



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.3.22>

УДК 334.02

О. В. Роженко,

к. е. н., доцент, науковий співробітник кафедри економіки,

Клайпедський університет, Литва

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-9358-5436>

Т. М. Берідзе,

д. е. н., професор, професор кафедри електрична інженерія,

Криворізький національний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2509-3242>

А. В. Бугра,

к. пед. н., доцент, доцент кафедри вищої математики,

Криворізький національний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3978-3404>

О. О. Бондаренко,

к. ек. н., доцент кафедри економіки, менеджменту і туристичного бізнесу,

Міжрегіональна академія управління персоналом

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0387-3486>

ЗАСАДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙ В ПРОМИСЛОВОСТІ - УМОВИ ФОРМУВАННЯ

O. Rozhenko,

PhD in Economics, Associate Professor,

Researcher of the Economic Department, Klaipeda University

T. Beridze,

Doctor of Economic Sciences, Professor; Professor of the Department of

Electrical Engineering, Kryvyi Rih National University

A. Buhra,

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the

Department of Higher Mathematics, Kryvyi Rih National University

O. Bondarenko,

PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economics,

Management and Tourism Business,

Interregional Academy of Personnel Management

PRINCIPLES OF MATHEMATICAL MODELING OF INNOVATIONS IN INDUSTRY - CONDITIONS OF FORMATION

У статті досліджено змістовність підходів до моделювання інноваційних процесів на підприємстві. Без відповідних підходів неможливо забезпечити конкурентоспроможність підприємств національної економіки. Впровадження інновацій в промисловість має бути не випадковим, а повинно базуватись на науковому підході. Основу наукового підходу в сучасних умовах складає системний аналіз, що ґрунтується на сучасних досягненнях математики. Інформаційні технології, які спираються на можливості сучасної обчислювальної техніки, дозволяють шляхом використання математичних методів ефективно шукати та знаходити інноваційні шляхи. На основі системного підходу шляхом залучення методів теорії ймовірностей проведено математичне моделювання інновацій з метою аналізу умов їх утворення. Інновація розглядається як випадкова подія, можливість появи якої визначається низкою подій. Такий підхід дає змогу скористатися формулою

повної ймовірності для побудови елементів математичної теорії умов утворення інновацій. Результатом застосування теорії, що розвивається, є обчислення можливості появи інновації при аналізованих умовах. Застосування теореми гіпотез (формули Байєса) дозволило оцінити апостеріорні можливості умов, при яких має місце інновація, що розглядається. Було показано, що такий підхід може бути реалізований на практиці, зокрема, при синтезі інновацій утворення підприємства по розробці родовища залізної руди. На конкретному матеріалі моделювання інноваційного процесу була показана ефективність застосування розвинутого підходу.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на чисельне оцінювання щодо можливостей формування умов інновацій, які спираються на статистичні методи.

Market relations, which have affected all branches of industry in Ukraine, put forward new requirements that should be based on innovative approaches. Without such approaches, it is impossible to successfully compete in the markets. The introduction of innovations into industry should not be random, but should be based on a scientific approach. The basis of the scientific approach in modern conditions is a systems analysis based on the latest achievements of mathematics. Information technologies, based on the capabilities of modern computing, allow using mathematical methods to effectively search for and find innovative ways. Based on a systems approach, mathematical modeling of innovations was carried out with the aim of analyzing the conditions of their occurrence by involving methods of probability theory. Innovation is considered as a random event, the possibility of which is determined by a series of events. This approach makes it possible to use the formula of total probability to construct elements of the mathematical theory of the conditions for the emergence of innovations. The result of applying the developing theory is the calculation of the possibility of the emergence of innovation under the analyzed conditions. The application of the hypothesis theorem (Bayes' formula) made it possible to estimate the posterior possibilities of the conditions under which the innovation under consideration takes place. It was shown that this approach can

be implemented in practice, in particular, in the synthesis of innovations of the emergence of an enterprise for the development of an iron ore deposit. The effectiveness of the developed approach was shown on the specific material of modeling the innovation process. Further research should be aimed at numerical assessment of the possibilities of forming conditions for innovations based on statistical methods.

