

УДК 007:573.6.001.13

**ОПТИМІЗАЦІЙНА СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ
ПРОСТОРОВИХ СИСТЕМ ПОКРИТТІВ**

**ОПТИМИЗАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИСТЕМ ПОКРЫТИЙ**

**OPTIMIZATION SYSTEM OF INDEXES OF ESTIMATION OF
TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PROJECT DECISIONS OF
SPATIAL SYSTEMS OF COVERAGES**

Полтавець М.О., к.т.н. (Запорізька державна інженерна академія,
м. Запоріжжя)

Полтавец М.А., к.т.н. (Запорожская государственная инженерная академия,
г. Запорожье)

Poltavets M.O., Ph.D. (Zaporozhian state engineering academy, Zaporizhzhya)

Произведён анализ эффективности количественной, базовой и комплексной оценок производственной технологичности бионических конструкций, а также их непосредственное влияние на эффективность проектных решений, и организационно-технологическую надёжность строительного производства.

Був зроблений аналіз ефективності кількісної, базової та комплексної оцінок виробничої технологічності біонічних конструкцій, а також їх безпосередній вплив на ефективність проектних рішень, та організаційно-технологічну надійність будівельного виробництва.

Analysis has been carried out of quantity, basic and complex efficiency estimation of industrial and technological features of bionic constructions as well as their direct influence on the efficiency of project solutions and organizational and technological reliability of building industry.

Ключові слова:

Технологічність, оптимізація, показник, конструкція, система.

Технологичность, оптимизация, показатель, конструкция, система.

Technological feature, optimization, index, construction, system.

Постановка проблеми. Актуальність в сучасному будівництві з технології і організації будівельних процесів обумовлює необхідність подальшого вдосконалення методів і критеріїв оцінки технологічності конструкцій, формування наукових основ управління технологічністю на ранніх стадіях конструкторської підготовки виробництва, вживання сучасної автоматизованої техніки, а також розробки теорії спадкоємності конструктивно-технологічних рішень, прогнозування елементів, підвищення ролі типізації технологічних процесів. Вирішенню важливих аспектів цієї проблеми направлена розробка методів оцінки рівня технологічності зведення будівель, заснованих на встановленні міри відповідності технологічних властивостей об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель організаційно-технічним умовам технологічних процесів. Необхідність розробки і вивчення технологічності конструкцій обумовлена також підвищенням рівня вимог до раціонального використання всіх видів ресурсів. Особливо актуально наведене питання виникає при зведенні будівельних об'єктів з використанням складних за формою конструкцій біонічного типу.

Аналіз останніх досліджень. Питання технологічності будівельних конструкцій і проектних рішень будівель і споруд активно розроблялося з середини ХХ століття. Результати досліджень вітчизняних і зарубіжних учених в області архітектурної біоніки [1, 2, 3, 4] підтвердили особливу ефективність біонічного підходу при вирішенні прикладних інженерних завдань в актуальних напрямках техніки.

Розробці методів комплексної оцінки будівельної технологічності проектів будівель присвячені дослідження Р.І. Фокова [5], в яких на основі евристичного підходу розкриті взаємозв'язки чотирьох підсистем: об'ємно-планувальних рішень, організації виробництва, конструктивних рішень і технології виробництва. Учений займався питаннями розробки методів комплексної оцінки будівельної технологічності.

Питаннями технологічності залізобетонних конструкцій і проектних рішень займався С.Н. Булгаков. У його працях особлива роль присвячена дослідженням методів і способів оцінки рівня технологічності будівельних конструкцій, що сприяють підвищенню економічної ефективності виробництва [6].

Значний вклад в реалізацію монтажної технологічності вніс М.Я. Егнус [7]. Запропоновані їм методичні основи і рекомендації за кількісною оцінкою будівельних конструкцій, сприяють підвищенню технологічності проектних рішень сучасних будівель і споруд.

У лабораторії Ю.С. Лебедева сформовані основні напрями розвитку архітектурної біоніки як науки, які охоплюють основні теоретичні положення, методологію науково-дослідних робіт, проблеми формоутворення, питання про природну стандартизацію і уніфікацію [3].

