

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПОВЕДІНКИ ПІДПРИЄМСТВА З УРАХУВАННЯМ ЧУТЛИВОСТІ ДО КРИЗОВИХ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

©2024 РАЄВНЕВА О. В., СУ Р.

УДК 330.3+330.16+ 519.876.5

JEL Classification: C51; C52 O15

Раєвнева О. В., Су Р.

Імітаційна модель поведінки підприємства з урахуванням чутливості до кризових макроекономічних процесів

Сучасні умови світової економіки характеризуються підвищеною нестабільністю політичних, економічних і соціальних процесів. Забезпечення стабільного розвитку підприємства все більше залежить не тільки від його внутрішніх процесів, але й від загальноекономічної ситуації у світі, країні, галузі. Залежно від структури економіки, рівня інтегрованості до світової економіки та фази економічного циклу різні види економічної діяльності по-різному реагують на кризові процеси. Тому видова приналежність підприємства при моделюванні його розвитку є важливим чинником. Метою статті є побудова загальної структури імітаційної моделі економічної поведінки підприємства з урахуванням чутливості виду його економічної діяльності до кризових процесів. Аналіз наукового доробку показав, що для імітаційного моделювання поведінки підприємства найбільш доцільним є застосування концепції системної динаміки, яка дозволяє представити поведінку підприємства у вигляді системи матеріальних потоків і здійснити аналіз причинно-наслідкових зв'язків і контурів зворотного зв'язку. У роботі наведено імітаційну модель поведінки підприємства, яка враховує чутливість його виду економічної діяльності до кризових процесів. Модель складається з чотирьох блоків: модель формування сценарних умов, модель економічної поведінки підприємства, модель оцінки економічної поведінки підприємства, модель прийняття рішень. Зроблено припущення, що високочутливі види більше піддаються впливу ризиків, і наслідки ризиків є більшими. Розраховано коефіцієнт впливу чутливості для агрегованих видів економічної діяльності України та КНР. Показано, що між країнами наявні суттєві відмінності реакції різних видів економічної діяльності на кризові процеси. Запропоновано застосовувати для оцінки ризиків діяльності підприємств опитувань щодо ділових очікувань та сценарії макроекономічних прогнозів. Застосування сценарного підходу дозволяє перевірити доцільність, ефективність та результативність управління за різних умов і сформулювати рекомендації щодо корегування тактичних і стратегічних рішень.

Ключові слова: економічна поведінка підприємства, види економічної діяльності, імітаційне моделювання, ризики, вплив чутливості, кризові процеси.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-3-300-307>

Рис.: 2. **Табл.:** 1. **Бібл.:** 20.

Раєвнева Олена Валентинівна – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри статистики і економічного прогнозування, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

E-mail: olena.raev@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0260-4249>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1804416>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56669948000>

Су Руй – аспірант кафедри статистики і економічного прогнозування, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

E-mail: surui0929@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8321-5838>

UDC 330.3+330.16+ 519.876.5

JEL Classification: C51; C52

Rayevnyeva O. V., Su R. The Simulation Model of Enterprise Behavior Taking into Account Sensitivity to Crisis Macroeconomic Processes

The current conditions of the global economy are characterized by increased instability of political, economic and social processes. Ensuring the stable development of the enterprise increasingly depends not only on its internal processes, but also on the general economic situation in the world, country, and industry. Depending on the structure of the economy, the level of integration into the global economy and the phase of the economic cycle, different types of economic activity react differently to crisis processes. Therefore, the specific affiliation of the enterprise in modeling its development is an important factor. The aim of the article is to build a general structure of the simulation model of economic behavior of enterprise, taking into account the sensitivity of the type of its economic activity to crisis processes. The analysis of scientific achievements has shown that for simulation modeling of enterprise behavior the most expedient is the application of the conception of system dynamics, allowing to represent the behavior of enterprise in the form of a system of material flows and to analyze cause-and-effect relationships and feedback outlines. The publication provides a simulation model of enterprise behavior, which takes into account the sensitivity of its type of economic activity to crisis processes. The model consists of four blocks: a model for the formation of scenario conditions, a model of economic behavior of an enterprise, a model for assessing the economic behavior of an enterprise, and a model for decision-making. It has been suggested that highly sensitive types are more exposed to risks and

the consequences of risks are greater. The coefficient of sensitivity influence for the aggregated economic activities of Ukraine and the PRC has been calculated. It is shown that there are significant differences in the response of different types of economic activity to crisis processes between the countries. It is proposed to use surveys on business expectations and scenarios of macroeconomic forecasts to assess the risks of enterprises' activities. The application of the scenario approach allows to verify the expediency, efficiency and effectiveness of management under different conditions and formulate recommendations for adjusting tactical and strategic decisions.

Keywords: economic behavior of enterprise, types of economic activity, simulation modeling, risks, impact of sensitivity, crisis processes.

Fig.: 2. **Tabl.:** 1. **Bibl.:** 20.

