

СИСТЕМОТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ПРОСТОРОВИХ СИСТЕМ ПОКРИТТІВ

Проведено оцінку будівельної технологічності конкурентних конструкцій традиційного і біонічного типів за допомогою запропонованої методики оцінки, яка характеризує основні організаційно-технологічні властивості. Визначений характер і ступінь впливу факторних ознак на технологічну ефективність будівельних конструкцій.

Ключові слова: системотехніка, технологічність, властивість, виробничий процес, показник, функціональна залежність.

Вступ. У сучасних умовах оновлення основних фондів України для інноваційного розвитку будівельної галузі набуває актуальності реалізація проектів за комплексним вирішенням питань техніко-економічної оптимізації будівництва і експлуатації великопрольотних будівель на новому технологічному рівні.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Методи дослідження і механізми вирішення технологічних завдань будівництва набувають наукового і практичного інтересу для забезпечення ефективності проектування, зведення та експлуатації об'єктів при зростаючій складності і різноманітності їх об'ємно-планувальних і конструктивних рішень [2, 4, 8, 9, 11, 13]. У цих умовах прогресивний напрям наукових досліджень все частіше звертається до проектування і будівництва просторових структурних систем покриттів, технологічність яких донині не мала достатнього науково-дослідного розвитку.

Розробки сучасних дослідників підтверджують ефективність поєднання відомих технологічних прийомів, доповнення новими конструктивно-технологічними рішеннями, що дозволяє повною мірою використовувати переваги проектування і зведення об'єктів будівництва та звести до мінімуму їх недоліки [5, 13].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Перспективними є проектні рішення структурних пластинчасто-стрижневих систем покриттів, які розроблені на основі передумов формування біонічних систем, цілеспрямоване використання яких дозволяє успішно реалізовувати закони функціонування і організації технічних засобів живої природи в системі будівельного виробництва [1, 12]. Проте, існуючі методи технологічних досліджень будівництва об'єктів дещо недостатні для використання їх у проектах зі зведення структурних пластинчасто-стрижневих систем покриттів.

Технологічні дослідження перехресно-стрижневих просторових конструкцій покриттів регулярної і нерегулярної будови розкривають першорядний вплив об'ємно-планувальних і конструктивних рішень (складність, багатоелементність, підвищена точність, складність вузлових елементів та ін.) на ступінь будівельної технологічності, тому застосування і розробка прогресивних методів збірки, монтажу і експлуатації досліджуваних систем набуває підвищеної актуальності при зведенні структурних покриттів [2, 14, 15].

Постановка завдання. Основна мета досліджень полягає у встановленні закономірностей рівня технологічності зведення структурних пластинчасто-стрижневих систем покриттів, створених з використанням принципів біоніки.

Досягнення поставленої мети потребує обґрунтування необхідності удосконалення системи показників оцінки рівня будівельної технологічності, а також розробки

