

УДК 658.51:69

М.О. Полтавець,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0003-0504-5278

І.А. Арутюнян,

докт. техн. наук, професор

ORCID: 0000-0002-5049-3742

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

МЕТАПРАКТИЧНИЙ НАПРЯМ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ В БУДІВЕЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Наукова стаття розкриває проблему пошуку інноваційних підходів у вирішенні оптимізаційних завдань в будівельному виробництві. Розглянуті перспективні тенденції гармонійних можливостей при оптимізації виробничих систем будівництва. Обґрунтована актуальність питання пошуку раціональних рішень в багатомірному просторі альтернатив та ефективного співвідношення функціональних підсистем виробництва у середовищі взаємного впливу. Розкриті основні закономірності роботи метаевристичної оптимізації золотого перетину, його співвідношення, рівні, фактори впливу. Розглянута схема пошуку оптимального рішення на основі гармонійної пропорції геометричного поділу відрізка. Обґрунтовані шляхи застосування принципів гармонійного менеджменту в управлінні будівельними виробничими системами у напрямі до стійкого та логічного розвитку. Наведене дослідження показало, що будівельні виробничі системи проходять в процесі свого розвитку оптимізаційну платформу і набувають нової прогресивної якості. При реалізації своїх функцій флуктуації системи визначають рівень її організації, яка відповідає гармонійному (стійкому) розвитку. Використання «золотої пропорції» в управлінні будівельним виробництвом у поєднанні з інформаційними технологіями сприяє еволюції і розвитку структурного різноманіття виробничих систем у мінливому середовищі. Результати дослідження дозволили розкрити гармонізаційний підхід у вдосконаленні взаємодії структурних елементів виробництва та прискоренні їх функціональної чутливості до змін оточення. Гармонійна виробнича система ефективніше здійснює адаптацію до різноспрямованостей інтересів, цілей та дій на всіх рівнях управління різними підсистемами в будь-яких умовах. Перспектива дослідження підводить до наукового формування алгоритмічного забезпечення процесів організації та управління будівництва із застосуванням метаевристичних методів, що дасть змогу вирішувати практичні завдання оптимального керування нелінійними динамічними виробничими системами будівництва.

Ключові слова: *будівництво, управління, організація, система, виробництво, оптимізація, перетин, рівень, гармонія, можливість.*

Постановка проблеми. Сучасні концепції управління будівельними виробничими системами вимагають вирішення проблем гармонізації розподілу структурних елементів на шляху подолання глобальних дестабілізаційних процесів. Пошук раціональних рішень в багатомірному просторі альтернатив є

ефективним співвідношенням функціональних підсистем виробництва у середовищі взаємного впливу. Це створює стійкі можливості виробничого менеджменту та сприяє логічному розвитку виробничої системи в цілому у досягненні головної мети гармонійного управління.

Структура будівельних систем, функціональна цілісність і стійкість єдності із зовнішнім середовищем складають основу гармонійного менеджменту, тобто впорядкованості, узгодженості всіх складових частин виробничої системи як всередині між собою, так і із зовнішніми функціями. За цих умов стає необхідним виконання наукового формування алгоритмічного забезпечення процесів організації та управління будівництва із застосуванням метаевристичних методів при вирішенні практичних завдань оптимального керування нелінійними динамічними системами.

Аналіз існуючих досліджень. Існуючі дослідження виробничих систем будівництва застосовують характеристики та показники якості, які описуються нелінійними залежностями та оцінюються за допомогою складних моделюючих алгоритмів. Таке становище обумовлює високу трудомісткість обчислень при вирішенні задач оптимізації та використання класичних чисельних методів пошуку екстремуму багатоекстремальних функцій зі складним поверхневим рельєфом рівня, а отже, стає малоефективним. Сучасний науковий світ пропонує різноманітні перспективні методи оптимізації, в яких вирішується питання практичного застосування у забезпеченні збіжності до точного визначення показника, що полягає у пошуку найкращого (оптимального) значення цільової функції серед множини допустимих значень [1, 2, 7, 8].

