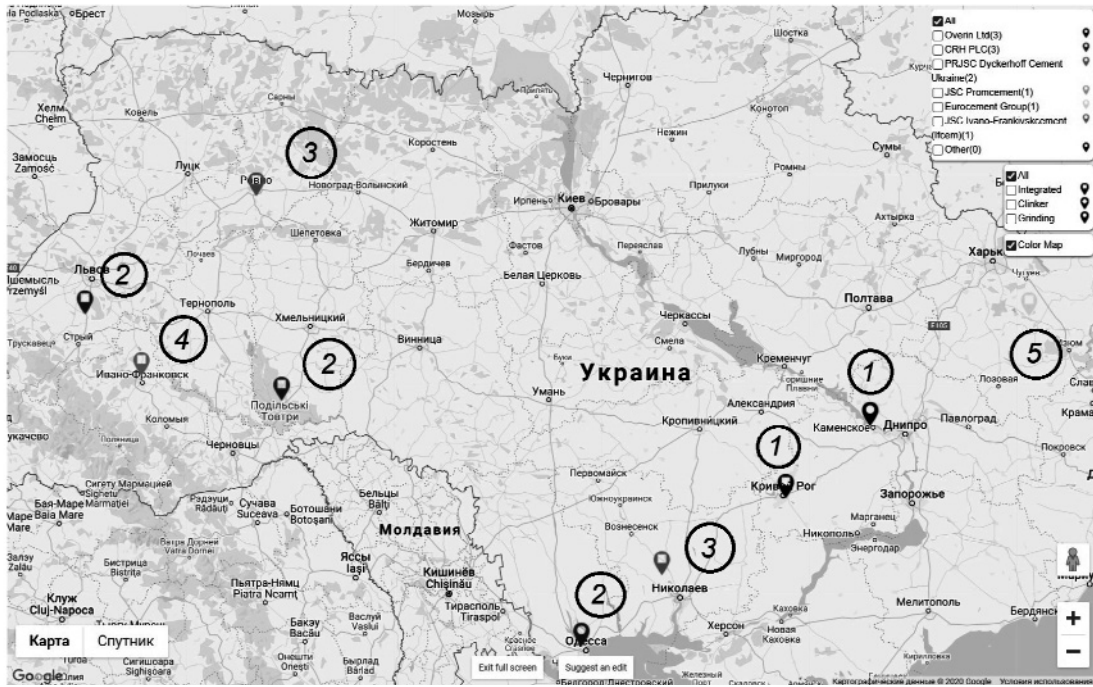


Рис.4. Географічне розташування цементних заводів України за власниками :

1 – Overin Limited, 2 – CRH Group, 3 – Dyckerhoff cement Ukraine, 4 – "Івано-Франківськцемент", 5 – "Євроцемент Україна"

ньому на 6,6% для всіх країн-експортерів з 2015 р., коли поставки цементу оцінювались у 11 млрд. доларів. З 2018 по 2019 рр. експорт цементу знизився на 11,5%.

За категоріями на портландцемент припадає близько двох третин експортованих світових поставок цементу. Цей показник пояснюється тим, що портландцемент використовується для виготовлення бетону, розчину, ліпнини та штукатурок тощо. Цементні клінкери представлені приблизно на чверть, тоді як різні гідралічні цементи та глиноземні цементи склали відповідно 5% та 3%.

За континентальною приналежністю експортерів протягом 2019 року найбільше експортували

цементу азіатські країни з вартістю 5,3 мільярда доларів або 51,5% світового експорту цементу. На другому місці опинилися європейські експортери з 31,8%, тоді як 8,4% світових поставок цементу походить з Північної Америки. Менший відсоток припадає на Африку (6,3%), Латинську Америку (1,9%) (за виключенням Мексики), Океанію (0,1%) на чолі з Новою Зеландією та Австралією.

На рис. 3 наведено гістограму розподілу 15 найбільших країн-експортерів цементу станом на 2019 р. [14-16]. Перелічені 15 країн у 2019 р. відвантажили майже дві третини (64,4%) світового експорту цементу.

Для України цементна промисловість – стра-

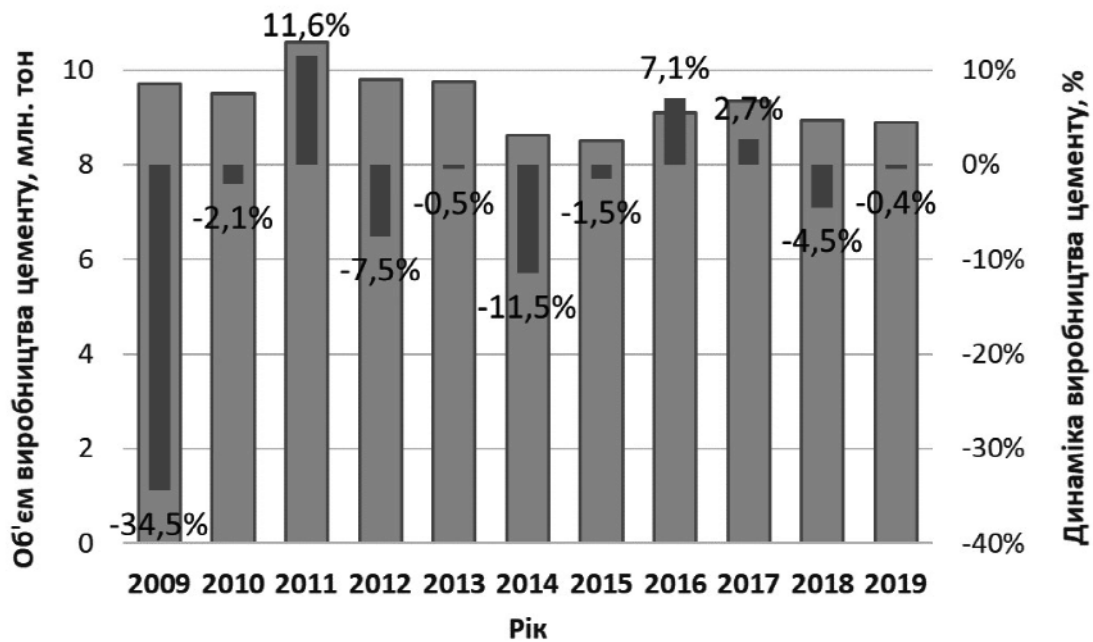


Рис. 5. Виробництво цементу в Україні протягом останніх 10 років

тегічна галузь виробництва базового матеріалу для будівництва об'єктів промислової і транспортної інфраструктури країни, а також комерційного та житлового будівництва. Наразі виробнича інфраструктура не лише повністю забезпечує внутрішні потреби ринку будівництва, але й має значний резерв незалучених виробничих потужностей.

Цементна галузь в Україні представлена 5 основними виробниками, які мають закордонне походження: Швейцарській компанії "Cemln West SA" належить ПрАТ "Івано-Франківськцемент" з виробничими потужностями 3,6 млн.т на рік; Ірландська компанія CRH Group включає ПАТ "Подільський цемент" (Хмельницька обл.), ПрАТ "Миколаївцемент" (Львівська обл.) і ТОВ "Цемент" (м Одеса); "Дікергоф Цемент Україна" німецької фірми Düscherhoff належать заводи "ЮГцемент" і "Волиньцемент" сумарною потужністю понад 2 млн т, Кіпрська компанія Overin Limited з заводами в Кривому Розі і Кам'янському (Дніпропетровська обл.), а також в окупованій Амвросіївці (Донецька обл.); ПрАТ "Євроцемент Україна", яка належить російському холдингу "Євроцемент груп", представлений заводом Балаклійський цементний завод (Харківська обл.) потужністю 4,4 млн. тон цементу на рік. Загалом на не окупованій території України працюють 9 заводів. Переважно цементні заводи розташовані в районах видобування сировини, в невеликій відстані від великих промислових і металургійних центрів (рис. 4) у східних, західних та південних регіонах.

Вітчизняне виробництво цементу постійно зменшується протягом останніх 12 років. З 2011 по 2015 рр. спостерігався щорічний спад виробництва (рис. 5) в межах 1-11%. В 2016-2017 рр. відбувався незначний підйом сумарно до 10% із наступним зменшенням до сьогодні. Ці тенденції чітко корелюються з об'ємами виконаних будівельних та дорожніх робіт, для яких цемент є основним сировинним матеріалом.

У 2019 р. у зв'язку зі слабким ростом ринку, кризою залізничних перевезень та різко негативним експортно-імпортним балансом (-30%) виробництво цементних підприємств України зменшилось з 8,93 млн. тон до 8,89 млн. тон (-0,4%) (рис. 5). Навколо таких величин він коливається протягом останніх п'яти років, не показуючи значного росту чи спаду, тоді як імпортні потоки суттєво зростають.

Попри запроваджені у 2019 р. антидемпінгові мита на продукцію з Росії, Білорусі та Молдови,

зовнішньоторговельна динаміка за підсумками 2019 р. склалася не на користь вітчизняних виробників. Експорт цементу у 2019 р. зріс на 16%, а імпорт — на 57,1%. Зокрема імпорт турецького цементу в Україну збільшився у 9,3 рази. Туреччина, яка за даними The European Cement Association та The Global Cement Report [12] була п'ятою країною в світі за об'ємами виробництва (80,6 млн. тон у 2017 році) та другою за обсягами експорту (13 млн. тон у 2017 році), знаходячись у ситуації значного спаду споживання на внутрішньому ринку (з 75 млн. тон у 2017 до 47 млн. тон у 2019 році) та маючи морське сусідство з Україною у 2019, розпочала активний експорт портландцементу на український ринок.

Загальною негативною рисою усіх українських підприємств цементної галузі є застаріле обладнання, яке має значний рівень фізичного і морального зносу, за практично повної відсутності їх оновлення чи реновації. Колишні республіки Радянського Союзу, особливо Росія та Україна, все ще виробляють більшість цементу мокрим способом. Це пов'язано з місцевою специфікою того, що місцевий вапняк має дуже високий вміст вологи. Поряд з переважним (понад 75%) використанням на українських підприємствах застарілої технології мокрого помелу та старих млинів, з 2008 р. спостерігається недовикористання наявних виробничих потужностей. Так за наявної максимальної загальної продуктивності усіх українських заводів на рівні 20-22 млн. т реальне їх використання протягом останніх років не перевищує 50–53%.

Наслідком використання технології мокрого помелу є висока енергоємність як на етапі виробництва клінкеру (до 8000 МДж/тону клінкеру), так і остаточного помелу цементу (до 150 кВт·год/тону цементу при сучасних світових показниках 92–102 кВт·год/тону).