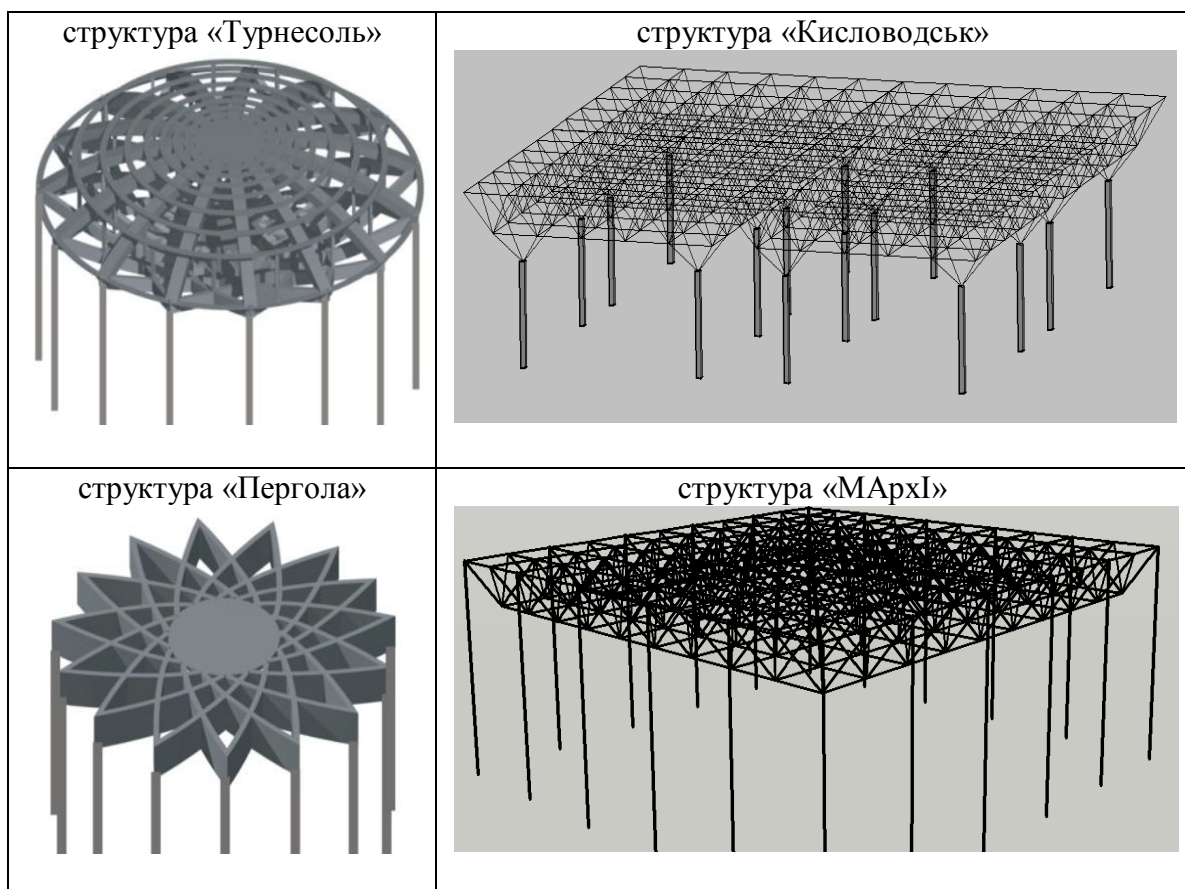
методологічного підходу до встановлення рівня будівельної технологічності структурних пластинчато-стрижневих систем покриттів.

Основний матеріал досліджень. Підвищення рівня технологічності необхідно розглядати як певний науково-технічний напрям проектних рішень, який позначається на можливості здійснення неухильного і послідовного курсу інтенсифікації будівельного виробництва. Процес інтенсифікації неможливий без гнучкості техніки і технології, яка забезпечується як високим рівнем технологічності, так і створенням на її основі умов для успішної адаптації виробництва до зведення будівельних об'єктів, оновленню всіх видів будівельних конструкцій з освоєнням нових малоопераційних і безвідходних технологічних процесів [6].

Досконалість конструкції визначається ступенем її відповідності основним вимогам експлуатації і сучасному рівню техніки, при цьому технологічність проектних рішень [3] виступає безпосередньою характеристикою ефективності виробництва і є сукупністю технічних властивостей об'ємно-планувальних і конструктивних вирішень будівельних об'єктів, що характеризують відповідність вимогам будівельного виробництва і експлуатації, а також є основною комплексною характеристикою технічного рівня досконалості проектів, що зумовлює на стадії проектування об'єктів організаційно-технологічну надійність будівельного виробництва.

Для проведення досліджень скористаємося п'ятьма варіантами проектних вирішень просторових решітчасто-стрижневих структур покриття регулярної (МАрхІ-(М) і Кисловодськ-(К)) і нерегулярної (пергола-(П) і турнесоль-(Т)) будови (табл. 1). У основі розробки експериментальних моделей наведених конструкцій полягають оптимізаційні принципи архітектурної біоніки, які містять актуальні питання сьогодення [1, 10, 12].

Таблиця 1 – Структурні експериментальні моделі просторових систем покриттів



Під найбільш ефективною технологією маємо на увазі технологію, що дозволяє з найменшими витратами праці, часу і засобів звести будівлю або споруду при дотриманні умов охорони праці і вимог до якості будівельної продукції, тому при остаточній оцінці технологічності даного конструктивно-планувального рішення беремо до уваги сумарні витрати на всіх стадіях, враховуючи їх можливий взаємовплив [2, 11, 14].

Вибрано методологію дослідження будівельної технологічності, яка оперує системою показників, що описують вимоги організації та технології виготовлення, збирання і монтажу конструкцій, на підставі якої сформована сукупність конкурентних варіантів різних проектних вирішень просторових конструкційних моделей: «Пергола» (П) «Турнесоль» (Т), «МАрхІ» (М) та «Кисловодськ» (К).

Для дослідження організаційно-технологічних властивостей були запропоновані: одна група основних показників (трудомісткість Q , вартість C , тривалість T) і дві групи допоміжних показників, що характеризують специфічні конструктивно-технологічні властивості наведених моделей просторових структур.