Ключові слова: *інновації, ймовірність, моделювання, підприємство.*

Keywords: *innovation, probability, modeling, enterprise.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

В даний час приділяється велика увага інноваціям як одному із способів домогтися істотних якісних і кількісних змін у різних сферах людської діяльності. Інновації займають гідне місце в наукових концепціях, хоча цей процес ще далекий від завершення. Разом з тим залишається відкритим питання про умови, за яких можуть виникнути інновації. Зокрема, для створення середовища, в якому можуть з'явитися інноваційні продукти, однаково важливими є організаційні, технічні та політико-культурні аспекти побудови інноваційного підрозділу. Важливо також наголосити, що інновації частіше народжуються в умовах, коли організація не має достатньої кількості знань про новий продукт. Природно, що згадані вище аспекти повинні мати певні властивості, які дадуть можливість у відповідних умовах виникнути інновації.

У сучасному поданні інновації найдоцільніше досліджувати, звертаючись до інформаційно-кібернетичної парадигми, що дозволяє їх трактувати як загальноісторичний процес. Незважаючи на складність процесів, пов'язаних з інноваціями, виникає нагальна необхідність виділити те суттєве, що призводить до вибухоподібного їх розвитку. Одним із можливих і природних підходів до вирішення цієї проблеми є метод математичного моделювання, що дає

можливість шляхом застосування системного підходу та обчислювальних експериментів визначити сутність інноваційного процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні наукові дослідження в царині інноваційних підходів підтверджують актуальність проблематики. Привертає увагу наукові доробки Адамів М. Науковиця обґрунтовувала роль інновацій як одного з ключових рушійних сил економічного розвитку України в нових умовах. В дослідженнях наведені проблеми в інноваційній сфері України пов'язані, перш за все, з потребою держави в більш ефективній інноваційній політиці [1]. Автор Ткаченко П. дослідив теоретичні аспекти визначення та класифікації інноваційної діяльності підприємств та проаналізував законодавчу базу здійснення інноваційної діяльності в Україні. Ним описано та структуровано види інновацій. Показано значення у діяльності підприємства, визначено взаємозв'язок між видами інновацій та послідовністю їх впровадження у діяльність підприємства [2]. Науковці Раєвської О. В. та Су Р. розробили імітаційну модель «...економічної поведінки підприємства з урахуванням чутливості виду його економічної діяльності до кризових процесів...». Автори застосували системність в дослідженнях. Проведений всебічний аналіз діяльності підприємства став підґрунтям для побудови імітаційної моделі його функціонування. Науковцями була врахована чутливість економічної складової підприємства щодо можливих кризових ситуацій [3]. Наукові здобутки дослідників Попова О. О., Ковач В. О. присвячені моделюванню управлінських рішень на засадах ситуаційного аналізу. Особливостями запропонованих моделей є формування етапів з врахуванням відповідних параметрів щодо впливових факторів [4]. Автор Кравець Д. Д. пропонує застосування імітаційного моделювання для розрахунку економічних показників підприємства. Запропоновані моделі ураховують основні внутрішні й зовнішні фактори впливу на діяльність підприємства [5]. Логічно, що діяльність підприємства насамперед передбачає наявність управлінських процесів. Тому привертають увагу наукові публікації стосовно проблематики формування моделей щодо управління підприємством.