Мета дослідження. У досягненні оптимізаційної мети приймемо до застосування метаевристичні методи, які дозволяють знайти рішення високої якості за відносно прийнятний час, а також використовуються при мінімальній кількості вихідної інформації про властивості функції фізичного явища.

Виклад основного матеріалу. Вирішення управлінських завдань в будівельному виробництві виконується формуванням процесу оптимізації. Одним із найбільш ефективних методів, в яких при обмеженій кількості обчислень цільової функції $f(x)$ досягається найвища точність є метод золотого перетину, який входить до класу метаевристичних методів [1].

Найпростіше розуміння метаевристики аргументує використання практичного підходу у вдосконаленні будівельного виробництва. Розумінням чого є чіткий підхід до поставленої проблеми, який гарантує досягнення оптимальної мети за допомогою вищого рівня абстракції, яка одразу ж створює алгоритм вирішення проблеми не витрачаючи час на аналітичні дослідження [6, 7, 8].

Функціональна цілісність виробничої системи демонструє основу гармонійної структури, яка надає “гармонійного імунітету” системі по відношенню до зовнішніх і внутрішніх руйнівних чинників. Ці процеси відбуваються у межах реалізації законів гармонійного менеджменту, технологія якого призначена для запобігання кризам в діяльності за рахунок вибору стратегії розвитку виробничих систем і затребувана бізнес-структурами. Впровадження технології гармонійного менеджменту сприяє стійкій роботі всіх будівельних процесів [2].

Стійкий еволюційний розвиток гармонійної системи існує на принципах золотого перетину, структура якого відповідає золотій пропорції [0,62:0,38], забезпечуючи стійку рівновагу розвитку та зменшення витрат на підтримку стійкого стану виробничої системи [1, 3, 4, 5].

Метод золотого перетину відноситься до послідовних стратегій. Задається початковий інтервал невизначеності та потрібна точність. Алгоритм зменшення інтервалу спирається на аналіз значень функції в двох точках.

Зменшення інтервалу невизначеності, яке здійснюється при використанні послідовної стратегії, виконується за розрахунком функції в двох точках поточного інтервалу. Властивість унімодальності дозволяє визначити, в якому із можливих підінтервалів точка мінімуму відсутня.

Потрібно знайти безумовний мінімум функції $f(x)$ однієї змінної, тобто таку точку $x^* \in R$, щоб $f(x^*) = \min_{x \in R} f(x)$.

Для побудови конкретного метода одномірної мінімізації, який працює за принципом послідовного скорочення інтервалу невизначеності, задамо правило вибору на кожному кроці двох внутрішніх точок. Звичайно, бажано було б, щоб одна з них завжди використовувалась в якості внутрішньої також для наступного інтервалу. Тоді кількість розрахунків визначення функції зменшиться удвічі та одна ітерація буде потребувати тільки одного нового значення функції. В методі золотого перетину в якості двох внутрішніх точок обираються точки золотого перетину.

Точка продукує «золотий перетин» відрізка, якщо відношення довжини всього відрізка до більшої частини дорівнює відношенню більшої частини до меншої. На відрізку $[a_0 \dots b_0]$ містяться дві симетричні точки відносно закінченням відрізка y_0 та z_0 :

$$\frac{b_0 - a_0}{b_0 - y_0} = \frac{b_0 - y_0}{y_0 - a_0} = \frac{b_0 - a_0}{z_0 - a_0} = \frac{z_0 - a_0}{b_0 - z_0} \cong 1,618 \quad (1)$$

Окрім того, точка y_0 виконує золотий перетин відрізка $[a_0 \dots z_0]$, а точка z_0 виконує золотий перетин $[y_0 \dots b_0]$.



