

УДК 338.02:69.003:004.89
UDC 338.02:69.003:004.89

DOI:10.33744/0365-8171-2024-115.1-174-182

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЧИННИКІВ ФОРМУВАННЯ ТА
ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ БУДІВЕЛЬНИХ
ПІДПРИЄМСТВ**

**ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF THE FACTORS OF FORMATION
AND USE OF THE INTELLECTUAL ECONOMIC SYSTEM OF CONSTRUCTION
ENTERPRISES**



Гой Василь Васильович, кандидат економічних наук, докторант кафедри економіки та маркетингу, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків, Україна. e-mail: vasssgoi@gmail.com, тел. +38099-033-30-22,

<https://orcid.org/0000-0003-1822-4478>

Анотація: доведена актуальність теми щодо економіко-математичного моделювання чинників формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств. Запропоновано визначення інтелектуальної економічної системи як сукупності економічних, геопросторових, безпекових, соціальних компонентів, що розробляються шляхом застосування сучасних математичних методів і моделей, штучного інтелекту, інформаційно-аналітичного забезпечення та інструментарію й формують основу для прийняття управлінських рішень у контексті розвитку будівельних підприємств.

У результаті оцінки визначено посередній рівень інтегрального показника формування та використання інтелектуальної економічної системи на всіх будівельних підприємств. Це свідчить про посередні можливості щодо формування та використання інтелектуальної економічної системи, враховуючи економічні, геопросторові, безпекові, соціальні аспекти діяльності будівельних підприємств. Поряд з цим, для формування й реалізації інтелектуальної економічної системи виникає необхідність розробки відповідних науково обґрунтованих рекомендацій шляхом застосування інструментарію економіко-математичного моделювання для прогнозування змін інтегрального показника та його впливу на узагальнюючий чинник розвитку будівельних підприємств.

Розроблено науково-методичний підхід до визначення впливу чинників формування та використання інтелектуальної економічної системи на інтегральний показник на основі економіко-математичного моделювання, що дозволяє прогнозувати зміни узагальнюючого критерію для створення підґрунтя щодо розробки відповідних науково обґрунтованих рекомендацій.

За результатами числового експерименту економіко-математичного моделювання отримано висновок про те, що високий кореляційний зв'язок спостерігається між інтегральним показником

формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств й економічними і безпековими факторними ознаками. Побудовані для цих факторних ознак регресійні моделі є значущими та адекватними.

Ключові слова: будівельні підприємства, інтелектуальна економічна система, економіко-математичне моделювання, кореляційно-регресійний аналіз, прогнозування, розвиток, економічні, геопросторові, безпекові, соціальні чинники.

Вступ. Сучасні умови господарювання, накопичення негативних явищ, гальмування тенденцій основних показників функціонування підприємств, наслідки агресії РФ потребують переосмислення підходів до забезпечення їх розвитку. Представлені процеси проявляються на підприємствах будівельної сфери, які намагаються протидіяти кризовим явищам. Поряд з цим, формування та використання сучасних інтелектуальних економічних систем, враховуючи вплив економічних, геопросторових, соціальних і безпекових чинників із застосуванням інструментарію штучного інтелекту. Крім того, для створення кількісної основи щодо розробки та впровадження інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств застосовується економіко-математичне моделювання, як сучасний інструментарій встановлення причинно-наслідкових зв'язків.

Метою дослідження є встановлення причинно-наслідкових зв'язків між чинниками формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств методами економіко-математичного моделювання.

У цьому контексті вирішуються наступні завдання: визначення чинників формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств; реалізація економіко-математичного моделювання чинників формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств.

Отже, тема дослідження є актуальною і має важливого значення для розвитку будівельних підприємств.

В існуючих теоретичних положеннях відсутні єдині підходи до визначення інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств. Зокрема на функціональних аспектах та напрямках формування й реалізації інтелектуальних економічних системах зосереджують увагу [1–2]. На структурних компонентах системи фокусується увага у [3–5].

Для розвитку представлених систем формуються напрями реалізації інтелектуальної економіки та інтелектуальної компанії, де особливого значення має інформація [6]. Проблеми формування та використання інтелектуальних систем в економічних системах вирішуються у розробках [7–9].

Застосування інтелектуальних економічних систем призводять до трансформацій та формуванню нової парадигми розвитку, де застосовуються сучасний інструментарій й формуються «нові» економічні відносини [10–11]. У рамках визначених інтелектуальних системах виокремлюються чинники інтелектуального й людського капіталів [12]. Обґрунтовані потенційні можливості розробки та застосування інтелектуальних економічних систем [13].