Більшою мірою вони спрямовані на дослідження бізнес-процесів. Так, Тур О. В., Матусевич А. С. опрацювали питання щодо побудови моделей бізнес-процесів та застосування при їх оцінюванні [6]. Відповідні наукові дослідження відображені в публікаціях Коненко В. В. та Коптевої Г. М. науковці запропонували своє бачення щодо методології моделювання бізнес-процесів та їх оцінювання [7, 8]. Сучасна цифровізація економіки передбачає формування нових підходів щодо моделювання бізнес-процесами. Автори Шматковська Т.О., Дзямулич М.І., Стащук О.В. докладно окреслили «...систематизацію особливостей процесу моделювання бізнес-процесів із застосуванням когнітивних технологій та штучного інтелекту...». Науковці з'ясували напрями розвитку бізнес-моделювання економічних систем [9]. Науковець Трегубов С. дослідив процеси управління інноваціями в сучасних мінливих умовах економічного середовища. Дослідник визначив напрями можливих покращень інноваційної в структурі економічної системи [10]. Науковці Берідзе Т.М., Лохман Н.В., Пасічник Н.В. всебічно дослідили інноваційно – інвестиційну діяльність підприємства, опрацювали засади моделювання відповідними процесами. Глибинним опрацюванням відрізняється наукове дослідження Чорноус Г.О. Розкрито всі аспекти діяльності підприємства.

Наукові доробки науковців системно та всебічно характеризують значущість формування засад економіко-математичного моделювання інновацій задля формування ефективних управлінських рішень, забезпечення конкурентоспроможності та розвитку підприємства. Це зумовлює необхідність подальшого розвитку та вдосконалення методів економіко-математичного моделювання в площині інноваційних процесів на підприємстві.

Формулювання цілей статті (постановка завдання) - дослідити та визначити умови формування інноваційних процесів на підприємства задля подальшого розвитку відповідних засад економіко-математичного моделювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз інновацій дозволяє дійти висновку, що для їх появи і реалізації необхідна наявність сукупності

певних умов. Характерно, що такі умови мають відповідати часово-просторовим вимогам. Вважається, що сукупність умов має створити якусь “критичну” масу, яка призведе надалі до “вибуху” у разі розвитку інноваційного процесу.

Аналіз особливостей інновацій вказує напрям відповідного математичного моделювання, що ґрунтується на сучасних математичних методах загалом та теорії ймовірностей окремо [12].

Позначимо інновацію символом I , а сукупність умов, у яких може виникнути інновація, як $U_k (k = 1, 2, \dots, N)$. При цьому умови U_k , згідно з теорією ймовірностей, можна трактувати як гіпотези. Це пов'язано з тим, що інновація I може статися лише одночасно з умовами U_k і, крім того, ці умови не можуть бути замінені на одну іншу, тобто є несумісними.

Якщо скористатися операціями складання та множення, прийнятими в теорії ймовірностей для подій, то згадані вище властивості умов, може бути записані так

$$U_1 + U_2 + \dots + U_N = D, U_i \cdot U_j = \bar{D}, (i \neq j), \quad (1)$$

де $D, \bar{D}$ – можливі та неможливі умови, відповідно.

Під можливою умовою розуміється така умова, яка завжди відбувається в аналізованій ситуації. У свою чергу, неможлива умова – це умова, яка ніколи не реалізується в цій ситуації.

Рівності (1) вказують на те, що для реалізації інновації необхідно розглянути всю можливу сукупність умов, за яких може виникнути інновація. Природно припустити, що для інновації можна запровадити поняття можливості інновації, тобто можливість її появи чи “впізнання”, що може бути записано як $V(I)$. При цьому ця можливість інновації аналогічна поняттю ймовірності. Справді, якщо інновація з'явилася, її можливість дорівнює одиниці, тобто

$$V(D) = 1. \quad (2)$$

Однак, якщо інновація відсутня, то можливість інновації дорівнює нулю

$$V(\bar{D}) = 0. \quad (3)$$

Очевидно, що можливість інновації змінюється від нуля до одиниці

$$0 \leq V(I) \leq 1. \quad (4)$$

Тоді, беручи до уваги зміст введених вище умов, можна скористатися для розрахунку можливості інновації відомою в теорії ймовірностей формулою повної ймовірності

$$V(I) = V(U_1) \cdot V(I/U_1) + V(U_2) \cdot V(I/U_2) + \dots + V(U_N) \cdot V(I/U_N), \quad (5)$$

де $V(I/U_k)$ – можливість інновації I при реалізації умови U_k .