Мокрий помел у млинах, зі співвідношенням довжини до діаметра (L/D) до 40, був основним для виробництва клінкеру протягом більшої частини ХХ століття. Це порівняно простий процес, головною перевагою приготування суспензії є полегшення помелу, обробки, змішування, зберігання, перекачування та дозування. Він також менш схильний до низького рівня викиду пилу. Основна проблема довгих мокрих печей — їх низька економічність палива через випаровування води з суспензії. Це стало серйозною проблемою лише тоді, коли вартість палива зросла протягом 1970-х років, і з того часу було

Табл. 1. Порівняння енергоємності виробництва цементу країн світу

| Країна  | Енергоємність, МДж/тону клінкеру |
|---|----------------------------------|
| Японія  | 3100                             |
| Західна Європа  | 4040                             |
| Бразилія  | 3600                             |
| Китай   | 4710                             |
| Індія   | 4710                             |
| Країни колишнього Радянського Союзу   | 5600-8000                        |
| Найкращі досяжні показники завдяки новій сухій печі, обладнаній підігрівачем / прекальцинатором | 2950                             |

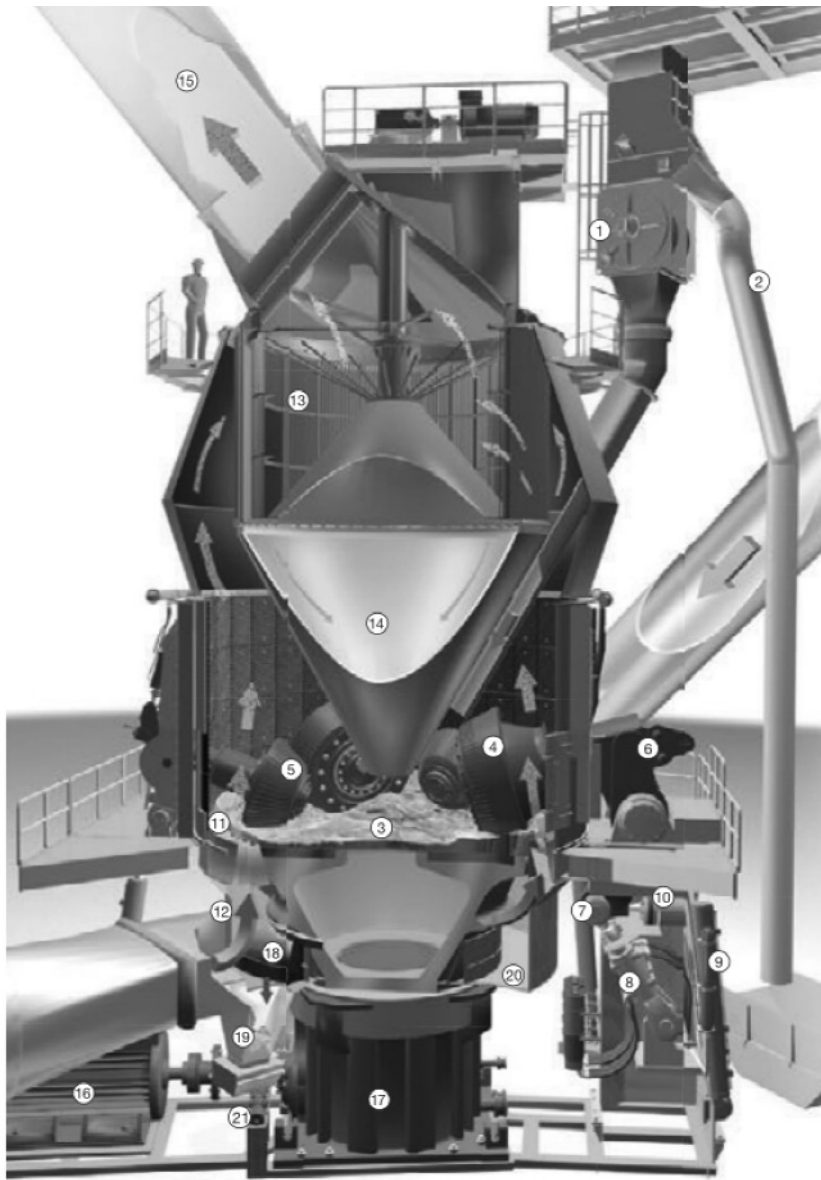


Рис. 6. Конструкція вертикального валкового млина

побудовано небагато підприємств з мокрим процесом.

Піч — ключова частина цементного заводу, де виготовляється цементний клінкер. Для його виробництва сировинна суміш випалюється енергією, що подається у вигляді сильного полум'я. Полум'я досягає температури понад 1850 °С, а сировина 1450 °С. Ефективність печі в основному визначається конструкцією процесу.

За більшості обставин нові великі печі сухого випалювання є найбільш ефективним варіантом, що споживає в середньому 2950 МДж теплової енергії на тону клінкеру. На даний момент найкраща енергоефективність становить близько 2700 МДж/тону клінкеру.

Використання найсучаснішої технології печі — це очевидний вибір для зменшення енергії, необхідної для процесу. Це чітко підкреслює необхідність прийняття найкращих нових можливих сухих печей великих розмірів, обладнаних підігрівачами та попередньою температурою. Якщо цього не зробити, застосувавши менш інноваційні технології, збільшується забруднення навколишнього середовища, виділяється більше парникових газів та значно

енергоємніше. У свою чергу відповідні витрати протягом повного терміну експлуатації заводу значно перевищують короткострокове скорочення інвестиційних витрат на дешевший завод.

Для прикладу, Японія має найефективнішу цементну галузь, завдяки переважній більшості нових сухих печей, 85% з яких мають підігрівачі та попередні циркулятори. Усі інші технології припинені. Енергоємність виробництва клінкеру там становить 3100 МДж/т.

Іншою стороною проблеми використання мокрого помелу є значний викид CO<sub>2</sub> та пилу у відкрите повітря. Використання новітніх технологій переважною більшістю виробників в світі дозволила зменшити викиди CO<sub>2</sub> з 755 кг/т у 1990 р. до 617 кг/т у 2017 р., тобто, майже на 20%. В Україні цей показник перевищує подекуди 920–950 кг/т. При цьому рівень викидів пилу досягає загрозливих 50 г/т цементу, NO<sub>2</sub> — 1800 г/т, SO<sub>2</sub> — 450 г/т.

Понад 100 років будівельні і промислові матеріали (цемент, вугілля, руда і т.п.) подрібнюються, в основному, в кульових млинах, які є вкрай енергоємні і не забезпечують необхідної якості готового

Табл. 2. Технічні та технологічні параметри млинів цементної промисловості

| № п/п | Модель млина   | Встановлена потужність приводу, кВт | Продуктивність, т/ч | Питомі витрати електроенергії, кВт·год/т | Вага помольного завантаження, т |
|-------|--|-------------------------------------|---------------------|--|---------------------------------|
| 1.    | Кульовий млин 4,0x13,5 м завод Волгоцеммаш, СРСР                           | 3200                                | 80-85               | 40-37                                    | 200                             |
| 2.    | Кульовий млин 5,8x17,0 м фірма FLSmidth, Данія                             | 9560                                | 180-200             | 48- 42                                   | 460                             |
| 3.    | Вертикальний валковий млин, ОК 27-4, фірма FLSmidth, Данія                 | 1800                                | 60-125              | 30-14                                    |                                 |
| 4.    | Вертикальний валковий млин, ОК 33-4, фірма FLSmidth, Данія                 | 3000                                | 105-210             | 28-14                                    |                                 |
| 5.    | Вертикальний валковий млин, ОК 39-4, фірма FLSmidth, Данія                 | 4600                                | 270-315             | 17-15                                    |                                 |
| 6.    | Вертикальний валковий млин, MPS 5600 BC, фірма Gebr.Pfeiffer AG, Німеччина | 5300                                | 250 -300            | 21-18                                    |                                 |
|       | Вертикальний валковий млин, LM 56.4, фірма Loesche Mills, Німеччина        | 4400                                | 310-370             | 15.8-18                                  |                                 |
|       | Вертикальний валковий млин, LM 63.3+3 CS, фірма Loesche Mills, Німеччина   | 7100                                | 480                 | 15                                       |                                 |

продукту-порошку. Так при виробництві цементу близько 75% електроенергії, що витрачається, припадає на помел. Коефіцієнт корисної дії таких млинів оцінюється в межах 4-6%, інша енергія витрачається на тертя, звук, вібрацію і тепло. Низький коефіцієнт корисної дії кульових млинів пояснюється тим, що подрібнення кулями здійснюється настільки випадковим чином, що для досягнення хоч якогось результату доводиться значно збільшувати кількість цих куль, тривалість процесу помелу, а отже в цю ж кількість разів втрачати енергію. Враховуючи встановлені потужності приводних двигунів таких млинів, які досягають 6-9 МВт, стає зрозумілим, що будь-які заходи, які дозволять зменшити витрати хоча б на 5–10% дадуть колосальні економічні заощадження.

Матеріал, подрібнюється в кульових барабаних млинах через випадковість процесу помелу має велику кількість як переподрібнених зерен, так і зерен понад необхідного розміру, тобто недостатньо змелених. Великий розкид фракцій (поліфракційність) порушує рівновагу при проведенні подальших технологічних операцій з порошком і погіршує якість новоутвореного продукту.

Як бачимо, кульові млини, які використовуються в цементній промисловості, за своїми конструктивними властивостями досягли своєї межі, а подальше вдосконалення конструкції в частині збільшення годинної продуктивності пов'язано зі збільшенням габаритів, що не представляється можливим через відсутність досить міцного матеріалу для його виготовлення. Об'єктивно склалася ситуація, коли при будівництві нових потужних цементних заводів машинобудівникам нічого запропонувати крім вертикальних валкових млинів (ВВМ).

Отже, кульові млини мають цілий ряд недоліків:

- за годинною продуктивністю одиничного обладнання кульовий млин в два рази поступається вертикальному валковому млину;

- те ж за витратою електроенергії на тонну виробленого цементу;

- кульовий млин через суперечності конструктивних вимог (збільшення розмірів і, отже, продуктивності одиничного обладнання) і існуючих досягнень науки і техніки за якістю металу, використованого для його виготовлення, не має перспектив на подальше своє вдосконалення;

- за якістю цементу, одержуваного в кульовому млині, серед фахівців цементників немає єдиної думки про його абсолютну перевагу, в порівнянні з цементом, виготовленим в вертикальних валкових млинах.