Мета дослідження - вдосконалення оптимізаційної системи показників технологічності будівельних конструкцій біонічного типу з урахуванням об'ємно-планувальних і організаційно-технологічних рішень будівельного виробництва.

Предмет дослідження – будівельні конструкції біонічного типу, що проектується для створення нових функціональних будівельних комплексів біологічних і технічних елементів з оптимальним використанням об'єднаних в єдину функціональну систему властивостей цілеспрямованої поведінки.

Основний матеріал дослідження. Основним завданням і призначенням технологічного процесу є забезпечення випуску будівельної продукції відповідно до креслень і технічних умов в заданій кількості і з мінімальними витратами матеріальних, трудових і грошових ресурсів. Відповідність вказаним показникам досягається вивченням технологічних властивостей, а також вибором і обґрунтуванням оптимального варіанту кожного стадійного процесу, що є частиною комплексного технологічного процесу [8].

Звернемося до поняття «технологічність». За [2, 9] технологічність конструкцій - це сукупність властивостей, які забезпечують виготовлення, експлуатацію і технічне обслуговування конструкцій за найбільш ефективною технологією порівняно з однотипними конструкціями того ж призначення за однакових умов їх виготовлення, експлуатації і показників якості. Вживання ефективної технології передбачає оптимальні витрати праці, матеріалів, засобів, часу під час технологічної підготовки виробництва, в процесі виготовлення, експлуатації і ремонту.

Головне завдання технологічності – зумовити організаційно-технологічну надійність будівельного виробництва на стадії проектування об'єктів. Технологічна оцінка конструкцій здійснюється на технічному етапі досліджень [2].

Кількісна оцінка виробничої технологічності елементів будівельних конструкцій. Забезпечення технологічності конструкції включає її кількісну оцінку. Потреба в кількісній оцінці технологічності елементів будівельних конструкцій обґрунтовується необхідністю вибору раціонального варіанту проєктованого об'єкту, конкурсним характером розгляду проєктів однотипних будівель. Основними показниками кількісної оцінки є трудомісткість, собівартість, матеріаломісткість [10, 11].

Кількісна оцінка технологічності будівельних конструкцій є визначальною і забезпечується системою показників. На ранніх стадіях конструкторської підготовки будівельного виробництва до об'єкту закладаються основні конструктивно-технологічні рішення, при виборі раціональних варіантів, в яких необхідно мати можливість кількісно враховувати технологічність будівельної конструкції.

З аналізу розглянутих використаних методів оцінки [12] виходить, що в системі кількісних показників недостатньо досліджений зв'язок технологічності будівельної конструкції з технічним рівнем виробництва.

Оскільки методика оцінки технологічності недосконала, вводиться поняття «Рівень функціональної досконалості конструктивного елементу» як міра відповідності його основних параметрів еталонному аналогу.

Виникає необхідність створення і використання узагальненого коефіцієнта узгодженості будівельного елементу з технологією виготовлення і показника рівня технологічності конструкції, визначеної методами експертної оцінки [10].

Питомі показники технологічності елементів конструкцій розраховують у вигляді відношення маси, норми витрати матеріалів, трудомісткості і собівартості виготовлення будівельних виробів до значення основного технічного параметру.

Вважається, що трудомісткість не є об'єктивним показником для оцінки технологічності конструкцій [9]. Для забезпечення високого рівня технологічності елементу в процесі його конструювання пропонується чітко сформулювати вимоги до технологічних властивостей всієї конструкції, а чинники, що роблять вплив на трудомісткість виготовлення і експлуатації будівельного об'єкту оцінювати коефіцієнтами, еквівалентними трудомісткості.

Кількісна оцінка виробничої технологічності проводиться незалежно від абсолютного значення витрат на виготовлення конструкції, обумовлених її формою.

Базові показники технологічності елементів конструкцій. Останнім часом посилюються вимоги до раціонального використання всіх видів народногосподарських ресурсів, а складність форм будівельних конструкцій постійно росте. Це зумовило підвищення значущості проблемних питань технологічності будівельних конструкцій, а питання оцінки за критеріями стало найбільш важливим при технологічному вдосконаленні. Виходячи з цього, виникає необхідність подальшого покращання методів і критеріїв кількісної оцінки технологічності будівельних конструкцій [12].