Rayevnyeva Olena V. – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Head of the Department of Statistics and Economic Forecasting, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: olena.raev@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0260-4249>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1804416>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56669948000>

Su Rui – Postgraduate Student of the Department of Statistics and Economic Forecasting, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: surui0929@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8321-5838>

Вступ. Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується нестабільністю, яка майже постійно підвищується. Економічні кризи змінюються кризами неекономічного походження, провокують одні одних та створюють тиск на усі економіки світу й на окремі підприємства. Важливість урахування впливу загальної економічної ситуації в країні на діяльність окремих підприємств не викликає сумніву. Водночас залежно від структури економіки, експортних та імпортних процесів, рівня інтегрованості до світової економіки, ресурсозабезпечення та фази економічного циклу ті чи інші види економічної діяльності можуть як виступати каталізаторами кризових процесів, так і протидіяти їм [1]. Отже, питання впливу кризових процесів у економіці і чутливості виду економічної діяльності на внутрішнє середовище підприємства не є однозначним.

Урахування поточного стану економіки у повсякденній поведінці підприємства, здійснення адекватної реакції на прояви кризових процесів є складним завданням і вимагає часто залучення додаткових ресурсів. Водночас вживання превентивних заходів щодо зниження ризиків діяльності у кризові періоди, попередня розробка принципів та процедур прийняття рішень щодо ринкової реакції підприємства може забезпечити стабільність його функціонування у кризові часи і знизити вартість потрібних заходів. Передумовою цього є прогноз впливу кризових ситуацій та можливих наслідків управлінських рішень. Інструментом отримання такого прогнозу може стати імітаційне моделювання як засіб багатоваріантних керованих розрахунків на основі аналізу причинно-наслідкових зв'язків між чинниками зовнішнього та внутрішнього середовища, а також між рішеннями і реакцією.

Аналіз публікацій із досліджуваної проблеми. Імітаційне моделювання є одним з найефективніших методів дослідження складних економічних систем будь-якого рівня в умовах невизначеності зовнішнього середовища. Перевагами імітаційного моделювання крім можливостей моделювання складних систем, які не піддаються аналітичному моделюванню, є можливість включення у іміта-

ційну модель керованих змінних, які можуть змінюватися у процесі імітації, а також можливість багатоваріантних сценарних розрахунків, урахування випадкових подій та екстремальних ситуацій. Це робить імітаційне моделювання корисним інструментом аналізу поведінки будь-якого об'єкта, у тому числі підприємства. Воно є одним із корисних інструментів удосконалення бізнес-процесів, процесів прийняття рішень, визначення напрямків реінжинірингу тощо. Питання важливості і корисності побудови моделей діяльності підприємств для покращення менеджменту та адаптивності обговорюються у численних дослідженнях науковців і практиків різних країн як для мікроекономічного моделювання [2; 3; 4; 5; 6], так і для прийняття рішень макроекономічного рівня [7].

Але, незважаючи на досить довгу історію імітаційного моделювання, наявність у світі багатьох розробок програмного забезпечення й успішних прикладів його застосування [8], а також обов'язковість опанування його основ у освітньо-професійних програмах українських вишів, застосування імітаційного моделювання у практичній діяльності підприємств дуже обмежене. Можливості імітаційного моделювання для удосконалення бізнес-процесів, процесів прийняття рішень в умовах невизначеності, зокрема зовнішнього середовища, не використовуються.

З-поміж різних концепцій імітаційного моделювання концепція системної динаміки є найбільш придатною для цілей макромоделювання економічної поведінки підприємства, оскільки дозволяє розглядати усі його внутрішні процеси як потоки відповідних ресурсів. Системно-динамічному моделюванню саме діяльності підприємства присвячено чимало наукових розробок: від класичної роботи Дж. Форрестера [4] до сучасних комерційних розробок [9]. Популярними є також гібридні моделі, у яких концепція системної динаміки поєднується з іншими, дискретно-подієвою або агентною, які відбивають процеси нижчого рівня [10; 11; 12].

Для моделювання економічної поведінки підприємства найбільш доцільною вбачається системно-динамічна

концепція, оскільки для опису поведінки та її оцінки використовуються узагальнені показники, як-от структура капіталу, результати діяльності тощо. Більший ступінь деталізації, який міг би затребувати застосування дискретно-подієвої або агентної концепції, не доцільний, оскільки передбачається побудова загальної, універсальної з точки зору різновидів діяльності підприємств, імітаційної моделі.

Системно-динамічна модель фінансової діяльності підприємства, запропонована О. М. Гуцалюк із співавторами [13], реалізує модифіковану модель Міллера-Орра і пропонується як інструмент реінжинірингу фінансових процесів. У дослідженні доведено корисність включення адаптаційних механізмів керування фінансовими потоками підприємства, що добре узгоджується з основною ідеєю системної динаміки про визначальний вплив контурів зворотного зв'язку на поведінку системи. Хоча у модель включено лише два рівні – кошти на поточному рахунку та кошти, розміщені на депозит, вона демонструє перспективність застосування системно-динамічного моделювання для перевірки дієвості тих чи інших рішень у недетермінованих умовах.

