

Надія ЯСИНСЬКА

доктор економічних наук, доцент, Донецький державний університет управління, Маріуполь, Україна, nad_dsum@ukr.net

ORCID ID: 0000-0002-4039-9453

Олена ІВЧЕНКОВА

кандидат економічних наук, Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорск, Україна, ivchenkovahelen2705@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-4739-0192

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В МОДЕЛЮВАННІ ФІНАНСОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

Вступ. Атрибути нейронних мереж втілено в дослідження результативності бізнес-процесів, яке засновано на інтегрованих коефіцієнтах міжнародного моніторингу з діапазоном кількісних параметрів. Змодельовані ситуаційні прецеденти дають змогу припускати багатоваріантні рішення в режимі реального часу. Використано конструктивний і деконструктивний підходи до побудови мережі та алгоритмів навчання.

Мета – використати нейромережеві технології при моделюванні фінансових результатів бізнес-процесів за допомогою інтегрованих індексів міжнародного моніторингу та вітчизняних статистичних даних.

Результати. Охарактеризовано отримані ділянки поверхні відгуку встановленого індикатора і пари незалежних змінних для нейронної мережі типу RBF 3-7-1. Запропоновано алгоритм застосування методології оцінки функціонування бізнесу з використанням нейромережевих технологій. За результатами теоретичних узагальнень удосконалили розуміння основної мети бізнес-операції. Особливістю запропонованої інтерпретації є звуження функціональної складової бізнес-процесів до результуючої особливості в режимі реального часу. Встановлено низькі показники готовності мережі, рівня розвитку ІКТ, глобальної конкурентоспроможності вітчизняної економіки і прибутковості бізнесу. Для змодельованих ситуацій отримані результати дали змогу привести до зближення розрахованого показника відносно незалежних факторів, тобто реакції вітчизняного бізнесу на інтенсифікацію цифровізації, підвищення конкурентоспроможності економіки і розвиток інформаційно-комунікаційних технологій.

Перспективи. Подальші перспективи використання викладеної в роботі методики пов'язані із проектуванням вибірки незалежних факторів для забезпечення репрезентативності та екстраполяції результатів аналізу з метою оптимізації прийняття раціональних управлінських рішень.

Ключові слова: алгоритм, методика, бізнес-процес, результат, ефективність, нейромережеве моделювання..

Рис.: 4, табл.: 3, бібл.: 17.

Надежда ЯСИНСКАЯ,

доктор экономических наук, доцент кафедры финансов, учета и налогообложения,
Донецкий государственный университет управления, Мариуполь, Украина

Елена ИВЧЕНКОВА

кандидат экономических наук, кафедра интеллектуальных систем принятия решений,
Донбасская государственная машиностроительная академия, Краматорск, Украина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В МОДЕЛИРОВАНИИ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Введение. Атрибуты нейронных сетей воплощены в исследование результативности бизнес-процессов, основаном на интегрированных коэффициентах международного мониторинга с диапазоном количественных параметров. Смоделированные ситуационные прецеденты позволят предполагать многовариантные решения в режиме реального времени. Используются конструктивный и деконструктивный подходы к построению сети и алгоритмов обучения.

Цель – использовать нейросетевые технологии при моделировании финансовых результатов бизнес-процессов с помощью интегрированных индексов международного мониторинга и отечественных статистических данных.

Результаты. Охарактеризованы полученные участки поверхности отклика установленного индикатора и пары независимых переменных для нейронной сети типа RBF 3–7–1. Предложен алгоритм применения методологии оценки функционирования бизнеса с использованием нейросетевых технологий. По результатам теоретических обобщений усовершенствовано понимание основной цели бизнес-операции. Особенностью предлагаемой интерпретации является сужение функциональной составляющей бизнес-процессов до результирующей особенности в режиме реального времени. Установлены низкие показатели готовности сети, уровня развития ИКТ, глобальной конкурентоспособности отечественной экономики и прибыльности бизнеса. Для смоделированных ситуаций полученные результаты позволили привести к сближению рассчитанного показателя относительно независимых факторов, то есть реакции отечественного бизнеса на интенсификацию цифровизации, повышение конкурентоспособности экономики и развитие информационно-коммуникационных технологий.

Перспективы. Дальнейшие перспективы использования изложенной в работе методики связаны с проектированием выборки независимых факторов для обеспечения репрезентативности и экстраполяции результатов анализа с целью оптимизации принятия рациональных управленческих решений.

Ключевые слова: алгоритм, методика, бизнес-процесс, результат, эффективность, нейросетевое моделирование.