При порівняльній оцінці технологічності конструкцій початковим є базовий показник технологічності елементів. Цей показник характеризує умовний рівень насиченості елементів конструкції певною властивістю.

Базовий показник технологічності за трудомісткістю:

$$T_{\bar{o}} = T_a * k_{cli} * k_{Tr}, \quad (1)$$

де T_a - трудомісткість виготовлення елементу-аналога; k_{cli} - коефіцієнт складності проекрованої конструкції; $k_{Tr} = [100(100 + k_{n.m.})]^{t_1}$ - коефіцієнт зниження трудомісткості; $k_{n.m.}$ - плановане зростання продуктивності праці; t_1 - період часу від початку проектування до впровадження будівельного виробу у виробництво.

Оптимальні показники технологічності, які виявлені в результаті прогнозування, є основою для встановлення базових показників технологічності. За наявності цільової функції і обмежень вони визначаються методами лінійного і нелінійного програмування, динамічного програмування, теорії оптимального управління і іншими математичними методами.

Значення базових показників технологічності встановлюються на основі значень показників перспективних рішень, виявлених при прогнозуванні, або за відсутності даних прогнозування – на основі стандартних показників.

Блок-схема оптимізації показників технологічності конструкцій і принципова схема оцінки рівня технологічності приведені на рис.1 та рис.2.

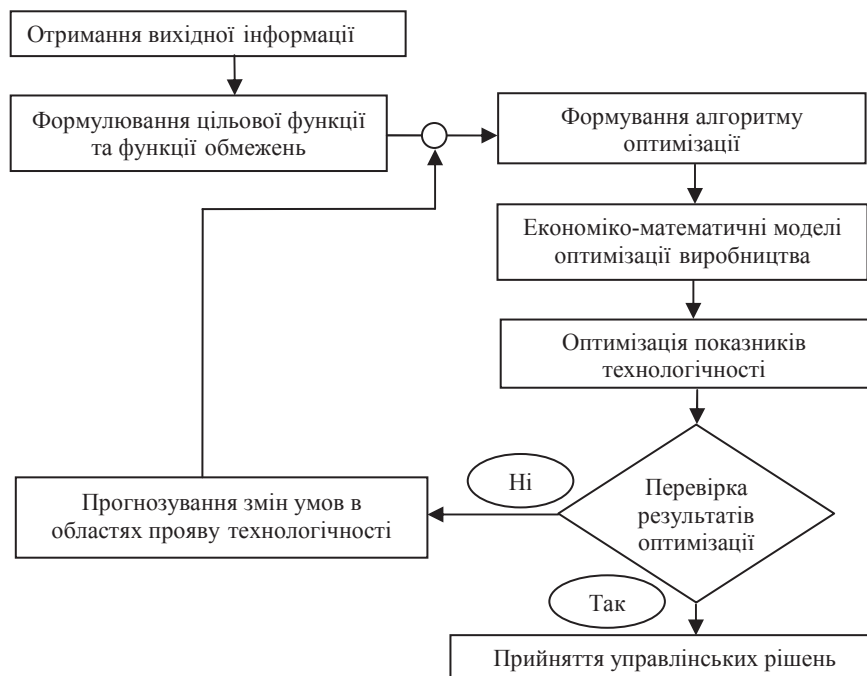


Рис.1. Блок-схема оптимізації показників технологічності конструкцій

Критерій комплексної оцінки технологічності конструкцій. Велика кількість одночасно вживаних показників технологічності конструкцій ускладнює вибір раціонального варіанту виготовлення конструкції біонічного типу. У зв'язку з цим передбачається можливість визначення комплексних показників, які характеризують групу ознак технологічності конструкції [12]. Застосовується декілька способів визначення значень комплексних показників технологічності. Комплексний показник технологічності рекомендується визначати у вигляді добутку часткових показників або відношення вказаного добутку до кількості або суми

показників; середньоарифметичного або середньозваженого значення часткових показників з введенням коефіцієнтів їх економічної еквівалентності; бальної оцінки; кореляційних залежностей; системи зменшення максимального значення показника технологічності [9].