Для розробки інтелектуальної економічної системи характеризуються інноваційні процеси, враховуючи особливості впливу інтелектуальних чинників.

Визначені фактори, що гальмують забезпечення інтелектуальної безпеки підприємства:

– відсутність дієвих організаційно-правових та економічних механізмів, спрямованих на захист об'єктів інтелектуальної власності та продуктів інтелектуальної діяльності;

– нестача стимулів до підвищення престижності розумової праці та зацікавленості носіїв інтелекту у плідній праці; недовістю організаційно-економічних заходів із питань відтворення інтелектуального потенціалу держави та його поступового зростання;

– висока ймовірність виникнення інтелектуальної кризи внаслідок критичного відставання України від провідних країн світу щодо залучення приватного бізнесу у фінансування науки, певною девальвацією морально-духовних цінностей і відсутністю пропагування високоморальних принципів та утвердження культурно-духовних й інтелектуальних цінностей у суспільстві [14, с. 137].

Узагальнюючи вищенаведене, запропоновано визначення інтелектуальної економічної системи як сукупності економічних, геопросторових, безпекових, соціальних компонентів, що розробляються шляхом застосування сучасних математичних методів і моделей, штучного інтелекту, інформаційно-аналітичного забезпечення та інструментарію й формують основу для прийняття управлінських рішень у контексті розвитку будівельних підприємств.

Поряд з цим, встановлено значне коло застосування економічних інформаційних систем, проте вони вирішують лише окремі питання функціонування суб'єктів. Відсутні комплексні економічні системи управління всіма видами ресурсів, автоматизація процесів їх формування та використання, враховуючи сучасний інструментарій штучного інтелекту, просторові аспекти діяльності суб'єктів господарювання, що особливо актуально у будівельній сфері. Тому, розробка запропонованої інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств вирішить актуальні питання, спрямованих на їх розвиток, застосовуючи сучасний інформаційний, аналітичний, економічний, геопросторовий, безпековий інструментарій та інструментарій штучного інтелекту.

Для побудови інтелектуальних економічних систем будівельних підприємств формується кількісна основа шляхом застосування економіко-математичного моделювання.

Виклад основного матеріалу. Для проведення економіко-математичного моделювання виокремлені чинники формування та застосування інтелектуальних економічних систем будівельних підприємств: економічні, геопросторові, безпекові, соціальні. Крім того, запропоновано теоретико-методологічний підхід до оцінки формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств, який включає сукупність взаємопов'язаних етапів:

– формування інформаційно-аналітичного забезпечення чинників формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств;

– виокремлення чинників формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств;

– побудова діагностично-аналітичної системи чинників;

– оцінка вагових коефіцієнтів на основі компетентностей експертів;

– визначення локальних чинників формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств;

– побудова моделей оцінки системних чинників;

– оцінка системних чинників формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств;

– побудова моделей оцінки узагальнюючих чинників;

– оцінка узагальнюючих чинників формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств;

– розробка моделі інтегрального чинника;

- визначення вагових коефіцієнтів шляхом застосування методу аналізу ієрархій;
- оцінка інтегрального чинника формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств;
- інтерпретація отриманих результатів.

Результати оцінки інтегрального показника формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Результати оцінки інтегрального показника формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств, відн. од. (розроблено автором)

Table 1 – The results of the assessment of the integral indicator of the formation and use of the intellectual economic system of construction enterprises, resp. unit (developed by the author)

Будівельне підприємство	Значення інтегрального показника
АТ «ХК «Київміськбуд»	5,725
ПрАТ «Житомирбуд»	5,251
ТОВ «Інтеграл-Буд»	4,764
ПАТ «Прикарпатбуд»	5,488
АТ «Трест Житлобуд-1»	5,638
АТ «КДБК»	5,195
ТОВ Будівельна компанія «Міськжитлобуд»	4,542
ТОВ «Житлобуд-2»	4,945

Економіко-математичне моделювання впливу чинників на інтегральний показник формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств здійснюється на основі результатів їх оцінки та наступними напрямками:

- побудова інформаційно-аналітичного забезпечення економіко-математичного моделювання;
- визначення коефіцієнтів кореляції та детермінації, що визначають вплив локальних чинників на інтегральний показник формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств;
- оцінка рівня значущості та достовірності встановлених зв'язків між локальними чинниками та інтегральним показником формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств на основі відповідних критеріїв;
- побудова економіко-математичних моделей залежності між системними чинниками та інтегральним чинником формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств;
- інтерпретація отриманих результатів.

