

УДК69:002;69.059

**П.Є. Григоровський**

канд. техн. наук, перший заступник директора  
ДП Науково-дослідний інститут будівельного виробництва

## **НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИНЦИПІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ БУДІВЕЛЬ, СПОРУД І ТЕРИТОРІЇ ЗАБУДОВИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИМИ МЕТОДАМИ**

*В статті наведено алгоритм моделювання комплексного процесу визначення параметрів будівель, споруд і території забудови інструментальними методами, що складено з ряду послідовних етапів на підставі дослідження методів та засобів вимірювання, аналізу технології і організації робіт на всіх етапах життєвого циклу, вивчення багатofакторних чинників впливу на організаційно-технологічні показники вимірювальних та основних робіт відповідних етапів життя будівель. Результати інструментальних спостережень за параметрами експлуатаційної придатності будівель є джерелом об'єктивної інформації про якість будівництва та взаємодію конструкцій будівель з зовнішнім середовищем на всіх етапах життєвого циклу. Це є основа для встановлення закономірностей розвитку процесів зміни експлуатаційної придатності. На підставі виявленої кількісної закономірності розвитку процесів зміни експлуатаційної придатності є можливість встановити математичні моделі такого процесу. Це дає змогу здійснювати прогнозування та інтерпретацію одержаних даних.*

**Ключові слова:** визначення параметрів будівель, споруд і території забудови, інструментальні методи, технологія і організація вимірювальних робіт на всіх етапах життєвого циклу.

Результати інструментальних спостережень за параметрами експлуатаційної придатності будівель є джерелом об'єктивної інформації про якість будівництва та взаємодію конструкцій будівель з зовнішнім середовищем на всіх етапах життєвого циклу. Це є основа для встановлення закономірностей розвитку деформаційних процесів. На підставі виявленої кількісної закономірності розвитку деформаційних процесів є можливість встановити математичні моделі процесу. Це дає змогу здійснювати прогнозування та інтерпретацію одержаних даних.

*Життєвий цикл будівлі* - це час від моменту обґрунтування необхідності її зведення до настання економічної недоцільності її подальшої експлуатації. Він поділяється на наступні етапи: вишукувальні та проектні роботи, підготовчий період, нульовий цикл, зведення наземної частини будівлі, експлуатація будівлі та з врахуванням періоду її фізичного зносу.

*Тривалість експлуатації будівель* є інтегральним критерієм ефективності прийнятих рішень щодо забезпечення їх експлуатаційної придатності на всіх етапах життєвого циклу. Тривалість етапу експлуатації, характеризується часом протягом якого експлуатаційні властивості будівель зберігаються на нормативному рівні. Інтенсивність відмов, тобто виявлення дефектів і пошкоджень, призводить до зниження експлуатаційних властивостей будівлі нижче нормативного рівня. На початковому етапі експлуатації (рис. 1) число дефектів є відносно високим. Вони викликані вірогідними помилками при проектуванні і виконанні будівельних робіт, з врахуванням якості будівельних матеріалів. Більшість дефектів усувають впродовж гарантованого терміну експлуатації, тому їх число систематично

знижується в період  $(t_0 - t_1)$ . Під час експлуатації відбувається поступове старіння і знос елементів будівлі в період після  $t_2$ .