Рис. 1. Схема поділу відрізка за золотим перетином

Розглянемо подальшу схему пошуку оптимального рішення, яка заснована на діленні відрізка множини можливих варіантів пробними точками на інтервали у золотому відношенні.

Взаємне розташування точок оптимального рішення розглянемо у двох випадках:

$$1) f(y_0) < f(z_0); \quad (2)$$

$$2) f(y_0) \geq f(z_0). \quad (3)$$

Розглядаючи рівні симетрії інтервалів відрізків у пропорціях золотого перетину ми виявили реалізацію схеми роботи методу золотого перетину, яка доводить, що довжина інтервалу невизначеності $l_{\text{опт}}$ на кожному етапі (рівні симетрії золотого перетину S) стискається з коефіцієнтом 0,62. На першому етапі потрібно виконати два обчислення оптимальної функції, а на кожному наступному достатньо обчислювати одне значення (табл. 1). Довжина оптимізаційного інтервалу невизначеності після S обчислень значень цільової функції $f(x)$ складе:

$$l_{\text{опт}} = 0,62^{S-1} \cdot (b_0 - a_0), \quad (4)$$

де S – рівень симетрії золотого перетину;

b_0 та a_0 – кінцеві точки експериментального відрізка.

Таблиця 1

Робота оптимізаційної процедури за методом золотого перетину

Рівень симетрії золотого перетину	Розташування оптимального рішення у золотій пропорції			
	$f(y_0) < f(z_0)$		$f(y_0) \geq f(z_0)$	
I	0,62 ($b_0 - a_0$)	0,38 ($b_0 - a_0$)	0,38 ($b_0 - a_0$)	0,62 ($b_0 - a_0$)
II	0,38 ($b_1 - a_1$)	0,24 ($b_1 - a_1$)	0,24 ($b_1 - a_1$)	0,38 ($b_1 - a_1$)
III	0,24 ($b_2 - a_2$)	0,14 ($b_2 - a_2$)	0,14 ($b_2 - a_2$)	0,24 ($b_2 - a_2$)

Принцип золотого перетину можливо і доцільно використовувати в якості фактора управління організаційно-економічним потенціалом підприємства. Призначення складних досліджень і перетворень приведення їх до несподівано або очікувано простого висновку, відкрити природні закони співвідношення цілого і його частин, різноманіття рекурентних послідовностей, сутнісно-тотожних відносин, моделі інверсії, що дозволяє зробити гармоніка, або теорія гармонії, за якою майбутнє [3].

Гармонійна виробнича система являє собою комплекс взаємозв'язаних за правилом золотой пропорції складових частин (підсистем). В основу управління та організації такої системи повинні бути закладені концепції гармонійного управління [3, 4].

Принцип золотого перетину можливо і доцільно використовувати в якості фактора управління організаційно-економічним потенціалом підприємства. Призначення складних досліджень і перетворень приведення їх до несподівано або очікувано простого висновку, відкрити природні закони співвідношення цілого і його частин, різноманіття рекурентних послідовностей, сутнісно-тотожних відносин, моделі інверсії, що дозволяє зробити гармоніка, або теорія гармонії, за якою майбутнє [3, 4].

Гармонійна виробнича система являє собою комплекс взаємозв'язаних за правилом золотой пропорції складових частин (підсистем). В основу управління та організації такої системи повинні бути закладені концепції гармонійного управління.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Наведене дослідження показало, що будівельні виробничі системи проходять в процесі свого розвитку оптимізаційну платформу і набувають нової прогресивної якості. При реалізації своїх функцій флуктуації системи визначають рівень її організації, яка відповідає гармонійному (стійкому) розвитку.

Використання «золотой пропорції» в управлінні будівельним виробництвом у поєднанні з інформаційними технологіями сприяє еволюції і розвитку структурного різноманіття виробничих систем у мінливому середовищі.