В таблиці 2 наведено порівняльні дані кульових і вертикальних валкових млинів, складених на основі [1].

Таким чином, потреба у зменшенні витрат стала обов'язковою. Як результат, в основному за рахунок зниження питомого енергоспоживання виробленого матеріалу та більш високих значень виробничої продуктивності вертикальні валкові млини повільно, але стабільно переважають горизонтальні кульові млини.

Матеріал в вертикальних валкових млинах знаходиться між обертальним столом і зафіксованими помольними валками. Змелювання відбувається головним чином за рахунок зусиль роздавлювання. Для процесу сушки в піч спрямовуються гарячі гази, які випаровують вологу та спалюють шкідливі домішки.

На відміну від виробництва клінкеру при змелюванні шлаку не виділяється вуглекислий газ, що робить дану технологію екологічно чистою. В подальшому до молотого шлаку додається лужний компонент, який є активатором твердіння, та інші допоміжні елементи (щебінь, пісок тощо).

Вертикальні валкові млини здатні досягти виробничих значень, які значно вищі, ніж досяжні традиційними кульовими млинами, в деяких випадках до 500 т/год. Емпірично, за допомогою простого теплового балансу можна оцінити, що в кульових млинах лише 10% енергії використовується для підвищення тонкості цементу, а решта розсіюється в основному у вигляді тепла. Вертикальні валкові млини дозволяє використовувати близько 30% енергії, що постачається: це призводить до зниження споживання енергії в перерахунку на кВт·год/т.

Крім того, вертикальні валкові млини пропонують більшу універсальність, ніж традиційні кульові млини: зменшується простір, маючи агрегати для подрібнення та розділення, зібрані в одній машині, витрата газу менша, що дозволяє використовувати матеріал з більш високим вмістом вологості.

Тим не менш, вертикальні валкові млини також мають певні недоліки, якщо порівнювати їх із традиційними системами шліфування. Високі тиски валків потрібні у випадку, якщо бажані високі значення Блейна, і в процесі подрібнення потрібно додавати значну кількість води, щоб у будь-який час рівень вібрації всієї помольної установки був низьким.

Завдяки можливості створення під валком високих значень зусиль стискання на вертикальні валкові млини наразі покладається інше завдання — помел шлаків.

На українських меткомбінатах зберігається понад 160 млн. т відходів. На теплоелектростанціях — більше 250 млн.т. Додатково щороку на металургійних комбінатах утворюється близько 11 млн.т від-

ходів, на ТЕС — до 7 млн.т. Утилізується при цьому лише до 4 млн.т відходів металургійних комбінатів і до 700 тис.т відходів теплоелектростанцій.

Основні сфери застосування золошлакових і шлакових матеріалів меткомбінатів — це виробництво цементу, бетону, сухих будівельних сумішей, газоблоків, шлакоблоків, тротуарної плитки і абразивів де вони використовуються у вигляді домішок. 96% загального обсягу утилізації золошлакових матеріалів реалізується саме в сфері виробництва будівельних матеріалів. Металургійні шлаки в цій галузі мають в Україні трохи більшу популярність, але все одно не дотягують за своїми обсягами до популярності шлаків в ЄС.

Основними перевагами геополімерних цементів є: низка вартість, екологічність, збільшений термін зберігання, висока міцність, довговічність.

Один із перспективних напрямів, яке може споживати велику кількість відходів, — дорожнє будівництво та поточний ремонт доріг. Однак лише 4% від загального обсягу реалізації шлакових матеріалів утилізується в дорожньому будівництві. Шлакові та золошлакові матеріали можуть використовуватися у всіх шарах дорожнього покриття і підходять для будівництва асфальтобетонних і цементобетонних доріг. А також, що важливо, вони відносяться до першого класу радіаційної безпеки. Це означає, що вони нешкідливі.

Завдання виготовлення цементів марок 400 та 500 на основі побічних продуктів металургійних підприємств було вирішено ще у 80 роках ХХ ст. Враховуючи вигідне розташування виробничих потужностей цементних підприємств і значні запаси гранульованого доменного шлаку на заводах Маріуполя і Уралцемент були запущені унікальні цикли виробництва шлаколужних цементів. Подібне рішення істотно зменшило використання природних ресурсів для виробництва цементного клінкеру, скоротило техно-

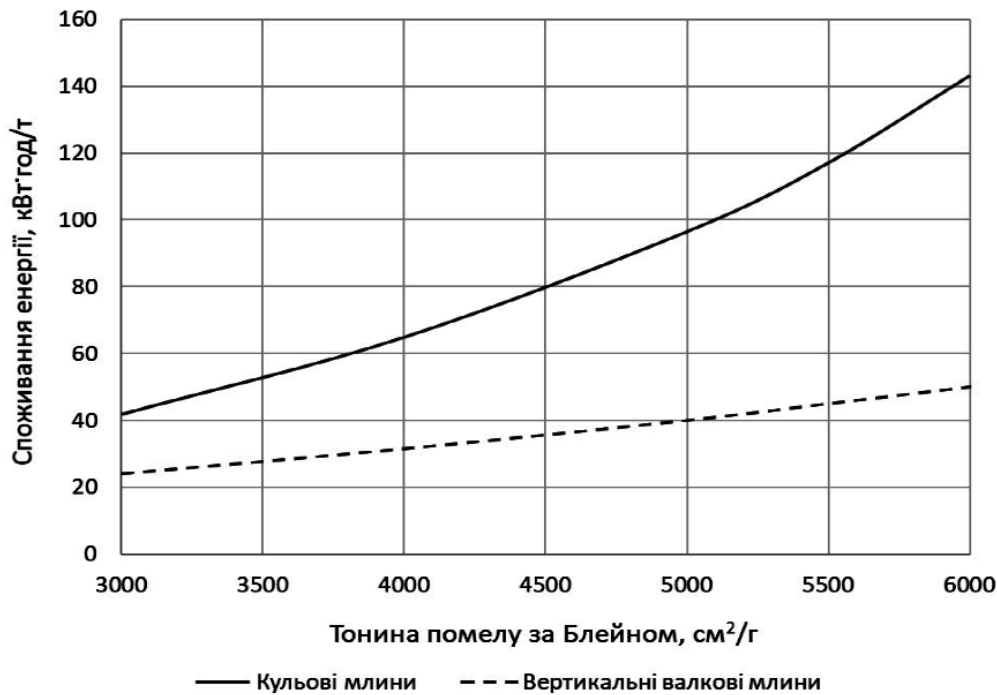


Рис. 7. Енергоспоживання барабанних і вертикальних валкових млинів при помелі шлаку

логічний процес виготовлення цементу і зрештою здешевило продукцію. Головною перевагою шлако-лужних бетонів є їх довговічність і міцність, які, на відміну від портландцементу, із плином часу тільки зростають. Ця властивість досягається за рахунок виникнення все нових і нових зв'язків в кристалічній решітці бетону, причому цей процес не має чітких часових меж і найчастіше відбувається впродовж всього життєвого циклу будівельної споруди. Для прикладу, порівнюючи результати досліджень зразків з танкодрому, який був побудований з шлако-лужного бетону в Челябінській області ще у 1980 р., дійшли висновку, що за останні 40 років його міцність тільки зростає.

На відміну від радянських часів, коли значні витрати електроенергії, які супроводжують процес змелювання в барабанних млинах гранульованого доменного шлаку до тонини помелу цементу 3000-4000 см<sup>2</sup>/г, особливо не турбували, сьогодні практично звели переваги шлако-лужної технології нанівець. Проте, з появою сучасних помольних комплексів вертикальних валкових млинів, помел шлаків став економічним та ефективним рішенням для виробництва великих об'ємів геополімерцементу.

Аналізуючи порівняльні графіки енергоспоживання млинів при помелі шлаків (рис. 7), стає очевидно, що вертикальні валкові млини, такі, як FLSmidth, Gebr.Pfeiffer AG, Loesche Mill, ThyssenKrupp Polysius мають значні переваги перед кульовими млинами з точки зору їх енергоефективності. Як зазначається в [17-19], питома витрата енергії кульових млинів у 1,5-2 рази більша, ніж у вертикальних валкових млинів, які виконують ті самі операції, залежно від ступеня оптимізації кульових млинів. Рис. 7 показує зростаючу енергетичну вигоду, яку можна отримати з вертикальним валковим млином із збільшенням питомої поверхні за Блейном.

Дослідження показали, що можна заощадити до 30% капітальних витрат при встановленні в складі помольної установки для помелу сировини замість двох однакових кульових млинів, що працюють паралельно, одного вертикального валкового млина великої продуктивності. На основі цих досліджень Loesche GmbH, наприклад, розробила млин для помелу

шлаку, який має шість валків на помольному столі. Цей млин (марки LM 60.6), має помольний стіл діаметром 6,00 м та встановлену потужність приводу 4650 кВт. Навіть при поганій змелювальній спроможності сировини цей млин забезпечує отримання 640 т/год при тонкості сировини, що відповідає залишку близько 15% на решеті 0,09 мм. Перші млини, оснащені шістьма котками, введені в експлуатацію в 2007 році на цементному заводі в США. Їх розробка базується не тільки на роликівому модулі, але і на "концепції резервування", за якої для підтримання роботи печі, цей млин повинен забезпечити наявність 100% завантаження сировиною, навіть коли на млині працює лише чотири валки. Ця конструкція є перспективною для застосування в Україні як для подрібнення цементного клінкеру, так і гранульованого доменного шлаку.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** При будівництві цементного заводу, незалежно від способу виробництва, правильний вибір інноваційного помольного обладнання має велике техніко-економічне значення:

- на помел цементу витрачається до 80% всієї споживаної електроенергії;

- під час помелу сировини і цементу закладаються технологічні параметри, що забезпечують отримання цементу високої якості і мінімальної витрати електроенергії на його помел;

- з усієї різноманітності цементних млинів: кульових, валкових, прес-валкових, струминних тощо, переважне промислове використання при будівництві нових цементних заводів, незалежно від потужності і способу виробництва отримали вертикальні валкові млини; такі млини мають збільшену одиничну продуктивність за значно нижчих питомих енерговитратах, ніж в кульових млинах.

- використання вертикальних валкових цементних млинів великої одиничної продуктивності скорочують витрати на капітальне будівництво і технічне утримання (обслуговування) в процесі експлуатації;

- для зменшення вартості цементу пропонується використовувати інноваційні технології тонкого помелу шлаків у вертикальних валкових млинах, що вирішує крім того складні екологічні проблеми держави.