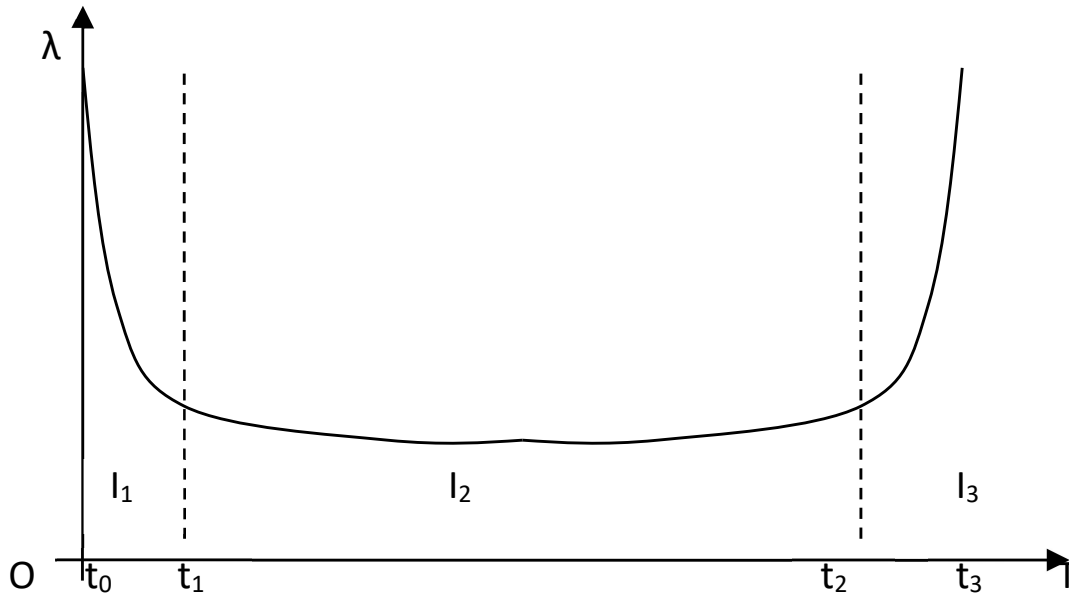


Рис. 1. Типова функція інтенсивності відмов будівлі за час її експлуатації:  $(t_1 - t_0)$  - період стабілізації осідань;  $(t_2 - t_1)$  - період нормальної експлуатації;  $t_2$  - початок інтенсивного старіння

Аналіз функції інтенсивності відмов показує, що, з моменту  $t_2$  знову спостерігається зростання числа дефектів, що викликано природним зношенням будівлі. У інтервалі від  $t_1$  до  $t_2$  число дефектів мінімальне.

Розглянемо типову функцію відмов на протязі всього життєвого циклу споруди, де  $\lambda(t)$  – потік відмов. Весь період експлуатації можна розбити на часові інтервали:  $I_1$  – період введення в експлуатацію;  $I_2$  – період експлуатації;  $I_3$  – період завершення експлуатації. Позначимо точки переходу між періодами:  $T_{12}$  – перехід між періодами  $I_1, I_2$ ;  $T_{23}$  – перехід між періодами  $I_2, I_3$ . Дамо адаптивне визначення часовим інтервалам  $I_1, I_2, I_3$ . Через  $U$  позначимо умови переходу від одного часового інтервалу до іншого, тоді:

$$- U_1(\lambda, t): (\bullet)t, \forall t: \{ \lambda(t + \Delta t) - \lambda(t) < \varepsilon \} \wedge \{ \lambda(t - \Delta t) - \lambda(t) > \varepsilon \} \equiv T_{12};$$

$$- U_2(\lambda, t): (\bullet)t, \forall t: \{ \lambda(t - \Delta t) - \lambda(t) < \varepsilon \} \wedge \{ \lambda(t + \Delta t) - \lambda(t) > \varepsilon \} \equiv T_{23}.$$

$$\lambda \in C[T_{12}, T_{23}].$$

В процесі експлуатації споруди може виконуватись капітальний ремонт в деякий момент часу  $t_g$ . Функцію відмов на періоді  $I_2$  можна вважати постійною лише у середньому. Капітальному ремонту на періоді часу  $I_2$  можуть передувати пошкодження різного типу складності та наслідків, може їх і не бути. Але,

проведення капітального ремонту може внести корективи довжини періоду  $I_2$  і для визначення точки  $T_{23}$ . (рис. 2).