Для визначення оперативного і тактичного управління фінансовими потоками сільськогосподарських підприємств пропонує використовувати імітаційне моделювання А. Д. Мостова [14]. Особливістю роботи є також включення фактору загальної економічної ситуації у модель формування ціни на зернову продукцію. Автор також наголошує на корисності імітаційного моделювання за умов невизначеності зовнішнього середовища (у частині цін на внутрішньому та зовнішньому ринках) для оптимізації моментів продажу, отримання більшого прибутку та попередження ризиків.

Системно-динамічне моделювання пропонується використовувати для аналізу чутливості суб'єктів малого підприємництва до змін зовнішнього середовища, а саме норм податкового регулювання, у дослідженні О. В. Кравець [15]. Модель містить лише один рівень «Чистий прибуток», але припускає розширення із включенням контурів зворотного зв'язку для оцінки впливу реінвестованого прибутку на результати діяльності малого підприємства.

В усі моделі тим чи іншим чином включаються впливи зовнішнього середовища, але зазвичай у вигляді окремих макроекономічних показників, які виступають параметрами моделі. За умови невизначеності особливу роль відіграє аналіз екстремальних умов, який дозволяє визначити реакцію підприємства на зміни зовнішніх умов, які виходять за рамки ретроспективних спостережень, але можливі [2; 16].

Особлива роль загроз у динаміці діяльності підприємства відображена в імітаційній моделі, запропонованій Є.М. Шапран із співавторами [17]. Автори пропонують включати у модель середні очікувані збитки від реалізації загроз, а також оцінку актуальності загроз, яка визначається співвідношенням часу до можливої реалізації загрози та часу, необхідного для підготовки й адаптації превентивних заходів. Запропонована авторами імітаційна модель призначена для моделювання фінансових потоків підприємств, прогнозування характеристик їх діяльності та оцінки впли-

ву загроз за різних сценаріїв. Цікавою є також пропозиція авторів щодо використання імітаційної моделі не тільки для формування стратегій, але і для перевірки ефективності наявного управління в умовах впливу загроз.

Таким чином, імітаційне моделювання на базі концепції системної динаміки є корисним інструментом аналізу та прогнозування поведінки підприємств в умовах нестабільності, невизначеності та ризику. У більшості публікацій обов'язковими елементами моделей для окремих підприємств є рівні, які відповідають ключовим показникам оцінки поведінки підприємства залежно від мети дослідження. Включення невизначеності та ризиків у імітаційні моделі має епізодичний характер. Проблеми урахування в імітаційних моделях поведінки підприємств загальної економічної ситуації і чутливості видів економічної діяльності до кризових процесів майже не розглядаються.

Метою дослідження є побудова загальної структури імітаційної моделі економічної поведінки підприємства з урахуванням чутливості виду його економічної діяльності до кризових процесів.

Викладення основних результатів дослідження. У структурі моделі внутрішніх процесів підприємства виділено три блоки:

- блок ендогенних змінних, який моделює динаміку основних показників діяльності підприємства відповідно до структури офіційної статистичної інформації;
- блок показників оцінки поведінки підприємства, у якому на основі результатів моделювання розраховуються показники майнового стану, фінансової стійкості, ліквідності, рентабельності та прибутковості підприємства;
- блок сценарних умов, у якому, виходячи з аналізу чутливості видів економічної діяльності до кризових явищ, у моделі включено відповідні коефіцієнти впливу і ризику.

Налаштування моделі відбувається у блоках ендогенних змінних та сценарних умов. Блок ендогенних змінних налаштовується для кожного підприємства відповідно до наявної статистичної інформації, виявлених взаємозалежностей і тенденцій. Змінні блоку сценарних умов налаштовуються відповідно до приналежності підприємства до певного виду економічної діяльності відповідно до ступеня чутливості цього виду до кризових процесів.

Вихідним припущенням моделі щодо впливу кризових явищ на діяльність підприємств було те, що погіршення стану підприємства (і виду економічної діяльності у цілому) є наслідком реалізації більш масштабних за обсягами та більш ймовірних ризиків, які не можуть бути подолані через специфіку виду економічної діяльності. Тому у блоці сценарних умов включено можливі ризики, які посилюються із збільшенням чутливості виду економічної діяльності.

Призначенням імітаційної моделі є прогнозування поведінки підприємства за різних сценарних умов та визначення найбільш доцільних управлінських заходів щодо корегування поведінки у кризові періоди та превентивних заходів. Таким чином, у структуру імітаційної моделі має бути вбудована модель прийняття рішень, яка реалізує

принципи зворотного зв'язку на основі оцінки і аналізу поведінки підприємства за різних умов. Загальну структуру імітаційної моделі показано на рис. 1.

Фрагмент імітаційної моделі поведінки підприємства, який моделює зміни майнового стану підприємства, показано на рис. 2.