Кореляційно-регресійний аналіз проведено для всіх сукупностей факторних та результативної ознаки. Результати числового експерименту представлені в табл. 2 – 5.

Таким чином, побудовані економіко-математичні моделі залежності між узагальнюючими чинниками та інтегральним показником формування й використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств:

$$I_K = 0,698xK_1 + 2,015, \quad (1)$$

$$I_K = -0,057xK_2 + 5,545, \quad (2)$$

$$I_K = 0,581xK_3 + 1,759, \quad (3)$$

$$I_K = 0,127xK_4 + 4,394. \quad (4)$$

Таблиця 2 – Результати кореляційно-регресійного аналізу узагальнюючого економічного чинника формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств, відн. од. (розроблено автором)

Table 2 – Results of the correlation-regression analysis of the generalizing economic factor of the formation and use of the intellectual economic system of construction enterprises, resp. unit (developed by the author)

Параметри моделі	Значення
Коефіцієнт кореляції	0,974
Коефіцієнт детермінації	0,949
Розрахункове значення t -критерія $t_{розр}$	10,565
Табличне значення t -критерія $t_{табл}$	2,447
Табличне значення стандарт. норм. распр	1,96
Значення перетворення Фішера	2,168
Розрахункове значення критерія Фішера $F_{розр}$	111,617
Табличне значення критерія Фішера $F_{табл}$	5,318
Параметр рівняння регресії a	2,015
Параметр рівняння регресії b	0,698

Таблиця 3 – Результати кореляційно-регресійного аналізу узагальнюючого геопросторового чинника формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств, відн. од. (розроблено автором)

Table 3 – Results of the correlation-regression analysis of the generalizing geospatial factor of formation and use of the intellectual economic system of construction enterprises, resp. unit (developed by the author)

Параметри моделі	Значення
Коефіцієнт кореляції	0,061
Коефіцієнт детермінації	0,004
Розрахункове значення t -критерія $t_{розр}$	0,151
Табличне значення t -критерія $t_{табл}$	2,447
Табличне значення стандарт. норм. распр	1,96
Значення перетворення Фішера	0,061
Розрахункове значення критерія Фішера $F_{розр}$	0,023
Табличне значення критерія Фішера $F_{табл}$	5,318
Параметр рівняння регресії a	5,545
Параметр рівняння регресії b	-0,057

Таблиця 4 – Результати кореляційно-регресійного аналізу узагальнюючого безпекового чинника формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств, відн. од. (розроблено автором)

Table 4 – Results of the correlation-regression analysis of the generalizing safety factor of the formation and use of the intellectual economic system of construction enterprises, resp. unit (developed by the author)

Параметри моделі	Значення
Коефіцієнт кореляції	0,754
Коефіцієнт детермінації	0,569
Розрахункове значення t -критерія $t_{розр}$	2,816
Табличне значення t -критерія $t_{табл}$	2,447
Табличне значення стандарт. норм. распр	1,96
Значення перетворення Фішера	0,983
Розрахункове значення критерія Фішера $F_{розр}$	7,927
Табличне значення критерія Фішера $F_{табл}$	5,318
Параметр рівняння регресії a	1,759
Параметр рівняння регресії b	0,581

Таблиця 5 – Результати кореляційно-регресійного аналізу узагальнюючого соціального показника формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств, відн. од. (розроблено автором)

Table 5 – Results of the correlation-regression analysis of the generalizing social indicator of the formation and use of the intellectual economic system of construction enterprises, resp. unit (developed by the author)

Параметри моделі	Значення
Коефіцієнт кореляції	0,041
Коефіцієнт детермінації	0,002
Розрахункове значення t -критерія $t_{розр}$	0,1
Табличне значення t -критерія $t_{табл}$	2,447
Табличне значення стандарт. норм. распр	1,96
Значення перетворення Фішера	0,041
Розрахункове значення критерія Фішера $F_{розр}$	0,01
Табличне значення критерія Фішера $F_{табл}$	5,318
Параметр рівняння регресії a	4,394
Параметр рівняння регресії b	0,127

Висновки. Отже, у результаті оцінки визначено посередній рівень інтегрального показника формування та використання інтелектуальної економічної системи на всіх будівельних підприємств. Це свідчить про посередні можливості щодо формування та використання інтелектуальної економічної системи, враховуючи економічні, геопросторові, безпекові, соціальні аспекти діяльності будівельних підприємств. Поряд з цим, для формування й реалізації інтелектуальної економічної системи виникає необхідність розробки відповідних науково обґрунтованих рекомендацій шляхом застосування інструментарію економіко-математичного моделювання для прогнозування змін інтегрального показника та його впливу на узагальнюючий чинник розвитку будівельних підприємств.