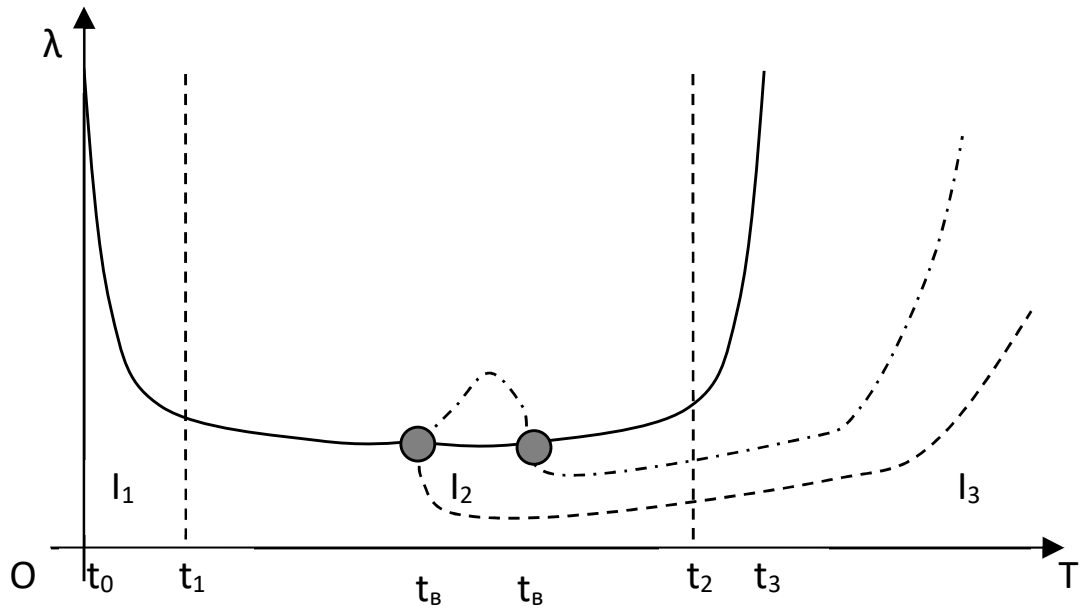


Рис. 2. Вплив заходів з забезпечення експлуатаційної придатності на подовження тривалості експлуатації будівлі

Дамо формалізоване адаптивне визначення моменту часу  $t_e$ :

$$\exists(\bullet)t_e \in [T_{12}, T_{23}], \quad \exists \lambda_e(t) \downarrow \forall t > t_e: |\lambda_e(t_e) - \lambda(t_e)| < +\infty,$$

$$\{T_{12}^e \geq T_{12}\} \wedge \{\exists T_{12}^e \in [t_e, +\infty)\} \{\{U_1(T_{12}^e)\} = true\}, M$$

$$\{T_{23}^e \geq T_{23}\} \wedge \{\exists T_{23}^e \in [T_{12}^e, +\infty)\} \{\{U_2(T_{23}^e)\} = true\},$$

Введемо наступні позначення:

-  $F_i$ ,  $i=1, 2, 3$  – сукупність факторів, що спричиняють пошкодження на відповідному інтервалі  $I_i$ , де  $F_i = \{f_j^i(t)\}_{j=1, n}$ ,  $n$  – кількість факторів на  $I_i$ .

-  $M_j^i(F_i)$  –  $j$ -я модель на  $i$ -му інтервалі з  $F_i$  факторів:  $M_j^i(F_i) = \{(m_j^i, cond_j^i, crit_j^i)\}$  – множина трійок, що складаються з частинної моделі  $m_j^i$ , умов виникнення пошкоджень  $cond_j^i$ , та критеріїв до відповідної моделі  $crit_j^i$ .