Подальша реалізація дослідження підводить до наукового формування алгоритмічного забезпечення процесів організації та управління будівництва із застосуванням метаевристичних методів, що дасть змогу вирішувати практичні завдання оптимального керування нелінійними динамічними виробничими системами будівництва.

Список літератури:

1. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. пер. с англ. Москва: Мир, 1985. 509 с.
2. Иванус А.И. Код да Винчи в бизнесе или гармоничный менеджмент по Фибоначчи. Москва: ЛЕНАНД, 2005. 104 с.
3. Igna Arutiunian, Maryna Poltavets, Maryna Achacha, Olena Bondar, Fedir Pavlov, Oleksandr Gerasymenko, Tetiana Kulinich. Effective Concepts of Harmonious Management of Production Systems. *International Journal of Computer Science and Network Security*. Vol. 21 No. 3. March 2021. pp. 141-144. URL: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2021.21.3.19>
4. Павлов И.Д., Павлов Ф.И., Каплуновская М.А. Определение уровня гармоничного менеджмента в строительном производстве. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Днепр: ПДАБА, 2009. №4. С. 43-50.
5. Пантелеев А.В., Скавинская Д.В., Алешина Е.А. Метаэвристические алгоритмы поиска оптимального программного управления. Москва: ИНФРА-М, 2016. 430 с.
6. Щербина А.О. Метаэвристические алгоритмы для задач комбинаторной оптимизации. *Таврійський вісник інформатики та математики*. №1 (24), 2014. С. 56-72.
7. Storn, R. & Price K. (1997). "Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for global Optimization over Continuous Spaces." *Journal of Global Optimization* 11(4): 341 -359.
8. Xin-She Yang. Metaheuristic Optimization. *Scholarpedia*, 6(8):11472. (2011), doi:[10.4249/scholarpedia.11472](https://doi.org/10.4249/scholarpedia.11472)

References

1. Gill, Ph.E., Murray, W. & Wright, M.H. (1985). *Practicheskaya optimizatsiya* [Practical optimization]. (V. Yu. Lebedeva, Trans.). Moskva: Mir.
2. Ivanus A.I. (2005) *Kod da Vinchi v biznese ili garmonichniy menedgment po Fibonachchi* [The Da Vinci Code in Business or Fibonacci Harmonious Management]. Moskva: Lenand.
3. Arutiunian, I., Poltavets, M., Achacha, M., Bondar, O., Pavlov, F.I., Gerasymenko, O. & Kulinich, T. (2021). Effective Concepts of Harmonious Management of Production Systems. *International Journal of Computer Science and Network Security*. Vol. 21 No. 3. Pp. 141-144. URL: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2021.21.3.19>
4. Pavlov, I.D., Pavlov, F.I. & Kaplunovskaya, M.A. (2009). Opredeleniye urovnja garmonichnogo menedgmenta v stroitelnom proizvodstve. *Visnik Pridniprovskoi derzhavnoi akademii budivnitstva ta arhitecturi*. No. 4. Pp. 43-50.
5. Panteleev, A.V., Skavinskaya, D.V. & Aleshina, E.A. (2016). Metaevristicheskiye algoritmi poiska optimalnogo programnogo upravleniya [Metaheuristic algorithms for finding optimal program control]. Moskva: Infra-M.
6. Scherbina A.O. (2014) Metaevristicheskiye algoritmi dlya zadach kombinatornoj optimizatsii [Metaheuristic algorithms for combinatorial optimization problems]. *Tavriyskiy visnik informatiki ta matematiki*. №1 (24). P. 56-72.

7. Storn, R. & Price K. (1997). "Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for global Optimization over Continuous Spaces." *Journal of Global Optimization* 11(4): 341 -359.