Характеристику одного або декількох ознак технологічності дають чисельні значення першої групи допоміжних показників (абсолютні показники), до яких належать: крок колон b_k , кількість чарунок $n_{чар}$, кількість конструктивних елементів $n_{ел}$, маса максимального елемента $m_{MAX.ЕЛ}$, загальна маса конструкції, що монтується $m_{KON.ЗАГ}$, монтажний об'єм V_{MONT} .

Друга група допоміжних показників (відносні), що утворюється на основі абсолютних, дає порівняльну характеристику технологічності проектованої конструкції, об'єднує коефіцієнти різнотипності чарунок $K_{РТИП}$, різноваговості конструкції $K_{РВАГ}$, концентрації чарунок K_{KON} , завантаження підйомного устаткування $K_{ЗАВ}$, крупності конструктивних елементів $K_{КРУП}$, відносної маси конструкції $K_{ВМ}$ (табл. 2).

Подальша робота з системотехнічної реалізації організаційно-технологічних властивостей проектних рішень просторових систем покриттів здійснювалася за допомогою розробки технологічних нормалей збирання та монтажу задля спрямування досліджень на формування функціональних залежностей запропонованих груп основних і допоміжних показників.

Виробничий процес узгоджено із загальною схемою технологічного процесу монтажу просторових систем покриттів [7]. Увесь склад робіт був розгрупований на 6 етапів: 1 етап – початковий (складування та транспортування), 2 етап – підготовка до укрупнювального збирання (сортування, підготовка кріплень), 3 етап – збірковий (укрупнювальне збирання в монтажні просторові блоки), 4 етап – підготовка до монтажу (за допомогою тимчасових підпірних конструкцій); 5 етап – монтаж у проектне положення (монтаж та вивірка), 6 етап – заключний (розбирання допоміжного устаткування). Виробничі схеми будівельно-монтажних робіт відображають логічну та технологічну послідовність виконання спеціалізованих операцій, тобто кожен етап характеризує завершення або початок роботи, а робота означає дію, яку потрібно зробити, щоб перейти від попередньої події до подальшої.

Таблиця 2 – Група допоміжних відносних показників дослідження

№ п/п	Найменування показника	Формула розрахунку
1	Коефіцієнт різнотипності чарунок	$K_{PTIII} = \frac{m_{max}}{n_T \times n},$ <p>де $n = \sum_{i=1}^{n_T} m_i$ – кількість чарунок; n_T – кількість типів чарунок; m_i – кількість чарунок i-го типу; m_{max} – максимальна кількість чарунок серед існуючих типів $m_{max} = \max\{m_1, \dots, m_T\}$.</p>
2	Коефіцієнт різноваговості конструкцій	$K_{PBAГ} = \frac{P_{cp}}{P_{max}},$ <p>де P_{cp} – усереднена маса одного елементу конструкції:</p> $P_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{k_T} P_i \times k_i - P_{max} \times k_{max}}{\sum_{i=1}^{k_T} k_i - k_{max}}$ <p>де P_i – маса одного елементу i-го типу; P_{max} – маса максимального елементу: $P_{max} = \max\{P_1, P_2, \dots, P_k\}$; k_i – кількість елементів i-го типу; k_T – кількість типів елементів; k_{max} – кількість елементів з максимальною масою.</p>
3	Коефіцієнт концентрації чарунок конструкції	$K_{KOH} = \frac{n}{F},$ <p>де F – площа перекриття будівлі, яка зводиться.</p>
4	Коефіцієнт завантаження підйомного устаткування	$K_{3AB} = \frac{1}{P_{maxk}},$ <p>де P_{maxk} – максимальна вага одного елементу серед загальної кількості елементів k.</p>
5	Коефіцієнт крупності конструкції	$K_{KPYII} = \frac{k}{F}$
6	Коефіцієнт відносної маси конструкції	$K_{BM} = \frac{P}{F},$ <p>де P – сумарна маса конструкції: $P = \sum_{i=1}^{k_T} P_i \cdot k_i$.</p>