-  $f_j^*$  – критичний фактор  $\Leftrightarrow f_j^* \in [\max f_j, \max f_j - \varepsilon] \cup [\min f_j, \min f_j + \varepsilon]$ .

$$F_i^* \equiv \{F_i \in \text{критичними}\}$$

$$M_j^{i*} = M_j^i(F_i^*), \quad F_i^* \subset F_i, \quad M_j^{i*} \subset M_j^i(F_i^*)$$

$\forall t \in I_{1,2,3} \quad \exists SF(t): F_i \rightarrow F_i^*$  – функції-перемикачі на кожному інтервалі.

$$M_j^{i*}(t) \equiv \begin{cases} M_j^{1*}(SF(F_1^*(t))) & t \in [0, T_{12}) \\ M_j^{2*}(SF(F_2^*(t))) & t \in (T_{12}, T_{23}) \\ M_j^{3*}(SF(F_3^*(t))) & t \in (T_{23}, \infty) \end{cases}$$

$$\lim_{t \rightarrow T_{12}-0} M_j^{i*}(t) = \lim_{t \rightarrow T_{12}+0} M_j^{i*}(t)$$

$$\lim_{t \rightarrow T_{23}-0} M_j^{i*}(t) = \lim_{t \rightarrow T_{23}+0} M_j^{i*}(t)$$

$M_j^{i*}(t)$  – еволюція моделі;  $E(M_j^{i*}(t))$  – вхідні дані, еволюція областей;  $E(t)$  – динаміка факторів для об’єкту моделювання;  $E(t, i, j) \rightarrow Ins(t, i, j)$  – множина інструментів для вимірювання факторів в момент часу  $t$  на  $i$ -му інтервалі життєвого циклу при використанні  $j$ -ї моделі.

$$E(M_j^{i*}(t)) = E(t), \quad E(t) \equiv E(t, i, j).$$

Вимірювальні системи

$$Ins(t, i, j) = \{ins(t, i, j)\}$$

$$E(ins(t, i, j)) \rightarrow D(ins(t, i, j))$$

$$\forall ins(t, i, j) \rightarrow \{e_k^{t,i,j}\}_k$$

$$\forall ins(t, i, j) \rightarrow \{d_k^{t,i,j}\}_k$$

$$\forall e_k^{t,i,j} \exists \eta_k^{t,i,j} = \begin{cases} 0 & \text{якщо } e_k^{t,i,j} \text{ не спостерігається} \\ 1 & \text{в протилежному випадку} \end{cases}$$

$$\forall e_k^{t,i,j} \exists \eta_k^{t,i,j} = \begin{cases} 0 & \text{якщо } e_k^{t,i,j} \text{ не спостерігається} \\ 1 & \text{в протилежному випадку} \end{cases}$$

$\forall t, i, j \quad e^{t,i,j} \rightarrow \sum_k \eta_k^{t,i,j} = H(t, i, j)$  – кількість значущих даних, що спостерігаються

$$Pr(ins(t, i, j)) \equiv \begin{cases} 0 & \frac{|\{e_k^{t,i,j}\}|}{H(t, i, j)} > 1 \text{ інструментарій не застосовується} \\ 1 & \frac{|\{e_k^{t,i,j}\}|}{H(t, i, j)} = 1 \text{ інструментарій застосовується} \end{cases},$$

де  $|\{e_k^{t,i,j}\}|$  – кількість інструментів

Нехай  $\Phi$  – сукупність процедур (формул) розрахунку факторів, тоді:

$$\exists j \left| \bigcup_{(j, PP \neq 0)} [D(ins(t, i, j)) \cdot Pr(ins(t, i, j)) \cup \Phi(D(ins(t, i, j))) \cdot Pr(ins(t, i, j))] \subseteq F_i^*(t) \right. \quad (1)$$

Постановка задачі: необхідно визначити сукупність значень  $\{j^*\}$  для яких вираз (1) перетворюється у рівність.

Алгоритм моделювання комплексного процесу визначення параметрів інструментальними методами складено з ряду послідовних етапів на підставі дослідження методів та засобів вимірювання, аналізу технології і організації робіт на всіх етапах життєвого циклу, вивчення багатофакторних чинників впливу на організаційно-технологічні показники вимірювальних та основних робіт відповідних етапів життя будівель.