Таким чином, розроблено науково-методичний підхід до визначення впливу чинників формування та використання інтелектуальної економічної системи на інтегральний показник на основі

економіко-математичного моделювання, що дозволяє прогнозувати зміни узагальнюючого критерію для створення підґрунтя щодо розробки відповідних науково обґрунтованих рекомендацій.

За результатами числового експерименту економіко-математичного моделювання отримано висновок про те, що високий кореляційний зв'язок спостерігається між інтегральним показником формування та використання інтелектуальної економічної системи будівельних підприємств й економічними і безпековими факторними ознаками. Побудовані для цих факторних ознак регресійні моделі є значущими та адекватними. Низькі значення коефіцієнтів кореляції та детермінації у економіко-математичних моделях впливу геопросторових і соціальних чинників на інтегральний показник формування та використання інтелектуальної економічної системи свідчать про недостатній рівень застосування геоінформаційних систем у діяльності будівельних підприємств. Крім того, на будівельних підприємствах не реалізується політика соціального захисту, не застосовується інструментарій соціального забезпечення, що негативно впливає на розвиток людського капіталу та віддзеркалює сучасні неоднозначні умови та можливості будівельних підприємств. Економіко-математичні моделі свідчать про сформовані умови для розробки й впровадження інтелектуальної економічної системи на будівельних підприємствах. Поряд з цим, застосування геопросторового забезпечення визначається проблемними аспектами, що пов'язано із технічними, технологічними проблемами та наявністю відповідних спеціалістів на будівельних підприємствах.

На основі розробленого науково-методичного підходу, запропоновано методичний підхід до прогнозування інтегрального показника розвитку будівельних підприємств з урахуванням зміни інтегрального чинника формування та використання інтелектуального економічного чинника на основі застосування розробленої економіко-математичної моделі, що враховує економічні, геопросторові, безпекові, соціальні параметри та дозволяє запропонувати заходи щодо розвитку будівельних підприємств.

Перелік посилань

1. Інтелектуальні системи. URL: <https://zp.edu.ua/intelektualni-systemy>.
2. Нестеренко О.В., Ковтунець О.В., Фаловський О.О. Інтелектуальні системи і технології. Ввідний курс: Навч. Посібник. К.: Національна академія управління, 2017. 90 с.
3. Краснополюсовський А. С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань. Суми: Видавництво СумДУ, 2004. 261 с.
4. Глібовець М.М, Олецький О.В. Штучний інтелект: Підруч. для студ. вищ. навч. закладів. Київ: Видавничий дім «КМ Академія», 2002. 336 с.
5. Runke H., Kandel A. Hybrid Methods in Pattern Recognition. Verlag Shpringer. 2002. 336 p.
6. Stewart T. Brainpower. Fortune Magazine. 1999. June 3. № 58. URL: https://money.cnn.com/magazines/fortune/fortune_archive/1991/06/03/75096/.
7. Вовканич С., Семів Л. Людський та інтелектуальний капітал в економіці знань. Вісник НАН України. 2008. № 3. С. 19.
8. Ситник Й. Вплив інтелектуалізації на процес менеджменту інноваційних підприємств. Вісник національного університету «Львівська політехніка». 2012. № 725(63). С. 372–378.
9. Hudson W. J. Intellectual Capital: how to build it, enhance it, use it. Toronto: John Wiley&Sons Ins., 1993. P. 16.
10. Чухно А., Юхименко П., Леоненко П. Сучасні економічні теорії: підручник. Київ: Знання, 2007. 878 с.
11. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum. Switzerland. URL: https://law.unimelb.edu.au/_data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf.
12. Пожув В.І. Інтелектуальний капітал як стратегічний потенціал організації. Гуманітарний вісник ЗДІА. 2009. Вип. 37. С. 22–29.

13. Чернявський А.Д. Методологічні підходи до створення організаційних форм управління. Економіка та держава. 2006. № 8. С. 23–25.