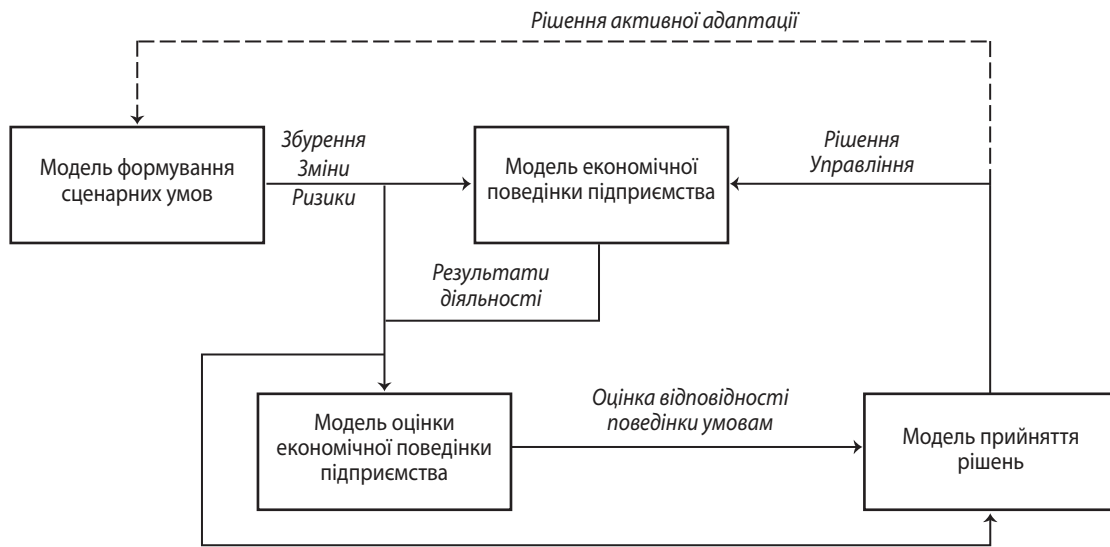


Рис. 1. Структура імітаційної моделі економічної поведінки підприємства

Джерело: розроблено авторами

Чутливість виду економічної діяльності до кризових процесів також може виступати параметром імітаційної моделі, який визначає не тільки результати взаємодії із зовнішнім середовищем, але й правила економічної поведінки, тобто впливає на процеси прийняття рішень.

Коефіцієнт впливу пропонується визначати як:

$$K_{\text{впливу}} = 1 - \text{Індикатор чутливості},$$

де *Індикатор чутливості* – середній по кризових епізодах індикатор чутливості, розрахований згідно з [1; 18].

Таким чином, для слабо чутливих видів економічної діяльності базовий рівень ризику знижується, оскільки коефіцієнт впливу буде менше 1, для середньо чутливих ВЕД помірно збільшується, для високо чутливих – суттєво збільшується, оскільки коефіцієнт впливу буде більше за 1. Для підприємств Китаю і України коефіцієнти впливу показані у табл. 1. Як виходить з даних таблиці, для Китаю для підприємств сільського господарства, для якого однозначного висновку щодо чутливості не було зроблено, коефіцієнт впливу майже дорівнює одиниці, для промислових підприємств, коефіцієнт впливу зменшує базовий ризик, оскільки промисловість в усіх кризових епізодах була слабо чутливою, а для будівної компанії ризики збільшуються, оскільки будівництво високочутливе до кризових явищ. Найменший вплив загальної економічної кризи відчувують у Китаї підприємства готельно-ресторанного бізнесу, а найбільший – у сфері операцій з нерухомістю.

Для України ситуація майже протилежна. Сільське господарство є здебільшого стабілізуючим чинником, коефіцієнт впливу для нього менший 1. Але для підприємств усіх видів промисловості (за виключенням постачання електроенергії) коефіцієнт чутливості більше 1, отже, ці види економічної діяльності в Україні є високо чутливим до кризових явищ. Також, на відміну від економіки Китаю,

підприємства будівної сфери, фінансового посередництва та операцій з нерухомістю в Україні нейтральні або низько чутливі до кризових явищ, а транспортні підприємства та готельно-ресторанного бізнесу навпаки.

Таким чином, аналіз даних табл. 1 доводить важливість врахування ступеня реакції (чутливості, вразливості) виду економічної діяльності до кризових явищ при розробці моделі економічної поведінки підприємства.

У структурі моделі сценарних умов для кожного змістовного блоку імітаційної моделі визначаються ризики, які можуть вплинути на результати діяльності підприємства і на запобігання яким має бути спрямована поведінка підприємства.

На рис. 2 у цей блок включено 3 ризики, які можуть вплинути на майновий стан підприємства: ризик неможливості введення в дію основних засобів, ризик несвоечасного вибуття та ризик надмірного зносу основних засобів. Два останніх здебільшого стосуються сучасної ситуації в Україні, коли внаслідок воєнних дій основні засоби підприємств постійно знаходяться під ризиком пошкодження або знищення. Але й для інших країн (та часових періодів) ці ризики також можуть бути актуальні через загрози стихійних лих або техногенних катастроф.