Важливим є також і те, що введене поняття можливості інновації дозволяє вирішити обернене завдання, а саме визначити внесок умови U_k в реалізацію інновації I після того, як ця інновація відбулася. З цією метою можна скористатися формулою, яка аналогічна формулі Байєса в теорії ймовірностей. Тоді можливість умови U_k після реалізації інновації I знаходиться за формулою

$$V(U_k/I) = \frac{V(U_k) \cdot V(I/U_k)}{V(I)}. \quad (6)$$

Зокрема, згадані вище організаційні, технічні та політико-культурні аспекти побудови інноваційного підрозділу можна виділити як умови, за яких виникає інновація. Вочевидь, що це аспекти ставляться до таких умов утворення інновацій, які не можуть бути замінені одне на інше, тобто є несумісними.

Аналіз формули (5) показує, що можливості умов $V(U_k)$, ($k = 1, 2, \dots, N$) є наперед заданими, а параметрами, що варіюються, є умовні можливості інновації $V(I/U_k)$. Останнє пов'язано з тим, що шляхом обліку умов U_k , що склалися, можна підвищити умовні можливості інновації $V(I/U_k)$, а, отже, і величину можливості інновації, яка визначається формулою (5). Необхідно підкреслити, що, розглядаючи формулу (6) як функцію умовних можливостей інновації, можна зазначити, які з умовних можливостей інновації найбільше впливають на величину самої інновації.

Як приклад застосування результатів математичного моделювання інновацій доцільно розглянути таку інновацію, як діяльність підприємства по

розробці родовищ корисних копалин, зокрема родовищ залізної руди. Утворення таких підприємств було визначено сукупністю умов, що склалися, які дозволили їм ефективно функціонувати в даний момент часу і в даному місці. До технічних умов утворення підприємств по розробці родовищ залізної руди природно віднести: наявність родовищ залізної руди; потужності, що дозволить підприємству по розробці родовищ залізної руди вирішувати свої завдання, пов'язані як з обсягами руди, що добувається, так і з рівнем її якості. До організаційних умов утворення підприємств по розробці родовищ залізної руди доцільно віднести геологічні дослідження родовищ, які пов'язані з аналізом специфіки видобутку покладів руди з цих родовищ. І, нарешті, політико-культурні умови утворення підприємств по розробці родовищ залізної руди визначаються тим, що держава повинна забезпечити можливість щодо організації цієї розробки. Зокрема, це пов'язано із наявністю людських і економічних джерел, які б дозволили розробляти родовища залізної руди.

Дослідимо на засадах моделювання інновацій, утворення підприємств по розробці родовищ залізної руди.

Позначимо U_1, U_2, U_3 – сукупності технічних, організаційних та політико-культурних умов, що мають місце на момент утворення підприємства по розробці родовища залізної руди, відповідно.

Очевидно, ці умови не можуть бути замінені одна на одну, і за нашого способу розгляду утворюють повну групу умов.

Таким чином, можна записати [13]:

$$U_1 + U_2 + U_3 = D, U_1 \cdot U_2 = \bar{D}, U_1 \cdot U_3 = \bar{D}, U_2 \cdot U_3 = \bar{D}. \quad (7)$$

Тоді має місце рівність:

$$V(U_1) + V(U_2) + V(U_3) = 1, \quad (8)$$

де $V(U_1)$ – можливість інновації, пов'язаної з виконанням технічних умов,

$V(U_2)$ – можливість інновації, пов'язаної з виконанням організаційних умов,

$V(U_3)$ – можливість інновації, пов'язаної з виконанням політико-культурних умов.