#### Література

1. Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. Киев?: "Будівельник", 1978. 184 с.
2. Кривенко П.В., Пушкарева Е.К. Долговечность шлакощелочного бетона. Киев : Будівельник, 1993. 224 с.
3. Алексеев Б.В. Технология производства цемента. Москва : Высш. школа, 1980. 266 с.
4. Журавлев М. И., Фоломеев А.А. Механическое оборудование предприятий вяжущих материалов и изделий на базе их: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Высш. школа, 2005. 232 с.
5. Мани Р.С., Йоргенсен С.В. Опыт применения вертикальной валковой мельницы ОК для помола цемента и шлака. Цемент и его применение. 2012. №3. С.70-75.
6. Gupta A., Yan D. Mineral processing design and operations. An introduction. 2nd edition. Elsevier. 2016.
7. Barry A. Wills, James A. Finch. Wills' Mineral Processing Technology. Elsevier. 2016.
8. Цементная промышленность на постсоветском пространстве сегодня: взгляд изнутри. Цемент и его применение. 2012. №1. С.93-107.
9. Pohl M., Obrý C., Zysk K.-H. Operating experience with a vertical roller mill for grinding blastfurnace slag and composite cements. Cement International 10 (2012) №. 2. P. 56-69.
10. Райхард И. Применение валковых мельниц MPS для помола цемента и доменного шлака. Цемент и его применение. 2006. №6. С.70 - 72.
11. 2019 activity report. Cembureau. The European Cement Association. 2020. 39p.
12. U.S. Geological Survey, 2020, Mineral commodity summaries 2020: U.S. Geological Survey, 200 p. <https://doi.org/10.3133/mcs2020>
13. Edwards P. The 2010s: A decade in the cement sector. Global Cement Magazine. - Desember 2019. - P.10-14

14. Workman D. *Cement Exports by Country*. 2020. URL: <http://www.worldstopexports.com/cement-exports-by-country/> (- дата звернення: 29.01.2020)
15. Murphy A., Tucker H., Coyne M., Touryalai H. *Forbes Global 2000 rankings, The World's Biggest Public Companies*. URL: <https://www.forbes.com/global2000/#1a643763335d> (дата звернення: 29.01.2020)
16. International Trade Centre, *Trade Map*. URL: <https://www.trademap.org/Index.aspx> (дата звернення: 29.01.2020)
17. Strohmeyer D. *Latest technological innovations in grinding with the vertical roller mill*. *Cement International*. 2/2015. Vol. 13. - P.42-48.
18. Schieler A. *Are you ready2grind?* Tradeship Publications Ltd: *International Cement Review*. - August 2018.
19. M. Keybner, T. Fahrland, *Drive selection for large vertical roller mills*. *Cement International*. - 2/2016. - Vol. 14. - P.41-48.

#### References

1. Gluhovskij V.D., Pahomov V.A. (1978) *Shlakoshelochnye cementy i betony [Slag-alkali cements and concretes]*. Kiev?: Budivelnik. (in Russian)
2. Krivenko P.V., Pushkareva E.K. (1993) *Dolgovechnost shlakoshelochnogo betona [Durability of slag-alkali concrete]*. Kiev: Budivelnik. (in Russian)
3. Alekseev B.V. (1980) *Tehnologiya proizvodstva cementa [Cement production technology]* Moscow: Higher. School. (in Russian)
4. Zhuravlev M. I., Folomeev A.A. (2005) *Mehanicheskoe oborudovanie predpriyatij vyazhushih materialov i izdelij na baze ih: uchebnik dlya vuzov [Mechanical equipment of enterprises of knitting materials and products based on them]*. Moscow: Higher. School. (in Russian).
5. Mani R.S., Jorgensen S.V. (2012) *Opyt primeneniya vertikalnoj valkovoj melnicy OK dlya pomola cementa i shlaka [Experience of using the OK vertical roller mill for grinding cement and slag]*. *Cement and its application*, no. 3, pp. 70-75.
6. Gupta A., Yan D. (2016) *Mineral processing design and operations. An introduction*. Elsevier.
7. Barry A. Wills, James A. Finch (2016) *Wills' Mineral Processing Technology*. Elsevier.
8. Publishing house "Cement" magazine (2012) *Cementnaya promyshlennost na postsovetskom prostranstve segodnya: vzglyad iznutri [The cement industry in the post-Soviet space today: an inside look]*. *Cement and its application*, no. 1, pp.93-107.
9. Pohl M., Obry C., Zysk K.-H. (2012) *Operating experience with a vertical roller mill for grinding blastfurnace slag and composite cements*. *Cement international*, vol. 10, no 2, pp. 56-69.
10. Rajhard I. (2006) *Primenenie valkovykh melnic MPS dlya pomola cementa i domennogo shlaka [Application of MPS roll mills for grinding cement and blast furnace slag]*. *Cement and its application*, no 6, pp.70 - 72.
11. The European Cement Association (2020) *2019 Activity Report*. Cembureau The European Cement Association. May 2020. (in English)
12. U.S. Geological Survey (2020) *Mineral commodity summaries 2020: U.S. Geological Survey*, <https://doi.org/10.3133/mcs2020>
13. Edwards P. (2019) *The 2010s: A decade in the cement sector*. *Global Cement Magazine*. Desebmer 2019, pp.10-14.
14. Workman D. (2020) *Cement Exports by Country*. Available at: <http://www.worldstopexports.com/cement-exports-by-country/> (accessed 29 January 2020).
15. Murphy A., Tucker H., Coyne M., Touryalai H. (2020) *Forbes Global 2000 rankings, The World's Biggest Public Companies*. Available at: <https://www.forbes.com/global2000/#1a643763335d> (accessed 29 January 2020).
16. International Trade Centre (2020) *Trade Map*. Available at: <https://www.trademap.org/Index.aspx> (accessed 29 January 2020).
17. Strohmeyer D. (2015) *Latest technological innovations in grinding with the vertical roller mill*. *Cement International*, vol. 13, pp.42-48.
18. Schieler A. (2018) *Are you ready2grind?* Tradeship Publications Ltd: *International Cement Review*.
19. Keybner M., Fahrland T. (2016) *Drive selection for large vertical roller mills*. *Cement International*, vol. 14. pp.41-48.

**Л.А. Згалат-Лозинская**, к.э.н., доц., докторант кафедры экономической теории, учета и налогообложения, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев,

Orcid 0000-0002-2063-5738;

**Н.А. Клименко**, к.т.н., доцент кафедры машин і оборудования технологических процессов, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев,

Orcid 0000-0002-6166-8966

### ЭКОНОМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Аннотация.** В работе выполнен анализ изготовления цемента в Украине и мире на протяжении последних лет. Представлены данные распределения цементного рынка, его особенностей развития и трансформации в контексте мировых тенденций энерго- и ресурсосбережения, повышения производительности и эффективности цементных предприятий. Рассмотрены используемые технологии цементного производства на основе его основного оборудования — мельниц. Определены основные пути улучшения ситуации в цементной отрасли, как ведущего звена строительного рынка Украины. Предложено обратить внимание как производителей цемента, так и министерства регионального развития на широкое внедрение инновационных технологий в цементной промышленности, которые смогут не только обеспечить существенное умень-



шение энергоемкости производства при одновременном увеличении производительности и стать движущей силой в общем оздоровлении экономической ситуации в Украине, а также обеспечить решение экологических проблем.

**Ключевые слова:** инновационное оборудование; помол цемента; эффективность использования; вертикальные валковые мельницы; энергоэффективность; удельная производительность; переработка шлаков.

**L. Zgalat-Lozynska**, Ph. D., associate professor, doctoral student of the department of economic theory, accounting and taxation, Kiev National University of Construction and Architecture, Kyiv,

Orcid 0000-0002-2063-5738;

**M. Klymenko**, Associate Professor of the Department of Machinery and Equipment of Technological Processes, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv,

Orcid 0000-0002-6166-8966

### ECONOMIC AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE INTRODUCTION OF INNOVATIVE EQUIPMENT IN THE BUILDING MATERIALS INDUSTRY

**Annotation.** *The paper analyzes the cement production situation in Ukraine and in the whole world recent years. Data on the distribution of the cement market, its features of development and transformation in the context of global trends in energy and resource conservation, increasing productivity and efficiency of cement enterprises are presented. An analysis of the largest cement-exporting countries in 2019, the structure of world cement supplies in terms of individual types of cement. The analysis of dynamics of cement production in Ukraine is carried out. There is a clear correlation between the volume of cement production in Ukraine and the volume of construction and road works, for which cement is the main raw material. The stability of cement production by domestic producers against the background of growing imports has been established. Analysis of the reasons for non-competitiveness of Ukrainian cement companies revealed the causes, including outdated equipment, its high level of physical and moral wear, high energy consumption both at the stage of clinker production and final grinding of cement in granular blast furnace slag drum mills. The used technologies of cement production on the basis of its main equipment - mills are considered. It has been found that vertical roll mills offer greater versatility than traditional ball mills: space is reduced by having grinding and separation units assembled in one machine, gas consumption is lower, which allows the use of material with a higher moisture content. Comparative graphs of energy consumption of mills during slag grinding with the help of vertical roll and ball mills are analyzed. The main ways to improve the situation in the cement industry as a leading link in the construction market of Ukraine are identified. It is proposed to draw the attention of both cement producers and the Ministry of Regional Development to the widespread introduction of innovative technologies in the cement industry, which can provide a significant reduction in energy intensity while increasing productivity and become a driving force in improving the economic situation in Ukraine. environmental problems.*

**Key words:** *innovative equipment; cement grinding; efficiency of use; vertical roll mills; energy efficiency; specific productivity; slag processing.*

**Н.Є. Журавська**, доцент, к.т.н., Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Orcid 0000-0002-4657-0493

## НАУКОВІ ПРИНЦИПИ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПІДГОТОВКИ ВОДИ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛЯХ

**Анотація.** Основні проблеми галузі промислового природокористування (виснаження природних ресурсів, забруднення навколишнього природного середовища речовинами антропогенного походження, тощо) сформувався, в основному, ще в ХХ сторіччі. Єдність Людства і Природи стала ілюзорним явищем, завдяки порушенню природного циклу еволюції біосфери. Крім того, вже в ХХІ сторіччі людство намагається змістити акценти у взаємовідносинах із природним середовищем, як середовищем свого існування.