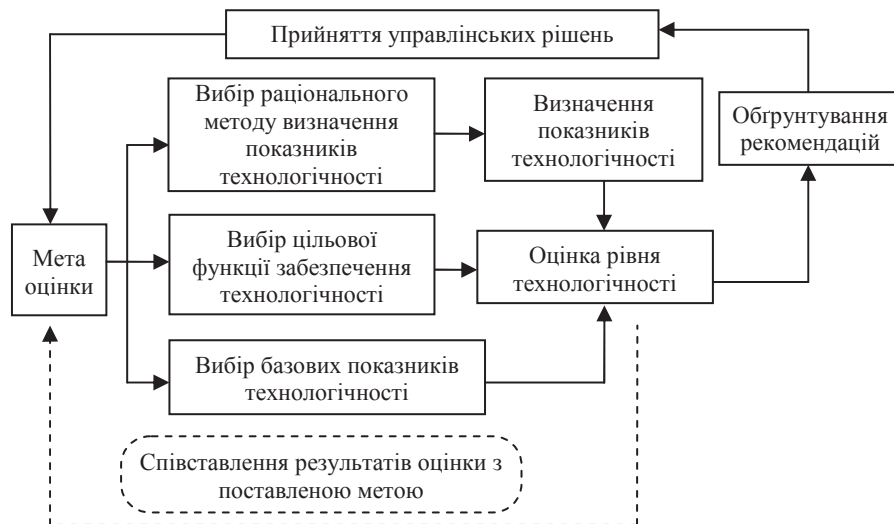


Рис. 2. Схема оцінки рівня технологічності конструкцій

Основною перевагою застосування комплексних показників технологічності конструкції є однозначність оцінки. Загальний недолік відомих видів комплексних показників технологічності будівельних конструкцій біонічного типу – неможливість їх оптимізації.

При використанні комплексного критерію технологічності конструкцій у формі добутку часткових показників, відношення добутку часткових показників до їх кількості або суми, а також у вигляді середньоарифметичного або середньозваженого значення і інших комбінацій приватних показників можна отримати умовну оцінку, величина якої знаходиться в межах від нуля до одиниці. Чим ближче до одиниці значення комплексного показника технологічності будівельної конструкції, тим вона більш переважна в порівнянні з іншими однотипними показниками.

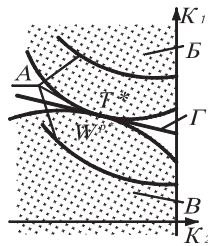
Встановлення залежностей між частковими показниками технологічності конструкцій і трудомісткістю (собівартістю) методом бальної оцінки або кореляційного аналізу дозволяє визначити окремі техніко-економічні параметри конструкції.

Принциповий підхід до оптимізації прогнозованих показників технологічності конструкцій засновано на комплексному обліку властивостей, технологічних особливостей, по принципу вирішення протиріччя на основі конкурентної рівноваги в умовах оптимальності Парето (рис.3).

Якщо порівнювані варіанти елементів будівельних конструкцій мають відмінності за рівнем визначальних технічних характеристик, оцінка технологічності конструкцій за трудомісткістю або собівартістю виявляється недостатньою. Для таких випадків пропонується комплексний показник технологічності k_T , що враховує зміну рівня основних вихідних параметрів виробів (2):

$$k_T = \frac{C_{\Sigma op} - C_{\Sigma}}{C_{\Sigma op} - C_{\Sigma min}}, \quad (2)$$

де $C_{\Sigma op}$ - сумарні витрати на всіх етапах експлуатації будівельної конструкції при повністю оригінальному виконанні всіх його частин; C_{Σ} - сумарні витрати на всіх етапах життєвого циклу будівельної конструкції; $C_{\Sigma min}$ - сумарні мінімально можливі витрати на всіх етапах експлуатації біонічних конструкцій.