Першим етапом реалізації моделі є *аналіз сучасного стану проблеми та загальних принципів впливу організації і технології вимірювань на формування системи забезпечення експлуатаційної придатності будівель, споруд і території забудови.*

На цьому етапі: аналітичними методами вивчають та прогнозують особливості життєвого циклу об'єкту, принципи забезпечення його експлуатаційної придатності та безпеки на всіх етапах життєвого циклу, методи та технічні засоби будівельно-вимірювальних робіт, можливість впливу технологічних та конструктивних чинників зведення будівель на формування системи інструментального визначення параметрів їх експлуатаційної придатності. За результатами аналізу визначаються, щодо етапів життєвого циклу для яких буде створена система обґрунтування і вибору організаційно-технологічних рішень, конструктивної схеми об'єкту, технології зведення, можливих методів виконання будівельно-вимірювальних робіт, встановлюють орієнтовний перелік необхідних вихідних даних для визначення організаційно-технологічних показників будівельно-вимірювальних робіт відповідного етапу.

На етапі *розробки та обґрунтування загальної методології дослідження параметрів будівель, споруд і території забудови* необхідно вибрати інформаційні технології, що будуть застосовані при проектуванні заходів забезпечення експлуатаційної придатності будівель на прийнятих до опрацювання етапах життєвого циклу; вибрати методи, що будуть застосовані при проектуванні заходів із забезпечення ефективності вимірювань; визначитись, щодо методики побудови моделей формування системи експлуатаційної придатності та методики встановлення раціональних обсягів вимірювань при експлуатації будівель і споруд з врахуванням критерію уразливості та наявних чинників впливу.

При *дослідженні закономірності впливу технології та організації будівельно-вимірювальних робіт на тривалість технологічних процесів зведення об'єктів та на їх експлуатаційну придатність на всіх етапах життєвого циклу* необхідно визначити методи подовження терміну життя будівлі; встановити ступінь впливу вимірювальних робіт на експлуатаційну придатність будівель протягом етапів життєвого циклу, вплив будівельно-вимірювальних робіт на тривалість технологічних процесів на етапі будівництва, фактори впливу на термін життя будівлі в процесі експлуатації. На підставі проведених досліджень проводять вибір вимірювальних параметрів та методів вимірювання.

При *дослідженні закономірності впливу технічних та технологічних показників на ефективність систем вимірювання та технологію їх застосування*, розробляють методи прогнозування відмов у експлуатаційний період, оцінюють ризики несвоєчасного виявлення пошкоджень та обґрунтовують точність спостережень за деформаціями.

Розробка *методів визначення періодичності інструментальних спостережень* передбачає прогноз інтенсивності процесів осідань, зсувів, динаміки рівня

грунтових вод на початковому етапі життєвого циклу об'єкту та з урахуванням термінів ремонтно-відновлювальних робіт в процесі експлуатації.

На етапі розробки методологічної структури обґрунтування трудовитрат та тривалості виконання будівельно-вимірювальних робіт в процесі будівництва та в процесі експлуатації будівель, споруд і території забудови необхідно враховувати принципи визначення продуктивності робіт та організаційно-технологічних показників, для розрахунку ефективності систем вимірювання, техніко-економічного нормування будівельно-вимірювальних робіт та обліку витрат на експлуатацію вимірювальних систем у структурі системи експлуатаційної придатності об'єктів на всіх етапах життєвого циклу.

Моделювання комплексного процесу визначення параметрів будівель, споруд і території забудови інструментальними методами з поєднанням вищенаведених окремих оптимізаційних параметричних моделей для підвищення ефективності вимірювальних робіт передбачає застосування моделей та методів визначення організаційно-технологічних показників, формування системи оцінки та діагностики технічного стану будівлі на всіх етапах життєвого циклу для розробки рекомендацій щодо організації та технології визначення параметрів будівель, споруд і території забудови у складі проектної, технологічної та експлуатаційної документації.