8. Xin-She Yang. (2011) Metaheuristic Optimization. *Scholarpedia*, 6(8):11472. doi:10.4249/scholarpedia.11472.

М.А. Полтавец, И.А. Арутюнян

Метапрактическое направление оптимизации производственных процессов в строительном производстве

Научная статья раскрывает проблему поиска инновационных подходов в решении оптимизационных задач строительного производства. Рассмотрены перспективные тенденции гармоничных возможностей при оптимизации производственных систем строительства. Обоснована актуальность вопроса поиска рациональных решений в многомерном пространстве альтернатив и эффективного соотношения функциональных подсистем производства в среде взаимного влияния. Раскрыты основные закономерности работы метаэвристической оптимизации золотого сечения, его соотношение, уровни, факторы влияния. Рассмотренная схема поиска оптимального решения на основе гармоничной пропорции геометрического разделения отрезке. Обоснованы пути применения принципов гармоничного менеджмента в управлении строительными производственными системами в направлении устойчивого и логического развития. Приведенное исследование показало, что строительные производственные системы проходят в процессе своего развития оптимизационные платформу и приобретают новое прогрессивное качество. При реализации своих функций флуктуации системы определяют уровень ее организации, которая отвечает гармоничному (устойчивому) развитию. Использование «золотой пропорции» в управлении строительным производством в сочетании с информационными технологиями способствует эволюции и развитию структурного многообразия производственных систем в изменяющейся среде. Результаты исследования позволили раскрыть гармонизационный подход в совершенствовании взаимодействия структурных элементов производства и ускорении их функциональной чувствительности к изменениям окружения. Гармоничная производственная система эффективнее осуществляет адаптацию к разнонаправленности интересов, целей и действий на всех уровнях управления различными подсистемами в любых условиях. Перспектива исследования подводит к научному формированию алгоритмического обеспечения процессов организации и управления строительства с применением метаэвристических методов, что позволит решать практические задачи оптимального управления нелинейными динамическими производственными системами строительства.

Ключевые слова: строительство, управление, организация, система, производство, оптимизация, сечение, уровень, гармония, возможность.

M.O. Poltavets, I.A. Arutiunian

Metapractical direction of optimization of production processes in construction industry

The scientific article reveals the problem of finding innovative approaches in solving the optimization problems of construction production. The perspective

tendencies of harmonious possibilities in the optimization of production systems of construction are considered. The urgency of the issue of finding rational solutions in the multidimensional space of alternatives and the effective correlation of functional production subsystems in an environment of mutual influence has been substantiated. The main regularities of the work of metauristic optimization of the golden section, its ratio, levels, factors of influence are revealed. The considered scheme for finding the optimal solution based on the harmonious proportion of the geometric division of the segment. The ways of applying the principles of harmonious management in the management of building production systems in the direction of sustainable and logical development have been substantiated. The above study has shown that building production systems undergo an optimization platform in the process of their development and acquire a new progressive quality. When realizing its functions, fluctuations of the system determine the level of its organization, which corresponds to harmonious (sustainable) development. The use of the "golden proportion" in the management of construction production in combination with information technology contributes to the evolution and development of the structural diversity of production systems in a changing environment. The results of the study made it possible to reveal a harmonization approach in improving the interaction of the structural elements of production and accelerating their functional sensitivity to changes in the environment. A harmonious production system more effectively adapts to the multidirectional interests, goals and actions at all levels of management of various subsystems in any conditions. The prospect of the research leads to the scientific formation of algorithmic support for the processes of organizing and managing construction using metauristic methods, which will allow solving practical problems of optimal control of nonlinear dynamic production systems of construction.

Keywords: *construction, management, organization, system, production, optimization, section, level, harmony, opportunity.*

Посилання на статтю

APA: Poltavets, M.O. & Arutiunian, I.A. (2021). Metapragmatical direction of optimization of production processes in construction industry. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 48 (1), 13-19.

ДСТУ: Полтавець М.О. Метапрактичний напрям оптимізації виробничих процесів в будівельному виробництві [Текст] / М.О. Полтавець, І.А. Арутюнян // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2021. – № 48 (1). – С. 13-19.