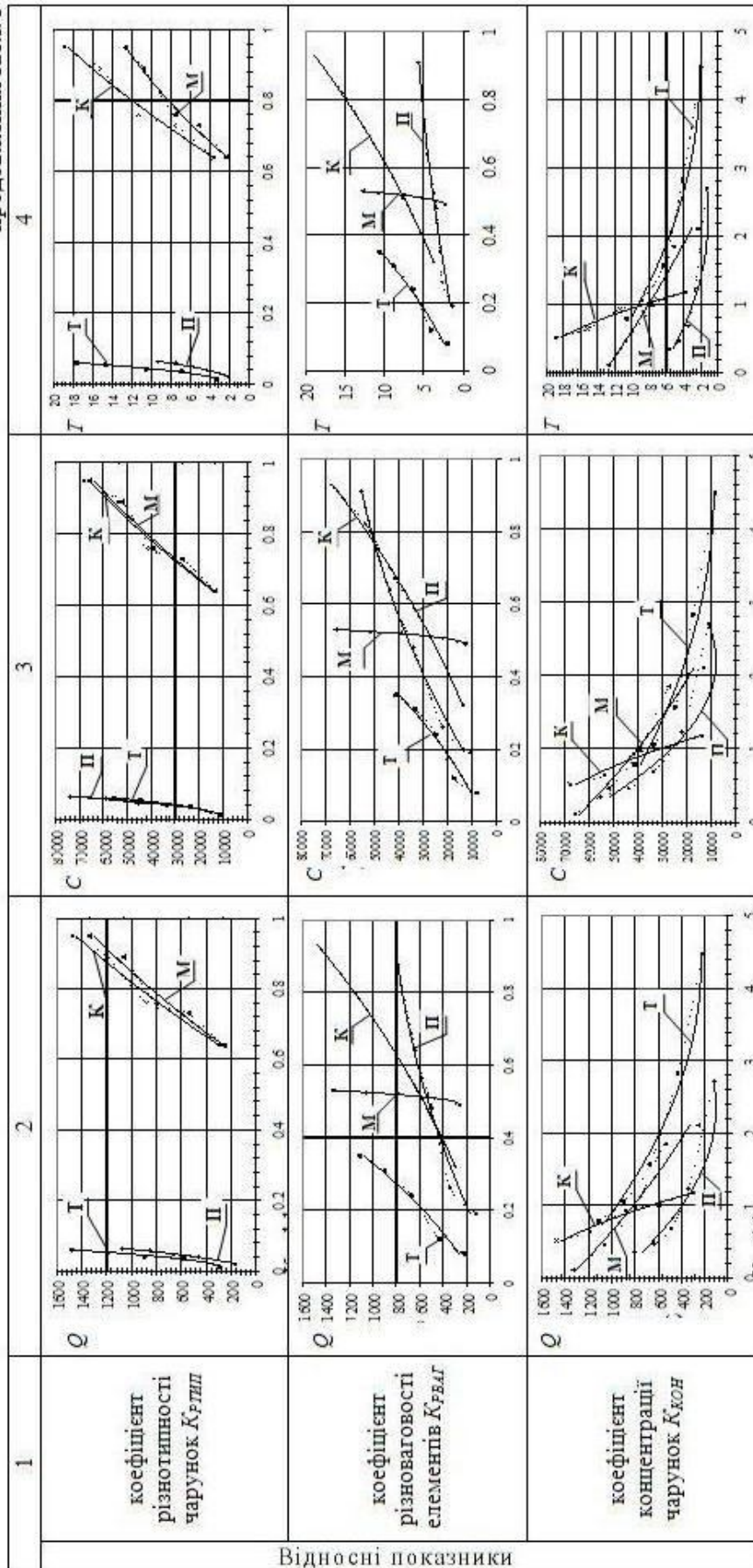
Наступний етап досліджень спрямований на формування функціональних залежностей запропонованих груп основних і допоміжних показників. Основні типи та форми отриманих залежностей наведені у таблиці 3.

Графічне виконання залежностей трудомісткості Q , вартості C і тривалості T від абсолютних і відносних показників технологічності групи допоміжних відображає схожість форм і характер розвитку графіків.

Аналітичне виконання процесу економіко-математичного моделювання вказало на поліноміальну форму наведених залежностей. Отримані в результаті розрахунків коефіцієнти парної кореляції приймають значення діапазону $[0,90 - 0,99]$, що свідчить про тісноту функціональних залежностей.

Таблиця 3 – Графічна інтерпретація залежностей основних показників технологічності від допоміжних показників

Допоміжні показники	Основні показники			
	Трудомісткість Q , чол.-час	Вартість C , грн.	Тривалість T , дн.	
1	2	3	4	
шаг колон b_k , м				
кількість чарунок N_{char} , шт.				
кількість конструктивних елементів N_{el} , шт.				
Абсолютні показники				



Висновки. Розроблені схеми логічних послідовностей технологічного процесу збірки і монтажу досліджуваних конструкційних моделей, які дають можливість визначити основні техніко-економічні характеристики і технологічні параметри будівництва об'єктів, спроектованих з використанням основних принципів біоніки та системотехнічних підходів. За допомогою аналітичних досліджень виробничих процесів системотехнічними методами, запропонована методика дослідження організаційно-технологічних властивостей проектних рішень просторових конструкцій покриття. Досліджено функціональні взаємозв'язки основних і запропонованих допоміжних показників технологічності, що найкращим чином відображають сукупність конструктивних та організаційно-технологічних властивостей досліджуваних проектних рішень. Отримано функціональні залежності технологічного стану, які відображають високий ступінь узгодженості теоретичних і експериментальних даних, а значення кореляційних співвідношень достатньо високі, тому дозволяють використовувати аналітичні рівняння для попередньої оцінки економічних параметрів за показниками технологічності.