14. Петренко В.О., Рудченко О.В., Берковський Є.О. Проблеми формування системи інтелектуальної безпеки підприємства. Юридичний науковий електронний журнал. 2019. № 6. С. 134–138.

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF THE FACTORS OF FORMATION AND USE OF THE INTELLECTUAL ECONOMIC SYSTEM OF CONSTRUCTION ENTERPRISES

Vasyl Goi, PhD (Candidate of Economic Science), Doctoral Candidate at the Department of Economics and Marketing, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine, e-mail: vasssgoi@gmail.com, tel.+38099-033-30-22, <https://orcid.org/0000-0003-1822-4478>.

Summary. The topicality of the topic of economic-mathematical modeling of the factors of formation and use of the intellectual economic system of construction enterprises is proven. The definition of an intelligent economic system is proposed as a set of economic, geospatial, security, and social components that are developed by applying modern mathematical methods and models, artificial intelligence, information and analytical support and tools and form the basis for making management decisions in the context of the development of construction enterprises.

As a result of the evaluation, the average level of the integral indicator of the formation and use of the intelligent economic system at all construction enterprises was determined. This indicates mediocre opportunities for the formation and use of an intelligent economic system, taking into account the economic, geospatial, security, and social aspects of construction enterprises. Along with this, for the formation and implementation of an intellectual economic system, there is a need to develop relevant scientifically based recommendations by applying the tools of economic and mathematical modeling to forecast changes in the integral indicator and its impact on the generalizing factor of the development of construction enterprises. A scientific-methodical approach to determining the influence of the factors of the formation and use of the intellectual economic system on the integral indicator based on economic-mathematical modeling has been developed, which allows predicting changes in the generalizing criterion to create a basis for the development of relevant scientifically based recommendations.

Based on the results of the numerical experiment of economic and mathematical modeling, it was concluded that a high correlation is observed between the integral indicator of the formation and use of the intelligent economic system of construction enterprises and economic and safety factors. The regression models built for these factor characteristics are significant and adequate.

Keywords: construction enterprises, intelligent economic system, economic-mathematical modeling, correlation-regression analysis, forecasting, development, economic, geospatial, security, social factors.

References

1. Intelligent systems. Access from the Internet: <https://zp.edu.ua/intelektualni-systemy>. [in Ukrainian].
2. Nesterenko O. V., Kovtunets O. V., Falovskyi O. O. (2017) Intellectual systems and technologies. Introductory course: Education. Manual. K.: National Academy of Management, 90. [in Ukrainian].
3. Krasnopoyasovsky A. S. (2004) Information synthesis of intelligent control systems: An approach based on the method of functional and statistical tests. Sumy: Publishing House of Sumy State University, 26. [in Ukrainian].
4. Hlibovets M.M., Oletskyi O.V. (2002) Artificial intelligence: Tutorial. for students higher education institutions Kyiv: KM Academy Publishing House, 336. [in Ukrainian].
5. Runke H., Kandel A. (2002) Hibrid Methods in Pattern Recognition. Verlag Shpringer, 336.
6. Stewart T. (1999) Brainpower. Fortune Magazine, 58. Access from the Internet: https://money.cnn.com/magazines/fortune/fortune_archive/1991/06/03/75096/.

7. Vovkanych S., Semiv L. (2008) Human and intellectual capital in the knowledge economy. Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine. 3, 19. [in Ukrainian].
8. Sytnyk Y. (2012) The influence of intellectualization on the management process of innovative enterprises. Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. 725(63), 372–378. [in Ukrainian].
9. Hudson W. J. (1993) Intellectual Capital: how to build it, enhance it, use it. Toronto: John Wiley&Sons Ins., 16.
10. Chuhno A., Yukhymenko P., Leonenko P. (2007) Modern economic theories: a textbook. Kyiv: Znannia, 878. [in Ukrainian].
11. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum. Switzerland. Access from the Internet: https://law.unimelb.edu.au/_data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf.
12. Pozhev V. I. (2009) Intellectual capital as a strategic potential of the organization. Humanitarian Bulletin ZDIA. 37, 22–29. [in Ukrainian].
13. Chernyavskiy A. D. (2006) Methodological approaches to the creation of organizational forms of management. Economy and the state. 8, 23–25. [in Ukrainian].
14. Petrenko V.O., Rudchenko O.V., Berkovsky E.O. (2019) Problems of forming the intellectual security system of the enterprise. Legal scientific electronic journal. 6, 134–138. [in Ukrainian].

Дата надходження до редакції 03.02.2024