Nadiia YASYNSKA

Dr. Sc. (Economics), Assoc. Prof., Donetsk State University of Management, Mariupol, Ukraine, nad_dsum@ukr.net

ORCID ID: 0000-0002-4039-9453

Olena IVCHENKOVA

Ph. D. (Economics), Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine, ivchenkovahelen2705@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-4739-0192

USING NEURAL NETWORKS IN MODELING THE FINANCIAL RESULTS OF BUSINESS PROCESSES

Introduction. *The attributes of neural networks are embodied in a study of the effectiveness of business processes, which is based on integrated coefficients of international monitoring with a range of quantitative parameters. Simulated situational precedents will allow to assume multivariate solutions in real time.*

The purpose *of the work is to use of neural network technologies in modeling financial results of business processes with integrated international monitoring indices and domestic statistics.*

Results. *The obtained sections of the response surface of the resulting indicator and pairs of independent variables for a neural network of type RBF 3–7–1 are characterized. An algorithm is proposed for applying the methodology for assessing the functioning of a business using neural network technologies.*

Conclusions.

1. *According to the results of theoretical generalizations, the understanding of the main purpose of the business operation has been improved. A feature of the proposed interpretation is the narrowing of the functional component of business processes to the resulting feature in real time.*

2. *Low indicators of network readiness, level of ICT development, global competitiveness of the domestic economy and business profitability have been established.*

3. *For the simulated situations, the results obtained allowed to bring the convergence of the resulting indicator of relatively independent factors, that is, the response of domestic business to the intensification of digitalization, increasing the competitiveness of the economy and the development of information and communication technologies.*

4. *The paper proposes an algorithm for applying the methodology for assessing the functioning of a business using neural network technologies.*

Keywords: *algorithm, methodology, business process, result, efficiency, neural network modeling.*

JEL Classification: B41; C15; C45; C58; D04.

Постановка проблеми. Вплив інформаційних технологій і розвиток штучного інтелекту зумовлює зміни традиційних засобів соціально-економічного моніторингу та математичного аналізу результатів функціонування бізнесу в локальній або глобальній економіці на більш сучасні, такі

як нейромережеве моделювання. Інтерес до використання нейронних мереж з метою аналізу і прогнозування соціально-економічних і фізичних процесів та явищ значно виріс за останнє десятиліття. Нейронні мережі доповнюють традиційні методи математичного аналізу, їх використовують для

побудови складних нелінійних залежностей. Відповідно, в умовах невизначеності та багатоваріантності економічної поведінки бізнес-одиниць архітектура нейронної мережі залежить від низки внутрішніх і зовнішніх факторів, які здійснюють вплив на зміну фінансового результату. Як правило, увага дослідників зосереджена на внутрішніх показниках функціонування підприємств. Проте такий підхід вважаємо обмеженим. А в умовах цифровізації економіки він навіть є застарілим. До того ж врахувати усі фактори впливу на фінансовий результат бізнес-процесів неможливо, навіть із використанням інструментів внейромережевого моделювання. Вважаємо, що введення в нейромережеве моделювання інтегрованих індексів міжнародного моніторингу вирішує проблему перенасичення вихідними даними навчальної вибірки, а також передбачає виявлення рівня еластичності результуючого показника вітчизняної статистичної вибірки відносно незалежних факторів – індексів міжнародного моніторингу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом значна увага науковців приділена нейронним мережам. Умовно їх роботи можна поділити на дослідження із використанням макро- та мікроекономічних показників.

Щодо макроекономічного рівня застосування інструментів нейромережевого моделювання виокремимо методологічну й організаційно-практичну складову прогнозування динамічної поведінки суб'єктів у комплексі економічних процесів [1–3]. У цих роботах зазначено, що фінанси й інвестиції є однією з найбільш частих сфер застосування нейронних мереж, а економіка – це складна система з агентами, які одночасно виступають суб'єктами економічних процесів та учасниками ринку, правила якого систематично змінюються. Автори акцентують на біхевіористичній складовій економіки,

яка є визначальною стохастичної системи. Відповідно інструменти нейронних мереж є одними з найуспішніших форм проведення досліджень, зокрема фінансових. Дослідники припускають, що інтерпретація економічного значення результатів нейромережевого моделювання після навчання може допомогти під час використання стандартизованих вхідних даних і порівняння вихідних даних із пропозиціями експертів або фактичної особи, що приймає рішення. Але залишилися невирішеними практичні питання нейромережевого моделювання саме швидко змінюваної кібер-фізичної системи, альтернативності використання методу проб і помилок для прогнозування макроекономічних процесів. Варіантом подолання відповідних складностей може бути введення інтегрованих показників в нейромережеву модель та її навчання на основі оптимальних переваг моделювання фінансових результатів бізнес-процесів.