Література

1. *Архитектурная бионика* / [Лебедев Ю.С., Рабинович В.И., Положай Е.Д. и др.]; под ред. Ю.С. Лебедева. – М.: Стройиздат, 1990. – 269с.
2. *Гусаков, А.А. Системотехника строительства* / Александр Антонович Гусаков – М.: Стройиздат, 1983. – 440 с.
3. *Гучек, Н.В. Новый этап в освоении методов архитектурно-строительной бионики* / Н.В. Гучек // НИРС-2004: IX Республиканская научная конференция студентов и аспирантов Республики Беларусь, 24-26 мая 2004 г.: тезисы докладов – Гродно: ГрГУ, 2004. – Ч.3. – С. 157-159.
4. *Егнус, М.Я. Оценка технологичности проектных решений жилых и общественных зданий* / М.Я. Егнус, А.Л. Левинзон – М.: Стройиздат, 1975.- 64 с.
5. *Иванов, В.В. Технологичность конструкций – резерв производства* / В.В. Иванов – Харьков: Прапор, 1968. - 84с.
6. *Информационные модели функциональных систем* / [Александров Е.А., Волков А.А., Глазачев О.С. и др.]; под ред. К.В. Судакова, А.А. Гусакова - М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2004. – 304с.
7. *Колесниченко, В.Г. Технология монтажа металлических конструкций* / В.Г. Колесниченко – К.: Вища школа. Гол. изд-во, 1983. – 207 с.
8. *Методика обработки конструкций на технологичность и оценки уровня технологичности изделий машиностроения и приборостроения.* – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 56 с.
9. *Прялин, М.А. Оценка технологичности конструкций* / М.А. Прялин, В.М. Кульчев – К.: Техніка, 1985. – 120 с.
10. *Рекомендации по проектированию структурных конструкций* / ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1984. – 303 с.
11. *Системотехника строительства. Энциклопедический словарь* / [Гусаков А.А., Богомолов Ю.М., Брехман А.И. и др.]; под ред. А.А. Гусакова. – М.: Издательство /Ассоциации строительных вузов, 2004. – 510 с.
12. *Темнов, В.Г. Конструктивные системы в природе и строительной технике* / В.Г. Темнов. - Л.: Стройиздат. Ленингр. Отд-ние, 1987. – 256с.
13. *Технологичность конструкций изделий: Справочник* / [Адмиров Ю.Д., Алфёрова Т.К., Волков П.Н. и др.]; под ред. Ю.Д. Адмирова. – [2-е издание перераб. и доп.] - М.: Машиностроение, 1990 - 768 с.

14. Технологичность конструкций изделий. Термины и определения: ГОСТ 14.205-83* - [Действителен от 01.01.2009] – М.: Офиц. издание, 1992. – 9с.

15. Фоков, Р.И. Выбор оптимальной организации и технологии возведения зданий / Ростислав Иванович Фоков – К.: Будівельник, 1969. – 192 с.

Надійшла до редакції 05.11.12

© М.О. Каплуновська

М.А. Каплуновская, к.т.н.

Запорожская государственная инженерная академия

СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИСТЕМ ПОКРЫТИЙ

Произведена оценка строительной технологичности конкурентных конструкций традиционного и бионического типов при помощи предложенной методики оценки, характеризующей основные организационно-технологические свойства. Определён характер и степень влияния факторных признаков на технологическую эффективность строительных конструкций.

Ключевые слова: системотехника, технологичность, свойство, производственный процесс, показатель, функциональная зависимость.

М.А. Kaplunovs'ka, Ph.D.

Zaporozhian State Engineering Academy

IMPLEMENTATION OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF THE SYSTEM INTEGRATORS OF PROJECT DECISIONS OF THE SPATIAL SYSTEMS OF COVERAGE

The estimation of build technologicalness of the examined competition constructions of traditional and bionic types is made through the offered method of estimation, characterizing basic organization and technological properties, as a result character and degree of influencing of factor signs is certain on technological efficiency of build constructions.

Keywords: systems engineering, technologicalness, property, production process, index, functional dependence.