Аналогічним чином введено ризики в інші блоки імітаційної моделі. Так, у блоці моделювання фінансової стійкості включено ризики збільшення кредиторської заборгованості, збільшення вартості довгострокових зобов'язань, які пов'язані з можливими змінами умов надання кредитів з боку банків, ризик несвоечасного погашення дебіторської заборгованості, пов'язаний з проблемами діяльності контрагентів, ризик раптового вибуття власного капіталу, який узгоджується з ризиком несвоечасного вибуття основних засобів.

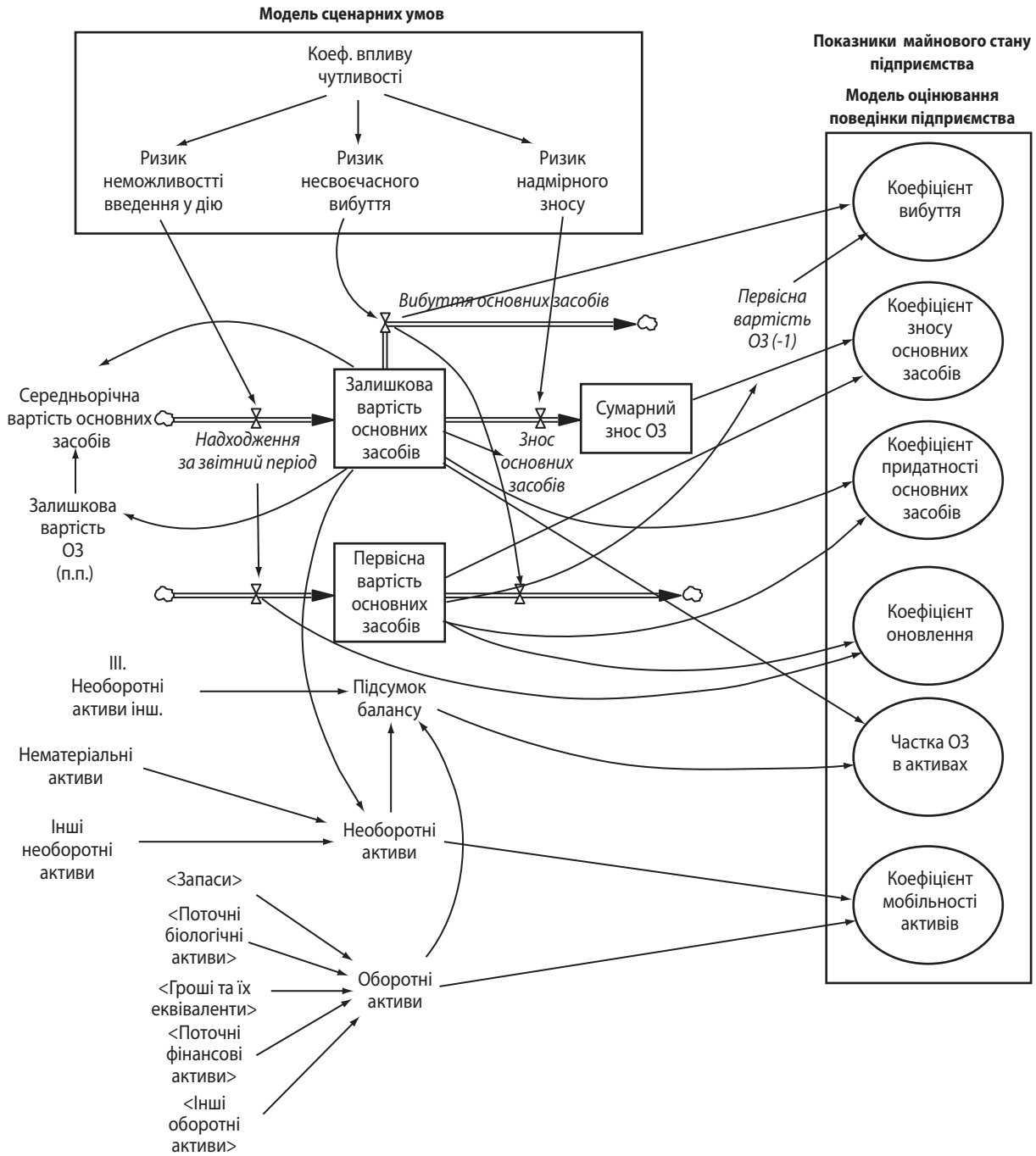


Рис. 2. Структура блоку імітаційної моделі прогнозування майнового стану підприємства

Примітка: у колах – показники поведінки підприємства

Джерело: розроблено авторами у середовищі Vensim PLE 10.1.3

Вплив перелічених ризиків враховується у решті блоків моделі оцінки поведінки підприємства завдяки причинно-наслідковим зв'язкам між змінними моделі. Так, ризик несвоєчасного погашення дебіторської заборгованості, крім власне показника оборотності та строку погашення, впливає також на коефіцієнти абсолютної ліквідності, забезпеченості власними оборотними коштами, маневреності власного капіталу, покриття, швидкої ліквідності і мобільності активів. Отже, оцінка ризиків для підприємства відіграє суттєву роль у забезпеченні адекват-

ності імітаційної моделі для цілей прогнозування та оцінки рішень.