Науково-технічної література переконав нас у тому, що вирішення досліджуваної проблеми, дуже необхідно здійснювати шляхом формалізації параметрів фактографічного матеріалу при експлуатації систем теплопостачання житлово-комунального сектора (на жаль, в наш час переважає метод змістовних описів). Наслідки досліджень переконали нас у тому що для визначення та порівняння екологічних потенціалів техногенно-зумовлених систем доречно мати не один, а більше критеріїв та застосовувати їх або інтегрально, або комбіновано чи диференційовано, в залежності від завдань і специфіки аналізованих об'єктів. Недостатній рівень вивченості інтегрального управління метода безреагентної підготовки води (електромагнітні поля) в теплоенергетичних об'єктах обумовив нас, звернутися до вдосконалення, запропонованої нами інноваційної технології шляхом оптимізації метода інтегрального управління. Метод має такі переваги: мінімальне споживання енергії та ресурсів.

**Ключові слова:** системи теплопостачання; інтегроване управління; інноваційні технології; підготовка води в електромагнітних полях.

**Вступ.** Житлово-комунальне господарство України є найбільшим споживачем паливно-енергетичних ресурсів. Всі ТЕЦ виробляють тепло у комбінованому циклі, а це приблизно 70...75 % усього тепла, яке отримують різні категорії споживачів. Таким чином, базовою галуззю Міських господарств є енергетика.

Система теплоенергетичних об'єктів при їх експлуатації поєднують технологічні процеси та організаційно-управлінські рішення. Такий підхід одночасно дозволяє вирішувати технологічні і природоохоронні проблеми. В зв'язку з чим інтегроване управління повинно бути оптимальним по таким параметрам:

- забезпечення споживачів всіх категорій теплової енергії;
- оптимальність використання споживачами енергії та енергоносіїв;
- максимально надійність інженерних систем теплопостачання;
- мінімальні збитки природного середовища, а в нашому випадку, асиміляційної ємності атмосфери, тощо. Саме за таким сценарієм нами здійснювалися дослідницькі роботи.

Хід дослідницьких робіт узгоджується із вимогами закону України (2019р) та економічними вимогами. Кризисна екологічна ситуація на Україні засвідчує актуальність даної наукової розробки, а саме безреагентної підготовки води в електромагнітних полях в теплоенергетичних об'єктах (ТЕО). По результатам апробації запропонованої нанотехнології вдалося отримати 30 % економії енергетичних та 10 % водних ресурсів у порівнянні із реагентною підготовкою води. Тому метою даної роботи стало показати дієвість та ефективність інтегрованого управління системами теплоенергетичних об'єктів

при умові використання для підготовки води в них електромагнітних полів (ЕМП).

**Методологія дослідження.** Система інтегрованого управління ТЕО передбачає: застосування системи пасивного моніторингу (пріоритетний рівень) для оцінки стану матеріальних потоків систем ТЕО щодо їх еквівалентності (узгодженості) параметром омагніченої води [1, 2, 3], яка отримана нами в апарату "Шіос-М" із чітко встановленими параметрами для подальшого її використання в системах теплопостачання [4].

Нами встановлені якісний та кількісний склад техногенно-зумовлених матеріальних потоків внаслідок дії на них ЕМП, за питомими показниками. Це важлива індикаторна складова пасивного моніторингу (встановлено із індикаторів-взаємодій і взаємозв'язків в матеріальних потоках систем ТЕО, які використовують, при необхідності для регуляторних цілей систем теплопостачання [1, 2, 5]. Не менш важливим є встановлення помірно функціонального розповсюдження взаємодій складових матеріальних потоків [6]. Чутливість методів контролювали за [7].

Тенденції змін матеріальних потоків визначали за допомогою гідрохімічних, електрофізичних та теплофізичних потенціалів [8].

В роботі були використані методи концептуального математичного моделювання [9].

Розглянуто основні положення екологічної безпеки, як потенційно — можливої ознаки використання штучного цілеспрямованого техногенезу (ЕМП) Слід зазначити, що, у нашому випадку, він виконує позитивну функцію.

**Результати та їх обговорення.** Запропонована нанотехнологія виконана на інноваційному рівні і відповідає вимогам наукової сучасності досліджень. А

під інтегрованим управління системи теплопостачання розуміють організаційно-управлінські рішення, які є раціональні разом по декільком критеріям, та визначають як сукупність ознак запропонованої нанотехнології, і що дає змогу охарактеризувати мету управління.

**Результати експериментальних досліджень.** В попередніх роботах було обґрунтовано, що в процесі техногенних впливів (ЕМП) на системи теплопостачання відбувається самоорганізація простих неорганічних систем (матеріальні потоки) у складні. Омагнічені матеріальні потоки призводять до змін взаємозв'язків і взаємодії їх складових. Зазначено складові матеріальних потоків, як системоутворюючі чинники, що приймають участь в утворенні теплової енергії [7]. Слід звернути увагу на тенденції змін матеріальних потоків за гідро-хімічними, електрофізичними та теплофізичними потенціалами, які характеризують узгоджену спрямованість цих процесів. Ця наукова гіпотеза підтверджується подальшими дослідженнями.

При описанні моделі інтегрованого управління використовується поняття "критерій управління", який визначається як сукупність ознак, які визначають мету управління. Виходячи із цього, слід зазначити,

що теплопостачання є специфічною сферою виробничою діяльності тому, що з однієї сторони утворюють один з небагатьох (мається на увазі теплова енергія) продукт (приблизно до 80 %), який визначає виробничі процеси, але й здоров'я людини. Водночас, можливо констатувати, без належного рівня управління технологічними процесами утворення тепла потенційно-можливе забруднення атмосфери тепловими викидами. Але об'єднання в єдине ціле підготовку води в ЕМП в теплоенергетичних об'єктах і певні організаційно-управлінські рішення можливо досягти позитивних результатів щодо високої ефективності підготовки води в системах теплопостачання та виключення понаднормативних викидів в атмосферу, які впливають на її асиміляційний потенціал (самоочищаюча здатність і самовідновлення атмосфери).

Нами представлені питомі показники, які характеризуються техногенно-зумовлені матеріальні потоки (внаслідок дії на них ЕМП), а також гідрохімічні, електрофізичні та теплофізичні показники, як віддзеркалення змін матеріальних потоків під впливом дії ЕМП. Тенденції змін матеріальних потоків знаходяться в межах оптимальних величин. У зв'язку із тим, що показники мають різні розмірні категорії,



Рис. 1. Базова схема забезпечення високої ефективності інноваційної технології за виробничими параметрами та виключення негативних впливів на атмосферу (асиміляційний потенціал)

тому нами застосовано, дозволений "прийом", в аналітичній хімії, розраховані питомі показники, специфічні потенціали подавати в умовних одиницях [5-7].

Опосередковані гарантії безпечного теплопостачання дає Загальнодержавній програмі розвитку конкуренції в Україні на 2013-2023 рр. "Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності в Україні", в якому визначаються питання, які стосуються організаційним діям управлінських рішень на виробництві. Серед основних методів реалізації цих положень слід назвати, запропоновану систему пасивного моніторингу та його складових (кількісний та якісний склад інгредієнтів матеріальних потоків) систем теплопостачання, які визначають узгодженість параметрів омагніченої води і відповідних питомих показників матеріальних потоків. А саме: наукові признаки-закономірності:

- еквівалентності та оптимальності стану;
- пролонгованого характеру дії та умов релаксації їх і відновлення;
- встановлення та обґрунтування економічного теплового оптимуму таточки біфуркації, щодо нормативних викидів від технологічних процесів, тощо.

Система організаційно-управлінських заходів, запропонована нами гарантує вищезгадане (рисунок ).

Автор засвідчує, що концептуальна модель представляє собою лише наукову концепцію технологічного процесу, яка вивчається і для якої у подальшому планується побудувати математична модель. Наприклад, природоохоронної концепції безреагентної підготовки води в ЕМП для систем теплопостачання — це вплив на асиміляційний потенціал.

Щодо підвищення підтвердження взаємодії окремих показників в матеріальних потоках і, як складова розповсюдження функціональних залежностей можна констатувати, що процес теплоутворення є відгуком на взаємодію складових матеріальних по-

токів. Цифрова характеристика процесу теплоутворення (пілотні випробування) відповідає нормативним теплоенергетичним вимогам [5, 6]. Дуже важливим фактом є той момент, що нормативне теплоутворення дає змогу розрахувати техногенні викиди пари, які відповідають допустимим [7], момент виникнення екстернальних збитків щодо впливу на асиміляційний потенціал атмосфери. При рівні виробництва (потенційно можливі впливи на асиміляційний потенціал атмосфери до об'єма  $Q_a$ ), атмосфера справляється із додатковим навантаженням на атмосферу [6-9]. Завдяки своїм асиміляційним можливостям цьому відповідає перетинання кривої речовин забруднювачів атмосфери, наприклад, пилу нетоксичного, та горизонтальної прямої асиміляційної ємності у точці, яка відповідає об'єму забруднень  $A$  та рівню виробництва  $Q_A$ . Саме в цій точці, утворюються такий об'єм нетоксичного пилу, коли атмосфера може витримати і зовнішніх витрат асиміляційного потенціалу зафіксовано не буде [7].

Водночас, при збільшенні об'ємів виробництва вище  $Q_A$ , т.е. об'єм, який перевищує асиміляційну ємність атмосфери і тоді виникають екстернальні витрати (зовнішні). Представлено (рис. 1) — узагальнено характеристику інтегрованого управління виробничими процесами, де наведено зміст науково-прикладних принципів.

**Висновки.** Таким чином, узагальнено характеристику інтегрованого управління виробничими процесами, які забезпечують еколого-економічний орієнтований розвиток: дотримання екологічного і природно-ресурсного законодавства; закономірності формування інноваційних методів екологізації економіки, ринкові економічно-орієнтовані інструменти стосовно впровадження сучасних інноваційних технологій в практику для підприємств теплоенергетичних об'єктів.