Математична модель лінійної динамічної системи може бути складена на основі математичних моделей елементів та ланок, що створюють систему. Лінійна система в загальному випадку включає в себе ланки, з'єднані послідовно, паралельно, охоплені зворотними та перехресними зворотними зв'язками. Передаточні функції всіх цих структур можуть виражатися через передаточні функції типових структурних ланок (рис.3).

*Послідовне з'єднання ланок.* В цьому з'єднанні вихідна величина попередньої ланки є вхідною величиною наступної ланки (рис.3,а). Передаточна функція послідовно з'єднаних ланок дорівнює добутку передаточних функцій всіх ланок, що створюють з'єднання:

$$\begin{aligned} W_1(p) &= x_2(p)/x_1(p); & W_2(p) &= x_3(p)/x_2(p); \\ W(p) &= x_3(p)/x_1(p) = W_2(p) x_2(p)W_1(p)/x_2(p) = W_1(p)W_2(p) \end{aligned}$$

В загальному випадку :

$$W(p) = \prod W_i(p), \quad i = 1, n, \quad (1)$$

де  $n$  – число послідовно з'єднаних ланок.

*Паралельне з'єднання ланок.* В цьому з'єднанні (рис.3,б) на вхід усіх ланок подається одна і та ж величина, а вихідна величина дорівнює сумі вихідних величин окремих ланок. На основі рис. 3,б маємо:

$$\begin{aligned} W(p) &= x_{вих}(p)/x_{вх}(p) = (x_{1вих}(p) + x_{2вих}(p))/x_{вх}(p) = \\ &= (W_1(p)x_{1вх}(p) + W_2(p)x_{2вх}(p))/x_{вх}(p). \end{aligned}$$

Так як,  $x_{1вх} = x_{2вх} = x_{вх}$ , то  $W(p) = W_1(p) + W_2(p)$ , або в загальному випадку при  $k$  паралельно з'єднаних ланках.

$$W(p) = \sum W_i(p), \quad i = 1, k. \quad (2)$$

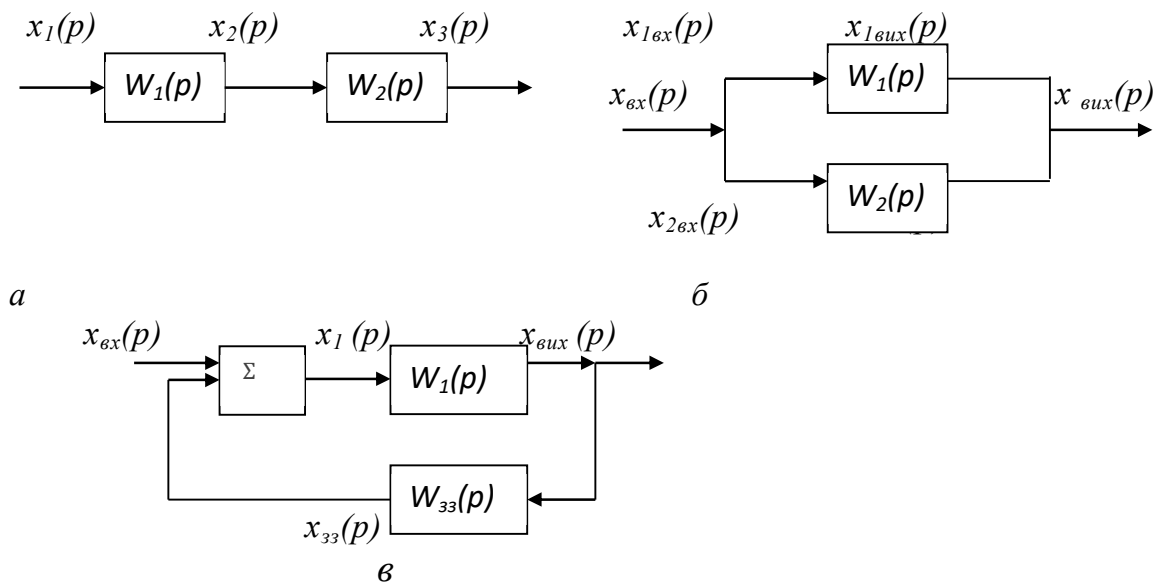


Рис. 3. Передаточні функції лінійних динамічних систем

Таким чином, передаточна функція з'єднання з паралельних ланок дорівнює сумі їх передаточних функцій.