Оцінка ризиків у кризових умовах ускладнюється через декілька причин. Оскільки кризових епізодів для економіки у цілому протягом періоду існування окремого підприємства зазвичай невелика кількість, то неможливо накопичити достатньої статистичної бази для застосування імовірнісних методів. Кожен кризовий епізод є унікальним, йому притаманні власні риси, тому джерела і характер невизначеності відрізняються від кризи до кризи.

Коефіцієнти впливу чутливості виду економічної діяльності до кризових явищ для підприємств КНР і України

Країна	Види економічної діяльності	Коефіцієнти впливу
Китай	Сільське господарство, тваринництво та рибне господарство	0,9867
	Промисловість	0,9651
	Будівництво	1,0393
	Оптова та роздрібна торгівля	0,9986
	Транспорт, зберігання та поштові послуги	0,9409
	Послуги готелів та громадського харчування	0,9322
	Фінансове посередництво	1,0581
	Операції з нерухомістю	1,0750
	Інші види діяльності	1,0320
Україна	Сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство	0,9769
	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	1,0232
	Переробна промисловість	1,0226
	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	0,9912
	Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	1,0356
	Будівництво	0,9966
	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	0,9844
	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	1,0586
	Тимчасове розміщування й організація харчування	1,0501
	Інформація та телекомунікації	0,9472
	Фінансова та страхова діяльність	0,9252
	Операції з нерухомим майном	0,9450
	Професійна, наукова та технічна діяльність	1,0344
	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	1,0230
	Державне управління; обов'язкове соціальне страхування	0,9253
	Освіта	1,0109
	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	0,9368
	Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	1,0373
Надання інших видів послуг	1,0230	

Джерело: розраховано авторами

За таких умов оцінку ризиків для підприємства пропонується визначати, спираючись на експертні думки фахівців самого підприємства, результати опитувань фахівців того самого виду діяльності [19], ризики макроекономічних прогнозів [20]. Так, за даними опитування, здійсненого НБУ [19], серед основних факторів, які перешкоджають підприємствам збільшувати виробництво, 35,6 % респондентів у цілому по економіці відзначали занадто високі ціни на сировину та матеріали (від 16,7 % у сфері послуг до 60 % у будівництві) і 32,6 % – занадто високі ціни на енергоносії (від 20,8 % у сфері послуг до 50 % у будівництві). Це спонукає включити у імітаційну модель, зокрема для будівельних підприємств, відповідний ризик збільшення собівартості.

Для визначення ступеня впливу ризиків, тобто кількісних значень впливів на окремі внутрішні процеси підприємств доцільно застосувати сценарний підхід з формуванням трьох сценаріїв: песимістичного, базового та оптимістичного.

Базовий сценарій відповідає поточному стану справ і визначається впливом чутливості виду економічної діяльності до кризових процесів, діловими очікуванням підприємств і ретроспективною інформацією щодо поведінки конкретного підприємства. Оптимістичний сценарій відповідає оптимістичному макроекономічному прогнозу і передбачає коригування ризиків у бік зменшення ймовірності і наслідків. Песимістичний прогноз, навпаки, передбачає збільшення ризиків. При цьому доцільно врахову-

вати оптимістичні і песимістичні настрої підприємств за окремими напрямками діяльності.

Висновки. Запропонована імітаційна модель дозволить підвищити адаптивність поведінки підприємств у кризових умовах та в інших фазах ділового циклу завдяки урахуванню видової приналежності підприємства та виділенню ключових ризиків діяльності. Застосування концепції системної динаміки дозволяє представити поведінку підприємства у вигляді системи матеріальних потоків, яка узгоджується зі статистичною звітністю підприємств і забезпечує можливість адекватного налаштування. Аналіз діаграм причинно-наслідкових зв'язків і контурів зворотного зв'язку у моделі дозволяє виявити латентні впливи ризиків та окремих внутрішніх процесів на поведінку підприємства та визначити правила і процедури, необхідні для ефективного прийняття рішень. Застосування сценарного підходу дозволяє перевірити доцільність, ефективність та результативність управління за різних умов і сформулювати рекомендації щодо корегування тактичних і стратегічних рішень..