Згідно формулі (5) можна записати:

$$V(I) = V(U_1) \cdot V(I/U_1) + V(U_2) \cdot V(I/U_2) + V(U_3) \cdot V(I/U_3). \quad (9)$$

Формула (9) визначає можливість реалізації такої інновації як утворення підприємств по розробці родовищ залізної руди, з урахуванням можливостей технічних, організаційних та політико-культурних умов. У свою чергу формула (6) визначає внесок можливостей технічних, організаційних та політико-культурних умов у реалізацію такої інновації як утворення підприємств по розробці родовищ залізної руди.

Розглянемо конкретний числовий випадок такої інновації як утворення підприємства по розробці родовища залізної руди.

Нехай відомо, що можливість технічних умов щодо побудови підприємства по розробці родовища залізної руди оцінюються величиною:

$$V(U_1) = 0.75. \quad (10)$$

В свою чергу, можливість організаційних умов формування підприємства по розробці родовища залізної руди оцінюються величиною

$$V(U_2) = 0.15. \quad (11)$$

І, нарешті, можливість політико-культурних умов формування підприємства по розробці родовища залізної руди оцінюються величиною

$$V(U_3) = 0.10. \quad (12)$$

Зрозуміло, що

$$V(U_1) + V(U_2) + V(U_3) = 1.$$

Крім того, умовні можливості інновації щодо формування підприємства по розробці родовища залізної руди визначаються такими величинами. Можливість інновації стосовно побудови підприємства по розробці родовища залізної руди при наявності технічних умов, тобто U_1 , визначається величиною

$$V(I/U_1) = 0.9. \quad (13)$$

Можливість інновації при наявності організаційних умов, тобто U_2 , визначається величиною

$$V(I/U_2) = 0.8. \quad (14)$$

І, нарешті, можливість інновації при наявності політико-культурних умов, тобто U_3 , визначається величиною

$$V(I/U_3) = 0.85. \quad (15)$$

Враховуючи (10),..., (15), по формулі (9), знаходимо шукану можливість інновації щодо побудови підприємства по розробці родовища залізної руди

$$V(I) = 0.75 \cdot 0.9 + 0.15 \cdot 0.8 + 0.1 \cdot 0.85 = 0.88. \quad (16)$$

Поняття можливості впровадження інновації на підприємстві по розробці родовища залізної руди дозволяє вирішити обернене завдання, а саме визначити внесок технічних, організаційних та політико-культурних умов в реалізацію інновації при формуванні підприємства по розробці родовища залізної руди після того, як ця інновація відбулася.

Для цього скористаємось формулою Байєса (6). Для наявності технічних умов, тобто U_1 , формула Байєса (6) приймає вигляд:

$$V(U_1/I) = \frac{V(U_1) \cdot V(I/U_1)}{V(I)}. \quad (17)$$

З урахуванням (10), (13) і (16) обчислення по формулі (17) дає результат

$$V(U_1/I) = \frac{0.75 \cdot 0.9}{0.88} = 0.767. \quad (18)$$

Для наявності організаційних умов, тобто U_2 , формула Байєса (6) приймає вигляд

$$V(U_2/I) = \frac{V(U_2) \cdot V(I/U_2)}{V(I)}. \quad (19)$$

З урахуванням (11), (14) і (16) обчислення по формулі (19) дає результат

$$V(U_2/I) = \frac{0.15 \cdot 0.8}{0.88} = 0.136. \quad (20)$$

Для наявності політико-культурних умов, тобто U_3 , формула Байєса (6) приймає вигляд

