

**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

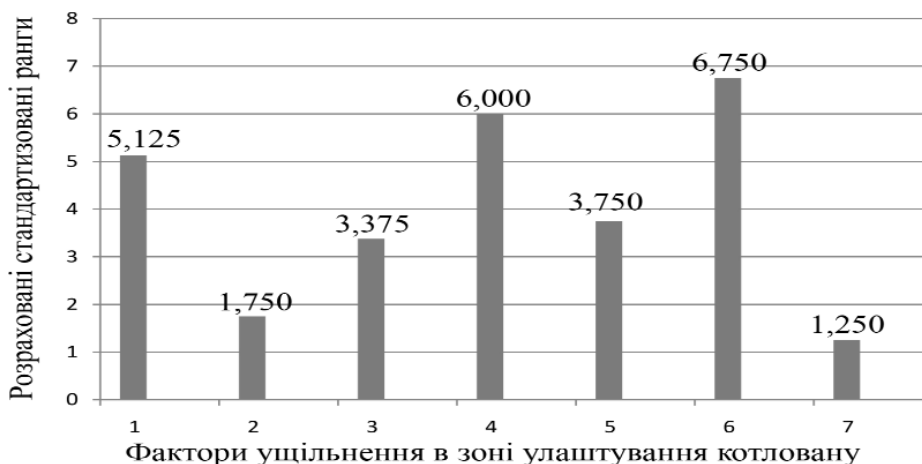


Рис. 1. Гістограма ранжирування факторів, що обумовлюють ущільнені умови в зоні улаштування котловану 5,125 – глибина котловану, 1,750 – підземні інженерні мережі, 3,375 – підземні споруди, 6,000 – властивості ґрунтової основи, 3,750 – рівень ґрунтових вод, 6,750 – відстань від котловану до прилеглих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



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  $X^2_{кр} = 2,17$ , тобто  $X^2_{\phi} > X^2_{кр}$ . 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 одноставною 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 Geotexniki`. -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 ekspluatatsiji vidpovidal`ny`x budivel`ny`x ob`yektiv // Budivel`ni konstrukciji. – 2016. – Vy`p. 83(2). – S. 3-12.
5. Laky`n G. F. Vy`ometry`ya. – 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`van` pry` zvedenni ta ekspluatatsiji 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.