Ланка, охоплена зворотним зв'язком. Для цього з'єднання (рис.3,в) запишемо:

$$x_1(p) = x_{вх}(p) \pm x_{зз}(p), \quad (3)$$

де знак мінус – для випадку від'ємного зворотного зв'язку, плюс – для додатного.

Передаточна функція з'єднання:

$$W(p) = x_{вих}(p)/x_{вх}(p) = (W_1(p)[x_{вх}(p) \pm W_{зз}(p)x_{вих}(p)]) / x_{вх}(p), \quad (4)$$

або після перетворення:

$$W(p) = W_1(p)/(1 \pm W_1(p)W_{зз}(p)), \quad (5)$$

де знак плюс відповідає від'ємному зворотному зв'язку, а знак мінус – додатному.

На етапі розробки та експериментально підтвердження методів формування проектних і виробничих рішень з удосконалення організації й технології будівельно-вимірювальних робіт з використанням сучасних вимірювальних та інформаційних технологій в реальних умовах перевіряються, за необхідності, відпрацьовуються та уточнюються особливості технології вимірювань з врахуванням наявних чинників впливу та індивідуальних особливостей об'єкту.

**Висновки.** Результати інструментальних спостережень за параметрами експлуатаційної придатності є джерелом об'єктивної інформації про якість будівництва, взаємодію будівель з зовнішнім середовищем, закономірності розвитку процесів зміни експлуатаційної придатності, що дає можливість встановити математичні моделі такого процесу, здійснювати прогнозування та інтерпретацію одержаних даних.

#### Список літератури:

1. Атаев С.С. Технология строительного производства : учебник для вузов / С.С. Атаев, Н.Н. Данилов, Б.В., Прыкин и др. – М. : Стройиздат, 1984.–559 с.
2. Бабік К. Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд : ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016. – [Чинний з 2017–04–01] / К. Бабік, Ю. Калюх, М. Мар'єнков, Ю. Немчинов, Ю. Слюсаренко, В. Тарасюк, Г. Фаренюк, О. Галінський,

П. Григоровський та ін. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 67 с. – (Національний стандарт України).

3. Балицький В. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану : ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. – [Чинний з 2017-04-01] / В. Балицький, О. Галінський, О. Гармаш, П. Григоровський та ін. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 47 с. – (Національний стандарт України).

4. Байбурин А.Х. Качество и безопасность строительных технологий / А.Х. Байбурин, С.Г. Головнев. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 453 с.

5. Галінський О. Геодезичні роботи у будівництві : ДБН В.1.3-2:2010. – [Чинний з 2010-21-01] / О. Галінський, П. Григоровський, Ю. Дейнека та ін. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).

6. Галінський О. Визначення параметрів будівель, споруд і території забудови : ДСТУ-Н Б А.1.3-1:2016. – [Чинний з 2017-04-01] / О. Галінський, П. Григоровський, Л. Косолап та ін. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 57 с. – (Національний стандарт України).

7. Григоровський П.Є. Методика експертної оцінки ступеня впливу конструктивних елементів будівельна їх технічний стан при виборі варіанту моніторингу : [текст] / П.Є. Григоровський, Н.П. Чуканова // Будівельне виробництво : наук-техн. зб. – К. : ЦП «Компринт», 2012. – Вип. 53. – С. 5–6.