#### Література

1. Патент на корисну модель UA № 100236. Система обробки води в електромагнітних полях / Малкін Е. С., Фуртат І. Е., Журавська Н.Є., Коваленко Н. О. Зареєстрований 10.07.2015. — Київ: Укрпатент. — 3 с.
2. Патент на корисну модель UA № 102494. Система приготування омагніченої в електромагнітних полях води та розчинів і сполук на її основі / Малкін Е. С., Фуртат І. Е., Журавська Н. Є. — Зар. 26.10.2015. — Київ: Укрпатент. — 5 с.
3. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір на інтелектуальну власність № 85136. Науково-методологічна структура управління техногенною небезпекою та ризиками при підготовці технічної води в системі теплопостачання / Куликов П. М., Журавська Н.Є. // Літературний письмовий твір науково-технічного характеру. Київ: Мін-еконпромрозвитку України. — Дата реєстрації Міністерства економічного розвитку і торгівлі України 31.01.2019 р.
4. Патент на корисну модель UA № 136436. Спосіб контролю процесу омагнічування води в системах теплопостачання / Журавська Н. Є., Куликов П. М. — Зареєстрований 27.08.2019, Бюл. № 16 від 27.08.2019. — Київ: Укрпатент. — 4 с.
5. Журавська Н. Є. Спеціальні питання тепломасообміну / Н. Є. Журавська, Е.С.Малкін, І. Е. Фуртат // Київ: КНУБА. — 2017. — 288 с.
6. Мазур И.И. Инженерная экология / И.И. Мазур, О.И. Молдованов, В.Н. Шишов // Справочное пособие в 2-х т. — М.: Высш.шк., 1996. — 655 с.
7. Журавська Н.Є. Економічний оптимум основа для регуляції природокористування систем теплоенергетичних об'єктів при підготовці технічної води в електромагнітних полях [Текст] / Н. Є. Журавська // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. — К.: КНУБА, 2020. — № 46. — с. 47-55.
8. Основи екології та охорони довкілля УНУ МОН України, 2006. — 394 с.
9. Лаврик В. І. Методи математичного моделювання в екології — К.: К.М. Академія, 2002. — 203 с.

#### References

1. Patent for utility model UA № 100236. Water treatment system in electromagnetic fields / Malkin E., Furtat I., Zhuravska N., Kovalenko N. Registered on 07/10/2015. — Kyiv: Ukrpatent. — 3 p.
2. Patent for utility model UA № 102494. System of preparation of water magnetized in electromagnetic fields and solutions and compounds based on it / Malkin E., Furtat I., Zhuravska N. — Zar. 10/26/2015 — Kyiv: Ukrpatent. — 5 p.
3. Certificate of registration of copyright to a work on intellectual property № 85136. Scientific and methodological structure of management of man-made hazards and risks in the preparation of technical water in the heating system / Kulikov P., Zhu-

- ravska N. // *Literary written work of scientific and technical nature*. Kyiv: Ministry of Industrial Development of Ukraine. – Date of registration of the Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine 31.01.2019.
4. Patent for utility model UA № 136436. Method of controlling the process of magnetization of water in heating systems / Zhuravska N., Kulikov P. – Registered 08/27/2019, Bull. № 16 dated August 27, 2019. – Kyiv: Ukrpatent. – 4 p.
5. Zhuravska N. Special issues of heat and mass transfer / N. Zhuravska, E. Malkin, I. Furtat // Kyiv: KNUBA. – 2017. – 288 p.
6. Mazur I. Engineering ecology / I. Mazur, O. Moldovanov, V. Shishov // Reference manual in 2 volumes – M.: Vyssh.shk., 1996. – 655 p.
7. Zhuravska N. Economic optimum is the basis for the regulation of nature management of thermal power facilities in the preparation of technical water in electromagnetic fields [Text] / N. Zhuravska // Ways to increase the efficiency of construction in the formation of market relations. – Kyiv: KNUBA, 2020. – № 46. – p. 47-55.
8. Fundamentals of ecology and environmental protection of UNU MES of Ukraine, 2006. – 394 p.
9. Lavrik V. Methods of mathematical modeling in ecology – Kiev: KM Academy, 2002. – 203 p.

**Н.Е. Журавская**, доцент, к.т.н., Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Orcid 0000-0002-4657-0493

### НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИНТЕГРИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

**Аннотация.** Основные проблемы отрасли промышленного природопользования (истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей природной среды веществами антропогенного происхождения и т.д.) сформировались в основном еще в XX веке. Единство Человечества и Природы стала иллюзорным явлением, благодаря нарушению естественного цикла эволюции биосферы. Кроме того, уже в XXI веке человечество пытается сместить акценты во взаимоотношениях с естественной средой, как средой своего существования.

Научно-технической литературе убедил нас в том, что решение исследуемой проблемы, очень необходимо осуществлять путем формализации параметров фактографического материала при эксплуатации систем теплоснабжения жилищно-коммунального сектора (к сожалению, в наше время преобладает метод содержательных описаний). Последствия исследований убедили нас в том, что для определения и сравнения экологических потенциалов техногенно-обусловленных систем уместно иметь не один, а больше критериев и применять их или интегрально, или комбинированно или дифференцированно, в зависимости от задач и специфики анализируемых объектов. Недостаточный уровень изученности интегрального управления метода безреагентной подготовки воды (электромагнитные поля) в теплоэнергетических объектах обусловил нас, обратиться к совершенствованию, предложенной нами инновационной технологии путем оптимизации метода интегрального управления. Метод имеет следующие преимущества: минимальное потребление энергии и ресурсов.

**Ключевые слова:** системы теплоснабжения; интегрированное управление; инновационные технологии; подготовка воды в электромагнитных полях.

**N. Zhuravska**, Associate Professor, Ph.D., Kiev National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv, Orcid 0000-0002-4657-0493

### SCIENTIFIC PRINCIPLES OF INTEGRATED CONTROL OF HEAT SUPPLY SYSTEMS USING WATER TREATMENT IN ELECTROMAGNETIC FIELDS

**Annotation.** The main problems of the industrial nature management sector (depletion of natural resources, pollution of the natural environment with substances of anthropogenic origin, etc.) were formed mainly in the twentieth century. The unity of Mankind and Nature has become an illusory phenomenon, due to the disruption of the natural cycle of evolution of the biosphere. In addition, already in the XXI century, humanity is trying to shift the emphasis in the relationship with the natural environment as the environment of their existence.

Scientific and technical literature has convinced us that the solution of the studied problem is very necessary to formalize the parameters of the factual material in the operation of heating systems of the housing and communal sector (unfortunately, nowadays the method of meaningful descriptions prevails). The results of research have convinced us that to determine and compare the environmental potential of man-made systems, it is appropriate to have not one but more criteria and apply them either integrally, or combined or differentiated, depending on the objectives and specifics of the analyzed objects. Insufficient level of study of integrated control of the method of reagent-free water treatment (electromagnetic fields) in thermal power facilities has led us to turn to the improvement of our proposed innovative technology by optimizing the method of integrated control. The method has the following advantages: minimal consumption of energy and resources.

**Key words:** heat supply systems; integrated control; innovative technologies; water treatment in electromagnetic fields.

О.М. Агафонов, ДП "УкрНДПНТВ", м.Харків

## ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ НАУКОВО – ТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

**Анотація.** У статті аналізуються проблеми геодезичного моніторингу споруд виробничого призначення та проблеми впливу об'єктів нового будівництва на оточуючі будівлі в умовах щільної забудови при наявності складних інженерно – геологічних умов.

**Ключові слова:** будівництво; містобудування; геодезія; моніторинг.

Стаття є оглядовою та аналітичною, більш детальний опис проведених досліджень передбачено у наступних статтях.

**Метою** є визначення та аналіз проблем, що не в достатній мірі висвітлені в сучасній науково – технічній літературі, і які є актуальними, тобто вирішення цих проблем дасть позитивний економічний ефект або запобіжить катастрофічним явищам, в даному випадку руйнації будівель.

Вертикальні та горизонтальні деформації об'єктів виробничого призначення.

Особливість в тому, що на зазначені об'єкти в процесі експлуатації діють змінні навантаження – вага складованих матеріалів, технологічного обладнання.

Співробітники ДП УкрНДПНТВ в 2014–2020 рр. виконували геодезичний моніторинг споруд для зберігання сільськогосподарської продукції (силосів) на 3-х об'єктах з різними геологічними умовами. Моніторинг складався з 3-х основних вимірювань: – вимірювання вертикальних переміщень деформаційних марок; вимірювання вертикальних переміщень підсилованих галерей; вимірювання крену силосів. Додатково виконувались вимірювання деформацій верхніх галерей, опор галерей, норійної вежі та ін. Досліджувались методи оцінки точності вимірювань та методи аналізу отриманої інформації.

Виявлено циклічне (в залежності від завантаження) переміщення силосу донизу - доверху.

Амплітуда для силосу ємністю 5000т складає, за даними досліджень, до 10-15 мм. При цьому сумарне навантаження за весь період спостережень (6 років) не перевищило 60% від максимального. Це означає, що амплітуда за період спостережень не досягла критичних (максимальних) значень. Виявлена залежність від навантаження силосів та вертикальних переміщень, при чому залежність є статистичною та індивідуальною для кожного силосу. Функціональну залежність встановити складно з причини великої кількості факторів впливу: вплив переміщень силосу на переміщення сусідніх, сезонні та випадкові зміни вологості ґрунтів та ін.

На 2-х об'єктах фіксується розкриття тріщин на фундаментах. Існує імовірність, що зазначені переміщення створюють наднормові навантаження на фундамент та є причиною розкриття тріщин. Причиною можуть бути нерівномірні деформації по різних секторах фундаменту, що призводить до нерівномірного навантаження від ваги конструкцій та складованих матеріалів. Випадків повної руйнації конструкцій не зафіксовано, але зазначені процеси призводять до деформацій та непридатності до експлуатації технологічного обладнання.

Циклічні переміщення споруд на даний час є недостатньо дослідженим питанням.

В монографії П.І.Барана "Інженерна геодезія" вертикальні деформації споруд розглядаються тільки як осідання. Для прогнозу та апроксимації розглядаються функції експоненти та квадратної параболи. В даному випадку модель, за аналізом наявних матеріалів досліджень, ближча до синусоїди. Причому з випадковими відхиленнями за рахунок нерівномірного навантаження та коливання рівня підземних вод.

Додатково слід зазначити ще одну проблему: на фундаменти та металеву частину силосів замовником було встановлено датчики автоматизованого моніторингу. Очікуваного результату (достовірних даних моніторингу крену силосів в режимі реального часу) не отримано внаслідок імовірного впливу наступних факторів: впливу вібрацій залізничної колії з інтенсивним рухом вантажного залізничного транспорту; недостатня достовірність вихідних даних крену для датчиків (співробітниками ДП УкрНДПНТВ виконувались контрольні вимірювання крену, розходження із вихідними склало 15-40%). Висновок: підвищення точності та достовірності систем автоматизованого моніторингу потребує подальших досліджень.