ЛІТЕРАТУРА

1. Rayevnyeva O., Filip S., Aksonova I., Brovko O., Rui S. The impact of sensitivity of economic activities on the economic behaviour of enterprise. *Economics of Development*. 2022. Vol. 21 (3). P. 27–39. URL: https://ecdev.com.ua/web/uploads/pdf/Economics%20of%20Development_2022_Vol.%2021,%20No.%203_27-39.pdf
2. Wanzhen Qiao, Yanbing Ju, Peiwu Dong, Tiong R. L. K. How to realize value creation of digital transformation? A system dynamics model. *Expert Systems with Applications*. 2024. Vol. 244. 122667.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122667>
3. Irimiaş T., Mureşan M. L. Considerations in representing the planned and emergent change within the enterprise through system dynamics elements. *Managerial Challenges of the Contemporary Society*. 2016. Vol. 9. No. 2. P. 72–76. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/230143.pdf>
4. Forrester J. W. *Industrial dynamics*. M. I. T. Press, 1961. 464 p.
5. Geng Yushui, Sun Jianjun. Enterprise Business Processes System Analysis and Design. *International Journal of Hybrid Information Technology*. 2013. Vol. 6. No. 6. P. 281–290.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/ijhit.2013.6.6.25>
6. Grikskaitė J. Business process modelling and simulation: advantages and disadvantages. *Global Academic Society Journal: Social Science Insight*. 2008. Vol. 1. No. 3. P. 4–14. URL: http://scholararticles.net/wp-content/uploads/2015/02/3_4_14p_Grikskaitė.pdf
7. Malbona E., Parkhurst J. System dynamics modelling and the use of evidence to inform policymaking. *Policy studies*. 2023. Vol. 44. No. 4. P. 454–472.
DOI: <https://doi.org/10.1080/01442872.2022.2080814>
8. Mingqiang Liu., Yun Le, Yi Hu, Bo Xia., Skitmore M., Xianyi Gao. System dynamics modeling for construction management research: critical review and future trends. *Journal of Civil Engineering and Management*. 2019. Vol. 25, Is. 8. P. 730–741.
DOI: <https://doi.org/10.3846/jcem.2019.10518>
9. Enterprise Simulation Management. ARENA. URL: <https://www.arenasolutions.com/resources/glossary/enterprise-simulation-management/>
10. Aslam T., Ng A. H. C., Karlsson I. Integrating system dynamics and multi-objective optimisation for manufacturing supply chain analysis. *International Journal of Manufacturing Research*. 2013. Vol. 9 (1). P. 27–57.
DOI: <https://doi.org/10.1504/IJMR.2014.059598>
11. Łatuszyńska M., Fate Sh. Combining System Dynamics and Agent-Based Simulation to Study the Effects of Public Interventions on Poverty. *Procedia Computer Science*. 2022. Vol. 207. P. 3978–3987.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.460>
12. Rabelo L., Sarmiento A. T., Helal M., Jones A. Supply chain and hybrid simulation in the hierarchical enterprise. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 2014. Vol. 28 (5). P. 488–500.
DOI: <https://doi.org/10.1080/0951192X.2014.880807>
13. Гуцалюк О. М., Лозова Т. П., Скопцов К. В., Ксенофонов Д. В. Економіко-цифрове моделювання реінжинірингу фінансової діяльності вітчизняних підприємств. *Вісник економічної науки України*. 2023. № 1 (44). С. 106–113.
DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1\(44\).106-113](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1(44).106-113)
14. Мостова А. Д. Управління фінансовими потоками сільськогосподарських підприємств зернового підкомплексу з застосуванням імітаційного моделювання. *Агросвіт*. 2011. № 10. С. 49–54. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/10_2011/12.pdf
15. Кравець О. В. Імітаційне моделювання впливу додаткового зобов'язання на розвиток малого підприємництва в Україні. *Причорноморські економічні студії*. 2017. Вип. 13. Ч. 2. С. 212–216.
16. Forrester J. W., Senge P. M. Tests for building confidence in system dynamics models. *TIMS Studies in the Management science*. 1980. Vol. 14. P. 209–228.
17. Shapran E. M., Sergienko O. A., Gaponenko O. E., Tatar M. S., Morozova N. L. Analytical management tools of industrial systems strategic development. *Revista Especios*. Vol. 41 (3). 2020. Art. 17.
DOI: 10.48082/espacios-a20v41n43p17
18. Раєвнєва О. В., Су Руй. Дослідження впливу чутливості видів економічної діяльності на економічну поведінку підприємств Китаю. *Проблеми економіки*. 2023. № 4. С. 48–57.
19. Ділові очікування підприємств України. II квартал 2024 року. Вип. № 2 (74) // Національний банк України. Департамент статистики та звітності. 2024. 72 с. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/BOS_2024-Q2.pdf?v=7
20. Україна: сценарії відновлювального зростання. Консенсус-прогноз. Вип. 57. (Квітень 2024) // Міністерство економіки України. Департамент стратегічного планування та макроекономічного прогнозування. 2024. 27 с. URL: <https://me.gov.ua/Documents/Download?id=f2d85e84-8dc6-4234-9488-91b2a50f676b/>

REFERENCES

- Aslam, T., Ng, A. H. C., and Karlsson, I. "Integrating system dynamics and multi-objective optimisation for manufacturing supply chain analysis". *International Journal of Manufacturing Research*, vol. 9 (1) (2013): 27-57.
DOI: <https://doi.org/10.1504/IJMR.2014.059598>
- "Dilovi ochikuvannia pidpriemstv Ukrainy. II kvartal 2024 roku. Vyp. no. 2 (74)" [Business Expectations of Ukrainian Enterprises. II Quarter of 2024. No. 2 (74)]. *Natsionalnyi bank Ukrainy. Departament statystyky ta zvitnosti*. 2024. https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/BOS_2024-Q2.pdf?v=7

"Enterprise Simulation Management". ARENA. <https://www.arenasolutions.com/resources/glossary/enterprise-simulation-management/>

Forrester, J. W. *Industrial dynamics*. M. I. T. Press, 1961.