8. Михайленко В.М. Інтегровані моделі і методи автоматизованої системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва [текст] : монографія / В.М. Михайленко, П.Є. Григоровський, І.В. Русан, О.О. Терент'єв. – К. : ЦП «Компринт». – 2017. – 230 с

9. НПАОП 45.2-1.01-98 Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд

### **П.Е. Григоровський**

#### **Научное обоснование обеспечения организационно-технологических принципов определения параметров зданий, сооружений и территории застройки инструментальными методами**

*В статье приведен алгоритм моделирования комплексного процесса определения параметров зданий, сооружений и территории застройки инструментальными методами, который составлен из ряда последовательных этапов на основании исследования методов и средств измерения, анализа технологии и организации работ на всех этапах жизненного цикла, изучения многофакторных факторов влияния на организационно-технологические показатели измерительных и основных работ соответствующих этапов жизни зданий. Результаты инструментальных наблюдений за параметрами эксплуатационной пригодности зданий является источником объективной информации о качестве строительства и взаимодействие конструкций зданий с внешней средой на всех этапах жизненного цикла. Это основа для установления закономерностей развития процессов изменения параметров эксплуатационной пригодности. На основании выявленной количественной закономерности развития процессов изменения эксплуатационной пригодности есть возможность установить математические модели такого процесса. Это позволяет осуществлять прогнозирование и интерпретацию полученных данных.*

**Ключевые слова:** *определение параметров зданий, сооружений и территории застройки, инструментальные методы, технология и организация измерительных работ на всех этапах жизненного цикла.*



**P. Grigorovsky**

***Scientific substantiation of maintenance of organizational and technological principles of determination of parameters of buildings, structures and territory of building by instrumental methods***

*In the article the algorithm of modeling of complex process of determination of parameters of buildings, constructions and territory of building by instrumental methods is compiled from a series of successive stages on the basis of research of methods and means of measurement, analysis of technology and organization of work at all stages of the life cycle, study of multifactorial factors of influence on organizational- technological indicators of measuring and basic works of the corresponding stages of the life of buildings. The results of instrumental observations on the parameters of the operational suitability of buildings are the source of objective information on the quality of construction and interaction of constructions of buildings with the environment at all stages of the life cycle. This is the basis for establishing the regularities of the development of processes of change in operational suitability. On the basis of the revealed quantitative regularity of the development of the processes of change in the operational suitability it is possible to establish mathematical models of such a process. This allows you to predict and interpret the data.*

**Key words:** *definition of parameters of buildings, structures and building area, instrumental methods, technology and organization of measuring works at all stages of the life cycle.*

**УДК 693**

**О.В. Мурасова**

заступник завідувача відділу

ДП Науково-дослідний інститут будівельного виробництва

**І.М. Уманець**

канд. техн. наук, доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури

**ПІДСИЛЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ АРОК СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСУ  
«ОЛІМПЕЦЬ» У МІСТІ СЛАВУТИЧ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*В статті приведений практичний досвід з підсилення дерев'яних арок спортивного комплексу «Олімпієць» у місці Славутич Київської області. Вказані роботи виконані у зв'язку з погіршенням стану експлуатації будівлі, а саме виходу із ладу однієї з опор арки, що призвело до осідання покриття в осях 3-4-6 понад 33 см в середині прольоту. Особливістю розроблених проектних рішень було те, що відновлення стану відбувалося без розбирання і демонтажу покриття. Під аварійні арки встановили риштування ТОВ «ПЕРІ Україна», гідравлічні домкрати на опорних баютах, яких частково розвантажували покрівлю і утримували її на час заміни зруйнованої деревини опорних вузлів арок та їх підсилення металевими обіймами.*

**Ключові слова:** *дерев'яні клеєні арки, підсилення металевими обіймами, риштування.*

**Постановка проблеми.** Клеєні тришарнірні дерев'яні арки – є одними із розповсюджених несучих конструкцій будівель та споруд різного призначення. Одним із прикладів застосування дерев'яних арок – є тенісний корт в Славутич Київської області. У 2015 році в результаті обстеження конструкцій будівлі критого