Проблеми моніторингу існуючої забудови в історичних районах міст.

На даний час ведеться інтенсивне нове будівництво в центрах міст, це пов'язано з інвестиційною привабливістю. В більшості випадків багатоповерхові житлові будинки розташовуються на території, вже щільно забудованій 2-3 поверховими будинками із 100-150 річним терміном експлуатації, на існуючих будівлях часто надбудовуються мансарди.

Проблеми виникають у випадках, коли забудова ведеться у складних інженерно – геологічних умовах. Приклад – м. Одеса, де в 2019 та 2020 роках відбулись катастрофічні руйнації будівель. Імовірно можна зазначити вплив наступних факторів: нове будівництво (багатоповерхові будинки із заглибленою підземною частиною), що створюють додаткове навантаження на основи; наявність підірваних територій (під зонами забудови знаходяться катакомби); підтоплення територій – загальне, внаслідок збільшення щільності забудови, збільшення витоку води з підземних інженерних мереж, та локальне – нові будівлі змінюють шляхи природних водотоків. Що сумарно змінює (послаблює) механічні властивості ґрунтів.

Зазначені проблеми та необхідність подальших досліджень обговорювались під час наукової конференції в ОДАБА в 2019р з проф. Нахмуровим О.М.

Існують економічні фактори – забудовники в фінансуванні таких досліджень не зацікавлені, в

місцевих бюджетах витрати на моніторинг не передбачені. Також слід зазначити, що такі будівлі не віднесені до категорії класу наслідків ССЗ та обов'язковому моніторингу не підлягають.

Проте відсутність збору та аналізу даних щодо додаткового навантаження на основи в складних інженерно — геологічних умовах буде призводити до помилкових інженерних рішень та, як наслідок, подальшого руйнування будівель.

Теоретично слід визначати ділянки із складни-

ми інженерно — геологічними умовами в масштабах міста, передбачити в складі проектної документації у випадку нового будівництва заходи з інженерного захисту територій.

За наявності на ділянці нового будівництва цільної історичної забудови необхідно виконувати геодезичний моніторинг (вимірювання вертикальних переміщень) існуючих будівель до початку будівництва, по завершенні (здачі в експлуатацію) та протягом мінімум 1 року з дати завершення будівництва.

#### *Література*

- 1.ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві"
- 2.ДСТУ Б В.2.1-30:2014 "ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд".
- 3.П.І.Баран "Інженерна геодезія", К., ПАТ "ВПІОЛ", 2012, 617с.

#### *Reference*

- 1.DBN V.1.3-2:2010 Geodesic works are in building.
- 2.DSTU B V.2.1-30:2014 Soils. Measuring methods of strains of structures and buildings bases.
- 3.P.I.Baran The engineering geodesy (2012)

**О.Н. Агафонов**, ГП "УкрНИИИИИТВ", г. Харьков

### **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО — ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

*Аннотация.* В статье анализируются проблемы геодезического мониторинга сооружений производственного назначения и проблемы влияния объектов нового строительства на окружающие здания в условиях строительства в стесненных условиях и сложных инженерно — геологических условиях.

**Ключевые слова:** строительство; градостроительство; геодезия; мониторинг.

**O.N. Agafonov**, UkrNDIINTV, Kharkiv

### **PROMISING AREAS OF SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF GEODETIC MONITORING OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

*Annotation.* The article analyzes the problems of geodetic monitoring of industrial buildings and the problems of the impact of new construction on the surrounding buildings in dense construction regions and hard geological conditions.

**Keywords:** construction; urban planning; geodesy; monitoring.

**К.В. Черненко**, к.т.н., доцент кафедри будівельних технологій  
Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ.  
Orcid 0000-0002-1616-5999

## ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ МОНТАЖНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОБІЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ (МТМК)

**Анотація.** В статті розглянуто особливості та варіанти переміщення монтажних технологічних мобільних комплексів та їх аналогів. Від обраної технології вертикального переміщення залежить, як архітектурно-конструктивні і об'ємно-планувальні рішення будівлі, так і технологія зведення багатоповерхової будівлі в цілому. Порівняння різних технологій в майбутньому дає змогу дослідити та розробити нову сучасну технологію вертикального переміщення монтажних технологічних мобільних комплексів зважаючи на особливості та недоліки існуючих.

**Ключові слова:** монтажно-технологічний мобільний комплекс; домкрати; багатоповерхові будівлі.

**Постановка проблеми.** Розвиток сучасної будівельної галузі передбачає та через збільшення потреб будівництва гостро стоїть питання зменшення нестачі робочих кадрів. Рішенням такої проблеми є зменшення трудомісткості основних будівельно-монтажних процесів, завдяки використанню сучасних технологій та механізмів, а саме монтажно-технологічних мобільних комплексів.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** У працях іноземних вчених широко розглянуто досвід використання монтажно-технологічних мобільних комплексів (МТМК) [1-4]. Особливу увагу приділяють використанню в таких комплексах автоматизовані та роботизовані маніпулятори для виконання типових та особливо трудомістких процесів при зведенні багатоповерхових будівель [5]. Крім того зазначено збільшення продуктивності робочих через зменшення впливу на них зовнішнього середовища, та виконання робочих операцій в більш комфортних умовах [4, 6].

**Мета статті.** Робота присвячена проведенню огляду особливостей використання різних технологій

вертикального переміщення монтажно-технологічних мобільних комплексів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Монтажно-технологічний мобільний комплекс (МТМК) — комплексна система зведення багатоповерхових будівель особливістю якої є переведення основних монтажних укладальних і інших процесів в "заводські умови" завдяки комплексній механізації та організації робочого простору виконавців та обмежуючи вплив зовнішніх кліматичних чинників, для циклічного виконання будівельно-монтажних процесів зведення багатоповерхової будівлі.

Після зведення підземної частини, на риштуваннях, збирається монтажно-технологічний мобільний комплекс, після чого, в залежності від обраної технології піднімання, встановлюють систему вертикального переміщення. Швидкість та крок вертикального переміщення МТМК залежить від технічних параметрів обладнання та від організаційно-технологічних рішень використання МТМК і особливістю самої технології переміщення. Крім того останній поверх будівлі може бути використаний в якості даху МТМК, що дозволить одночасно зменшити навантаження на тимчасові опори та зменшити тривалість зведення багатоповерхової будівлі.

Висота піднімання МТМК обмежена висотою і конструктивними особливостями будівлі та комплексу і може сягати 100 та більше метрів.

Іноземний досвід показує [2], що такі технології, за своїми особливостями, діляться на три типи. Вони розміщуються на спеціально влаштованих опорах ззовні будівлі, в середині будівлі, або ж підіймаються по несучим конструкціям будівлі (оголовки колон, стіни).

Технологія піднімання монтажно-технологічного мобільного комплексу з поруч розташованими опорами передбачає розміщення платформи МТМК на поруч розташованих тимчасових опорах (колон), що підносять за допомогою гідравлічних домкратів під час зведення багатоповерхової будівлі. Розміщуються такі опори на окремо влаштований фундамент та, під час зведення багатоповерхової будівлі, додатково закріплюються до несучих конструкцій будівлі для забезпечення просторової жорсткості конструкції МТМК. До таких систем, як приклад, можна віднести Big Canopy від Obayashi [4] (Рис.1). При використанні такого типу вертикального переміщення МТМК навантаження від нього передаються безпосе-

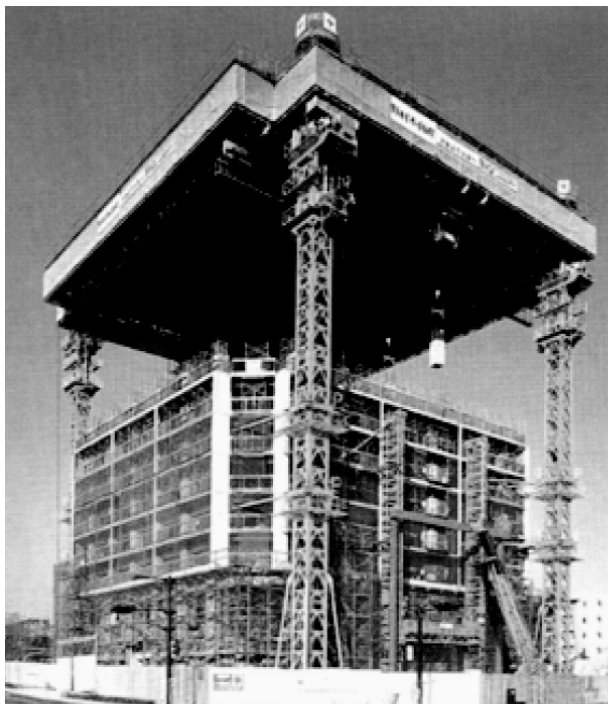


Рис. 1 Використання МТМК Big Canopy Obayashi [4]



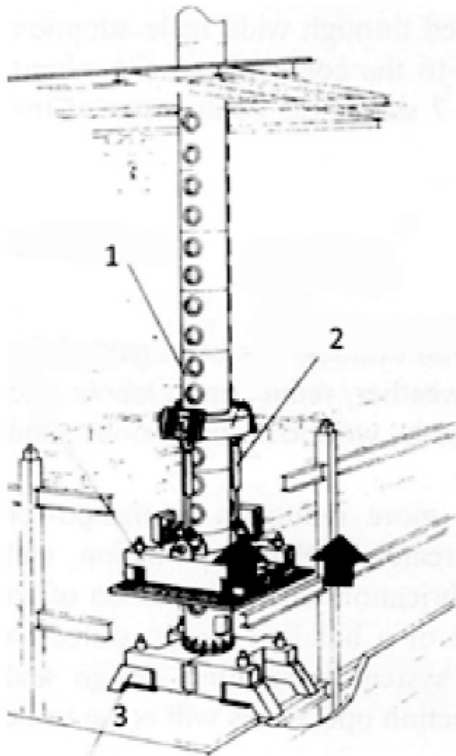


Рис. 2 Тимчасова опора для піднімання МТМК SMART System Shimizu Corporation [3]. 1 – тимчасова колона; 2 – домкрат; 3 – опорна частина

редньо на окремо розташовані опори (колони), та без втручання в архітектурно-конструктивні і об'ємно-планувальні рішення будівлі. Після закінчення всіх будівельно-монтажних робіт зі зведення багатоповерхової будівлі тимчасові опори разом із МТМК демонтуються.