A – криві байдужості; B – безліч переваг; B – безліч виробничих можливостей; Γ - гіперплощина поділу (лінія витрат); K_1 – показник корисності (надійності); K_2 – показник витрат (матеріаломісткості), T^* - вектор вимог, W^{P*} - вектор витрат корисності на виготовлення конструкції.

Рис.3. Графічний вигляд оптимуму Парето (конкурентної рівноваги)

Найбільш технологічний варіант, як елементів, так і всієї конструкції в цілому відповідатиме $C_{\Sigma} = C_{\Sigma min}$, що можливо при оптимальних значеннях коефіцієнта уніфікації за масою $k_{G\Sigma}$. Запропонований метод виключає необхідність розрахунку базових показників технологічності конструкцій і забезпечує визначення комплексного показника технологічності k_T відповідно до оптимального структурного складу елементів конструкції і вузлів їх з'єднання. Вказана номенклатура конструктивних елементів забезпечує оптимальні значення коефіцієнта уніфікації за масою $k_{G\Sigma}$ і мінімальні сумарні витрати на всіх етапах експлуатації C_{Σ} . Випадок $k_T=1$ є базою для порівняння всіх інших можливих варіантів його конструктивного виконання.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Запропонована оптимізаційна система показників технологічності будівельних конструкцій сприяє підвищенню рівня технологічності зведення будівель з елементами біоніки, збільшенню ступеня відповідності технологічних властивостей об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівельних конструкцій організаційно-технічним параметрам будівельних процесів.

Вивчення взаємодії показників і критеріїв оцінки проектних рішень будівель і класифікація технологічних і технічних показників дозволили обґрунтувати склад значущих показників, що відображають організаційно-технічне полягання системи зведення і технологічні властивості об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель як в окремих підсистемах будівельного виробництва, так і в системі будівельного виробництва в цілому.

Подальші дослідження, направлені на розробку оптимізації показників технологічності будівельних конструкцій біонічного типу з широким застосуванням математичних методів, дозволять створити принципово нову систему проектування будівельних об'єктів, об'єднати розрізнені види підсистем виробничої і архітектурно-будівельної компоновок, що позитивно позначиться на якості загальної системи будівельного виробництва. Результати наукових і практичних розробок в даному напрямі створюють передумови для створення і впровадження в практику проектування єдиної методики, яка дозволить оптимізувати технологічні процеси і підвищити ефективність виробництва просторових систем покриттів.

1. Темнов В.Г. Конструктивные системы в природе и строительной технике. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 256с.
2. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь / Под редакцией А.А. Гусакова. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 320 с.
3. Архитектурная бионика / Ю.С. Лебедев, В.И. Рабинович, Е.Д. Положай и др. / Под. ред Ю.С. Лебедева – М.: Стройиздат, 1990. – 269 с.
4. George Baird. The Architectural Expression of Environmental Control Systems. - Spon Press, 2001. – 246 p.
5. Фоков Р.И. Выбор оптимальной организации и технологии возведения зданий. – К.: Будівельник, 1969. - 192 с.
6. Булгаков С.Н. Технологичность железобетонных конструкций и проектных решений. – М.: Стройиздат, 1983. – 303 с.
7. Егнус М.Я. Технологическое обеспечение сборки зданий. – М.: Стройиздат. 1979. – 344 с.
8. Щукин В.С., Травкин Е.М. Повышение технологичности и снижение материалоемкости железобетонных изделий // Строительная наука – 2005. - №2 – С. 24-27.
9. Технологичность конструкций изделий: Справочник / Т.К. Алферова, Ю.Д. Адмиров, П.Н. Волков и др. / Под ред. Ю.Д. Адмирова. – М.: Машиностроение, 1985. – 368 с.
10. Иванов В.В. Технологичность конструкций – резерв производства. – Харьков: Прапор, 1968. - 84с.
11. Технологичность конструкций / Под общ. ред. С.Л. Ананьева, В.П. Купровича – М.: Дом техники, 1959. – 237с.
12. Прялин М.А., Кульчев В.М. Оценка технологичности конструкций – К.: Техніка, 1985. – 120 с.