Forrester, J. W., and Senge, P. M. "Tests for building confidence in system dynamics models". *TIMS Studies in the Management science*, vol. 14 (1980): 209-228.

Geng, Yushui, and Sun, Jianjun. "Enterprise Business Processes System Analysis and Design". *International Journal of Hybrid Information Technology*, vol. 6, no. 6 (2013): 281-290.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/ijhit.2013.6.6.25>

Grikstaite, J. "Business process modelling and simulation: advantages and disadvantages". *Global Academic Society Journal: Social Science Insight*. 2008. http://scholararticles.net/wp-content/uploads/2015/02/3_4_14p_Grikstaite.pdf

Hutsaliuk, O. M. et al. "Ekonomiko-tyfrove modeliuвання reinzhynirynhu finansovoi diialnosti vitchyznianskykh pidpryemstv" [Economic and Digital Modeling of Reengineering of Financial Activities of Domestic Enterprises]. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, no. 1(44) (2023): 106-113.

DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1\(44\).106-113](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1(44).106-113)

Irimias, T., and Muresan, M. L. "Considerations in representing the planned and emergent change within the enterprise through system dynamics elements". *Managerial Challenges of the Contemporary Society*. 2016. <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/230143.pdf>

Kravets, O. V. "Imitatsiine modeliuвання vplyvu podatkovoho zoboviazannia na rozvytok maloho pidpryemnytstva v Ukraini" [Simulation Modeling of the Impact of tax Liability on the Development of Small Business in Ukraine]. *Prychornomorski ekonomichni studii*, vol. 2, no. 13 (2017): 212-216.

Latuszynska, M., and Fate, Sh. "Combining System Dynamics and Agent-Based Simulation to Study the Effects of Public Interventions on Poverty". *Procedia Computer Science*, vol. 207 (2022): 3978-3987.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.460>

Malbona, E., and Parkhurst, J. "System dynamics modelling and the use of evidence to inform policymaking". *Policy studies*, vol. 44, no. 4 (2023): 454-472.

DOI: <https://doi.org/10.1080/01442872.2022.2080814>

Mingqiang, Liu et al. "System dynamics modeling for construction management research: critical review and future trends". *Journal of Civil Engineering and Management*, vol. 25, no. 8 (2019): 730-741.

DOI: <https://doi.org/10.3846/jcem.2019.10518>

Mostova, A. D. "Upravlinnia finansovymy potokamy silskohospodarskykh pidpryemstv zernovoho pidkompleksu z zastosuvanniam imitatsiinoho modeliuвання" [Management of Financial Flows of Agricultural Enterprises of the Grain Sub-complex Using Simulation Modeling]. Ahrosvit. 2011. http://www.agrosvit.info/pdf/10_2011/12.pdf

Rabelo, L. et al. "Supply chain and hybrid simulation in the hierarchical enterprise". *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 28 (5) (2014): 488-500.

DOI: <https://doi.org/10.1080/0951192X.2014.880807>

Raievnieva, O. V., and Su, Rui. "Doslidzhennia vplyvu chutlyvosti vydiv ekonomichnoi diialnosti na ekonomichnu povedinku pidpryemstv Kytaiu" [A Study of the Influence of Sensitivity of Kinds of Economic Activities on the Economic Behavior of Chinese Enterprises]. *Problemy ekonomiky*, no. 4 (2023): 48-57.

Rayevnyeva, O. et al. "The impact of sensitivity of economic activities on the economic behaviour of enterprise". *Economics of Development*. 2022. https://ecdev.com.ua/web/uploads/pdf/Economics%20of%20Development_2022_Vol.%2021,%20No.%203_27-39.pdf

Shapran, E. M. et al. "Analytical management tools of industrial systems strategic development". *Revista Espacios*, art. 17, vol. 41 (3) (2020).

DOI: 10.48082/espacios-a20v41n43p17

"Ukraina: stsennarii vidnovliuvannia zrostantia. Konsensus-prohnoz. Vyp. 57. (Kviten 2024)" [Ukraine: Scenarios of Restorative Growth. Consensus Forecast. No. 57. (April 2024)]. Ministerstvo ekonomiky Ukrainy. Departament stratehichnoho planuvannia ta makroekonomichnoho prohnozuvannia. 2024. <https://me.gov.ua/Documents/Download?id=f2d85e84-8dc6-4234-9488-91b2a50f676b/>

Wanzhen, Qiao et al. "How to realize value creation of digital transformation? A system dynamics model". *Expert Systems with Applications*, vol. 244. 122667 (2024).

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122667>

Стаття надійшла до редакції 12.08.2024 р.
Статтю прийнято до публікації 30.08.2024 р.

■