Технологія піднімання монтажної-технологічної мобільного комплексу з опорами, що розміщені в середині будівлі передбачає влаштування тимчасових опор в середині будівлі, які поступово, за допомогою гідравлічних домкратів, піднімаються разом із будівлею (Рис.2). Конструктивно передбачено розміщення спеціальних опор в межах будівлі з врахуванням навантажень під час розміщення монтажної-технологічної мобільного комплексу. Особливістю використання такої технології вимагає попереднього узгодження з архітектурно-конструктивними і об'ємно-планувальними рішеннями будівлі для визначення місць розміщення тимчасових опор [3].

Таку систему використовують і при демонтажі будівлі, де по спеціальним тимчасовим колонам переміщується МТМК, який захищає навколишнє середовище від впливу негативних факторів при демонтажі будівлі (Рис. 3). [7]

Технологія піднімання монтажної-технологічної мобільного комплексу по несучим конструкціям будівлі, передбачає циклічне підрошування, нарощування або зведення несучих конструкцій будівлі з одночасним підніманням монтажної-технологічного мобільного комплексу.

Монтажно технологічний мобільний комплекс розмінюється на оголовках колон будівлі, після повної готовності поверху, послідовно (в шаховому порядку), відбувається піднімання штоку домкратів на певну висоту. Після піднімання штоків домкратів між домкратом та колоною встановлюють в проектне



Рис. 3 Використання МТМК (Taisei Corporation) при демонтажі з використанням для вертикального переміщення опори, які розміщені в середині будівлі.[7]

положення елемент колони, яку закріплюють та, після завершення всіх монтажних операцій, домкрат обпирається на встановлену колону, а монтажні операції циклічно повторюються.

Як альтернатива виштовхування монтажної-технологічного мобільного комплексу відбувається за допомогою спеціальних домкратних систем – вантажопідійомними крокуючими модулями (ВПКМ), які опираються на несучі колони будівлі, з одночасним встановленням колон шляхом їх нарощування [8].

При зведенні несучих конструкцій МТМК додатково виконує функції опалубної системи а сама платформа перетворюється на склад, де розміщуються всі необхідні конструкції і матеріали. Перемінюється такий комплекс за допомогою гідравлічних домкратів, які кріпляться до стіни та одночасно виконують функції опалубки. (Рис. 4)

**Висновки.** Аналіз світового досвіду піднімання монтажної-технологічних мобільних комплексів визначив основний перелік переваг та недоліків кожного та сферу застосування кожної з них.

Результати аналізу допоможуть в подальшому дослідженні та розробці нової сучасної технології вертикального переміщення монтажної технологічних мобільних комплексів.



Рис. 4 Піднімання МТМК по зовнішнім стінам при зведенні монолітного каркасу будівлі

**Література**

1. Kanzaki T., Nakano K., Matsumoto M. *Automatic Laser-Controlled Erection Management System for High-rise Buildings: Automation and Robotics in Construction Xi*. Elsevier, 1994.
2. Bock T., Linner T. *Site Automation*. : Cambridge University Press, 2016.
3. Maeda J. *Development and Application of the SMART System*. *Automation and Robotics in Construction Xi*. 2012. P. 457-64.
4. Wakisaka T., Furuya N., Inoue Y., *ma in*. *Automated construction system for high-rise reinforced concrete buildings*. *Automation in Construction*. 2000. V. 9, № 3. P. 229-250.
5. Черненко К. В. *Формування методів і засобів комплексної механізації циклічного піднімання монтажньо-технологічного мобільного комплексу (МТМК). Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2016. № 34. P. 39-48.
6. Koehn E., Brown G. *Climatic effects on construction*. *Journal of Construction Engineering and Management*. 1985. T. 111, № 2. P. 129-137.
7. Noguchi Y., Shinozaki Y., Ichihara H., *ma in*. *Development of a New Clean Demolition System for Tall Buildings*. *CTBUH 2015 New York Conference*. 2015. P. 392-398.
8. Osipov A., Chernenko K. *Information Model of the Process of Lifting Long Span Roof*. *Sci. innov*. 2020. V. 16, № 4. P. 3-10.

**Reference**

1. Kanzaki T., Nakano K., Matsumoto M. *Automatic Laser-Controlled Erection Management System for High-rise Buildings: Automation and Robotics in Construction Xi*. Elsevier, 1994.
2. Bock T., Linner T. *Site Automation*. : Cambridge University Press, 2016.
3. Maeda J. *Development and Application of the SMART System*. *Automation and Robotics in Construction Xi*. 2012. P. 457-64.
4. Wakisaka T., Furuya N., Inoue Y., *ma in*. *Automated construction system for high-rise reinforced concrete buildings*. *Automation in Construction*. 2000. V. 9, № 3. P. 229-250.
5. Chernenko K. V. *Formuvannia metodiv i zasobiv kompleksnoi mekhanizatsii tsyklichnoho pidnimannia montazhno-tekhnologichnoho mobilnoho kompleksu (MTMK). Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*. 2016. № 34. P. 39-48.
6. Koehn E., Brown G. *Climatic effects on construction*. *Journal of Construction Engineering and Management*. 1985. T. 111, № 2. P. 129-137.
7. Noguchi Y., Shinozaki Y., Ichihara H., *ma in*. *Development of a New Clean Demolition System for Tall Buildings*. *CTBUH 2015 New York Conference*. 2015. P. 392-398.
8. Osipov A., Chernenko K. *Information Model of the Process of Lifting Long Span Roof*. *Sci. innov*. 2020. V. 16, № 4. P. 3-10.

**К.В. Черненко**, к.т.н., доцент кафедры строительных технологий  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев.  
Orcid 0000-0002-1616-5999

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МОНТАЖНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОБИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ (МТМК)**

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности и варианты перемещения монтажно технологических мобильных комплексов и их аналогов. От выбранной технологии вертикального перемещения зависит, как архитектурно-конструктивные и объемно-планировочные решения здания, так и технология возведения многоэтажного здания в целом. Сравнение различных технологий в будущем позволяет исследовать и разработать новую современную технологию вертикального перемещения монтажно технологических мобильных комплексов учитывая особенности и недостатки существующих.

**Ключевые слова:** монтажно-технологический мобильный комплекс; домкраты; многоэтажные здания.

**K.V. Chernenko Ph.D.**, Associate Professor of Construction Technologies  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv.  
Orcid 0000-0002-1616-5999

**FEATURES OF LIFTING TECHNOLOGY OF ASSEMBLY-TECHNOLOGICAL MOBILE COMPLEXES (MTMC)**

**Annotation.** The article considers the features and options for lifting assembly-technological mobile complexes and their analogues. Both the architectural and structural and spatial planning solutions of the building and the technology of erection of a multi-storey building as a whole depend on the chosen lifting technology. Comparison of different technologies in the future allows to investigate and develop a new modern lifting technology of assembly-technological mobile complexes taking into account the features and shortcomings of existing ones.

**Key words:** assembly-technological mobile complexes; jacks; multi-storey buildings; sky factory.

# Зміст

|   |     |
|---|-----|
| <b>П.Є. Григоровський, О.В. Горда, Ю.В. Крошка</b> РОЗРОБКА БУДІВЕЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНОГО ПРОЦЕСУ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ЗВЕДЕННІ МОНОЛІТНО-КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ .....                                | 3   |
| <b>В.П. Максименко, В.А. Крицький, В.О. Посох</b> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗИНОВЫХ ДЕМПФЕРОВ ПРИ СОУДАРЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ОБОРУДОВАНИЯ .....  | 8   |
| <b>А.В. Бабак</b> ВАРТІСТЬ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ .....  | 12  |
| <b>А.В. Убийвовк, І.В. Шумаков, О.А. Гринчук, А.Ю. Курейчик</b> СПОСОБИ ТА ОБЛАДНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРНИХ ВИПРОБУВАНЬ ПАЛЬ У ПОЛІМЕРНІЙ ОБОЛОНЦІ В ПРОСІДАЮЧИХ ГРУНТАХ .....                               | 18  |
| <b>О.І. Менейлюк, О.Л. Нікіфоров</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ БУДІВНИЦТВОМ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ШАБЛОНІВ .....   | 22  |
| <b>П.Є. Григоровський, О.В. Мурацьова</b> ОЦІНКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РОБІТ У СКЛАДІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ .....   | 30  |
| <b>О.В. Горда</b> ТОПОЛОГІЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ У БУДІВНИЦТВІ .....   | 39  |
| <b>П.Є. Григоровський, В.О. Басанський</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ОБСЯГІВ ЦИКЛУ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕРИТОРІЙ ШЛЯХОМ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЇХ ЗАБУДОВИ .....                             | 45  |
| <b>І.В. Шумаков, Ю.М. Червяков, Р.І. Мікаутадзе, І.І. Ляхов</b> ОСНОВНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ ПРИ УЛАШТУВАННІ КОТЛОВАНУ ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ ВПЛИВУ БУДІВНИЦТВА ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЛІ НА ОТОЧУЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ ..... | 56  |
| <b>В.А. Пашинський, В.А. Настоящий, В.В. Дарієнко, Г.Д. Портнов, Є.О. Томаченко</b> ВИКОРИСТАННЯ МОНОЛІТНОГО ПІНОБЕТОНУ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ .....  | 62  |
| <b>В.В. Наріжний</b> АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ ТА МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД .....  | 66  |
| <b>А.А. Колосюк, О.М. Нахмуров, В.В. Захарчук, Н.Ю. Шишкалова, Р.Г. Юрковський</b> ГЕОДЕЗІЯ ПОПЕРЕДЖАЄ АВАРІЮ .....   | 72  |
| <b>В.П. Азутів, О.Ю. Бердник, Ю.М. Червяков</b> БЕЗПРИВІДНА ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА НАПІВКОНВЕЄРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПАНЕЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ .....   | 77  |
| <b>М.М. Косьмій</b> ПРОСТОРОВА СТРУКТУРА МІСТ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПІД ВПЛИВОМ НЕМАТЕРІАЛЬНОГО (НА ПРИКЛАДІ МІСТ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ) .....   | 80  |
| <b>Л.О. Зглат-Лозинська, М.О. Клименко</b> ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В ПРОМИСЛОВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ .....  | 87  |
| <b>Н.Є. Журавська</b> НАУКОВІ ПРИНЦИПИ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПІДГОТОВКИ ВОДИ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛЯХ .....   | 98  |
| <b>О.М. Агафонов</b> ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ НАУКОВО – ТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД .....   | 102 |
| <b>К.В. Черненко</b> ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ МОНТАЖНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОБІЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ (МТМК) .....  | 104 |