$$V(U_3/I) = \frac{V(U_3) \cdot V(I/U_3)}{V(I)}. \quad (21)$$

З урахуванням (12), (15) і (16) обчислення по формулі (21) дає результат

$$V(U_3/I) = \frac{0.1 \cdot 0.85}{0.88} = 0.097. \quad (22)$$

Таким чином, застосування методів теорії ймовірностей, а саме, теореми повної ймовірності, дозволило обчислити можливість інновації утворення підприємства по розробці родовища залізної руди в залежності від ймовірностей технічних, організаційних та політико-культурних умов, яка визначалась формулою (16). Крім цього, вдалося, користуючись теоремою гіпотез у вигляді формули Байєса, знайти апостеріорні можливості гіпотез технічних, організаційних та політико-культурних умов після того, як відбувся інноваційний процес щодо утворення підприємства по розробці родовища залізної руди, які визначилися формулами (18), (20) і (22). Більш того, найбільша апостеріорна можливість була визначена для наявності технічних умов, і склала величину, визначену формулою (18), що вказує на важливість наявності технічних умов при побудові підприємства по розробці родовища залізної руди.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.

Відомо, що поняття інновації можна ототожнювати з поняттям нових можливостей стосовно ефективності діяльності підприємства. Разом з тим, аналіз інновацій показує, що їхня постання носить, як правило, випадковий характер. Водночас постає питання щодо можливості формулювання умов утворення інновацій. Аналіз показує, що основою для вирішення цього питання можуть бути використані досягнення математики в парадигмі системного аналізу. У найпростішому підході були використані елементи сучасної теорії ймовірностей, зокрема, формули повної ймовірності та теорема гіпотез (формули Байєса). Це дозволило синтезувати математичну модель умов утворення інновацій. Було показано, що такий підхід може бути реалізований на практиці, зокрема, при синтезі інновацій стосовно формування підприємства по розробці родовища залізної руди. На конкретному матеріалі моделювання інноваційного процесу була показана ефективність застосування розвинутого підходу.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на чисельне оцінювання щодо можливостей формування умов інновацій, які мають спиратися на статистичні методи.

Література

1. Адамів, М (2023). Інновації як ключова рушійна сила економічного розвитку України в нових умовах. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: Економіка та менеджмент*, (10). <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-10-03-05>
2. Ткаченко, П. (2021). Теоретичне підґрунтя інноваційної діяльності підприємств. *Підприємництво та інновації*, (19), 40-45. <https://doi.org/10.37320/2415-3583/19.6>
3. Раєвська О. В., Су Р. (2024). Імітаційна модель поведінки підприємства з урахуванням чутливості до кризових макроекономічних процесів. *Проблеми економіки* 3 (61), 300-307. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-3-300-307>
4. Попов О. О., Ковач В. О. (2018). Застосування математичного підходу для розв'язання задач попередження техногенних надзвичайних ситуацій, пов'язаних із забрудненням довкілля. *Моделювання та інформаційні технології*. Вип. 82, 73-82. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mtit_2018_82_12
5. Кравець Д. Д. Використання імітаційного моделювання для аналізу фінансових активів. (2023). *Інтелект XXI*. 3, 35-4 DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8801/2023-3.5>
6. Тур О. В., Матусевич А. С. (2018). Управління бізнес-процесами на підприємстві. *Ефективна економіка*. № 6. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6415>
7. Коненко В. В. Методологія організації та проектування бізнес-процесів. *Ефективна економіка*. 2020. № 11. DOI: [10.32702/2307-2105-2020.11.55](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.11.55).
8. Коптева Г. М. Підходи до оцінки зрілості бізнес-процесів підприємства з позиції їх економічної безпеки. *Ефективна економіка*. 2020. № 4. DOI: [10.32702/2307-2105-2020.4.69](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.4.69)

9. Шматковська Т.О., Дзямулич М.І., Стащук О.В. (2021). Особливості моделювання бізнес-процесами в умовах формування цифрової економіки. *Економіка та суспільство*. Вип. 26 <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-66>
10. Трегубов О. С. (2023). Наукові засади управління інноваційно - активною структурою. *Актуальні проблеми економіки* 1 (259). 64-71 DOI: 10.32752/1993-6788-2023-1-259-64-71
11. Берідзе Т.М., Лохман Н.В., Пасічник Н.В. Інвестиційна діяльність промислових підприємств: практичний досвід. Кременчук: ПП Щербатих О.В. 2017. 265 с.
12. Чорноус Г.О. Проактивне управління соціально-економічними системами на основі інтелектуального аналізу даних. Методологія і моделі: монографія. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2014. 351 с.
13. Хобта, М., Малахова, Ю., Литвишко, Л., & Сукманюк, В. (2025). Застосування теорії ймовірностей в управлінні бізнес-процесами транспортних підприємств. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 342(3(2)), 229-236. [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-342-3\(2\)-36](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-342-3(2)-36)

References

1. Adamiv, M. (2023), "Innovation as a key driving force of Ukraine's economic development in new conditions", *Problemy suchasnykh transformatsij. Seriya: Ekonomika ta menedzhment*, vol 10. <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2023-10-03-05>
2. Tkachenko, P. (2021), "Theoretical basis of innovative activity of enterprises", *Pidpryemnytstvo ta innovatsii*, vol 19, pp. 40-45. <https://doi.org/10.37320/2415-3583/19.6>
3. Raievnjeva, O. V. and Su, R. (2024), "Simulation model of enterprise behavior taking into account sensitivity to crisis macroeconomic processes", *Problemy ekonomiky*, vol 3 (61), pp. 300-307. <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-3-300-307>

4. Popov, O. O. and Kovach, V. O. (2018), "Application of a mathematical approach to solving problems of preventing man-made emergencies related to environmental pollution", *Modeliuvannia ta informatsijni tekhnologii*, vol 82, pp. 73-82, available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mtit_2018_82_12 (Accessed 23 Jan 2026)
5. Kravets', D. D. (2023), "Using simulation modeling to analyze financial assets", *Intellect XXI*, vol 3, pp. 35-40. <https://doi.org/10.32782/2415-8801/2023-3.5>
6. Tur, O. V. and Matusevych A. S. (2018), "Business process management in the enterprise", *Efektyvna ekonomika*, vol. 6, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6415> (Accessed 23 Jan 2026).
7. Konenko, V. V. (2020), "Methodology of organization and design of business processes", *Efektyvna ekonomika*, vol. 11. DOI: [10.32702/2307-2105-2020.11.55](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.11.55)
8. Koptieva, H. M. (2020), "Approaches to assessing the maturity of an enterprise's business processes from the perspective of their economic security", *Efektyvna ekonomika*, vol. 4. DOI: [10.32702/2307-2105-2020.4.69](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.4.69)
9. Shmatkovs'ka, T.O., Dziamulych, M.I. and Staschuk O.V. (2021), "Peculiarities of business process modeling in the context of the formation of a digital economy", *Ekonomika ta suspil'stvo*, vol. 26. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-66>
10. Trehubov, O. S. (2023), "Scientific principles of management of innovative and active structure", *Aktual'ni problemy ekonomiky*, vol 1 (259), pp. 64-71. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2023-1-259-64-71>
11. Beridze, T.M. Lokhman, N.V. and Pasichnyk, N.V. (2017). *Investytsijna diial'nist' promyslovykh pidpriemstv: praktychnyj dosvid*. [Investment activity of industrial enterprises: practical experience], PP Scherbatykh O.V., Kremenichuk, Ukraine.
12. Chornous, H.O. (2014), *Proaktyvne upravlinnia sotsial'no-ekonomichnykh system na osnovi intelektual'noho analizu danykh. Metodolohiia i modeli: monohrafiia*. [Proactive management of socio-economic systems based on

intelligent data analysis. Methodology and models: monograph], VPTs «Kyivs'kyj universytet», Kyiv. Ukraine

13. Khobta, M., Malakhova, Yu., Lytvyshko, L., and Sukmaniuk, V. (2025), “Application of probability theory in business process management of transport enterprises”, *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, vol 342(3(2), pp. 229-236. [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-342-3\(2\)-36](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-342-3(2)-36)

Отримано редакцією журналу / Received: 01.03.26

Прорецензовано / Revised: 09.03.26

Схвалено до друку / Accepted: 20.03.26