З позиції системного підходу, прогнозування поведінки сучасного бізнесу визнано ключовим аспектом для забезпечення цінного внеску для планування та розподілу щороку зменшуваної кількості ресурсів та доступу до них [4, 5]. Підтримуємо висловлену авторами точку зору щодо можливості використання нейронної мережі до прогнозування бізнес-процесів на основі планування та розподілу фізичних і віртуальних ресурсів. Науковці зробили акцент на технологічному аспекті нейромережевого моделювання та функціях інтерполяції значень вихідного сигналу й функцій активації незалежних факторів. Залишились невирішеними питання слабкої збіжності отриманих результатів від застосування різних моделей нейронних мереж, ситуацій, за яких нейронні мережі є найбільш успішними для моделювання. Причиною цього можуть бути об'єктивні труднощі, які пов'язані із тимчасовою неможливістю цифровізації

синтезу нових знань і узагальнень поведінської економіки. Ця проблема доки розв'язана тільки теоретично.

У розрізі мікроекономічного рівня узагальнення емпіричних досліджень доводять існування проблеми оптимізації розподілу ресурсів підприємства та управління його потоками за допомогою реальних мережевих слідів [6–9]. У дослідженнях встановлено важливість упровадження моделі процесу управління інформаційною інфраструктурою, нейромережевої системи оцінки управлінських дій щодо отримуваних бізнесом економічних вигід. Виявлено подвійний експонентний згладжуючий предиктор, що забезпечує розумний компроміс між продуктивністю і накладними витратами бізнес-процесів. Приведено результати досліджень щодо використання моделі факторного аналізу фінансових показників підприємства, яка заснована на методі нейронних мереж. Ці дослідження узагальнює один обраний авторами підхід – розробка математичної нейромережевої моделі на основі вибірки даних у межах підприємства або однієї економічної сфери функціонування. Втім зрозуміло, що залишились невирішеними питання оптимізації використання ресурсів цифрового бізнесу, ознаки якого тією чи іншою мірою мають сучасні господарючі суб'єкти.

Доведено, що використання нейронних мереж у фінансовій сфері у задачах інтелектуального аналізу даних управлінських процесів є достатньо успішним [10, 11]. Зокрема у роботах оцінено застосування штучних нейронних мереж і допоміжних векторних машин. Використані в роботах методи моніторингу прогностичних процесів, хоча і достатньо звужені за предметом дослідження, дали змогу кластеризувати ситуативні протоколи навчальної, контрольної та тестової вибірок. Проте будь-який моніторинг результативності бізнес-процесів, який засновано

на виборці результуючих даних попередніх періодів, не доречно використовувати як базис для перспективного моделювання. Розвиток і стимулювання інноваційно-творчої діяльності бізнесу вимагає, в свою чергу, розробки і впровадження в господарську діяльність інноваційних цифрових технологій. І цей процес наразі є постійним. Відповідно, вихідні дані (за незалежних факторів будь-якої складності підбору) моделі перспективної бізнес-поведінки є заздалегідь непрацюючими та застарілими. Тому моделювання фінансових результатів бізнес-процесів можна проводити із застосуванням інструментів нейронних мереж, через складності формалізації (отримання кількісних та якісних оцінок) усієї сукупності внутрішніх і зовнішніх факторів впливу.

Віддаючи належне вагомим науковим напрацюванням науковців щодо методів моніторингу фінансових результатів функціонування бізнесу та розширення використання нейромережевого моделювання в управлінській і фінансовій практиці, слід вказати на існування досі не вирішених методичних проблем, які стосуються:

- у межах обрання інструментів дослідження – вибору оптимального методу аналізу й обробки даних;
- у межах нейромережевих технологій – оцінки, обліку й аналізу визначеного (але динамічного) набору незалежних даних і результуючого показника у вигляді фінансового результату існування бізнесу.

Метою статті є використання нейромережевих технологій при моделюванні фінансових результатів бізнес-процесів за допомогою інтегрованих індексів міжнародного моніторингу та вітчизняних статистичних даних.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вважаємо, що основною метою функціонування сучасного бізнесу є максимізація фінансового потоку для оптимізації

використання фінансів підприємства. Найбільш прийнятною формою аналізу ефективності управління бізнес-процесами підприємства є математичне моделювання. Використання математичної формалізації дає змогу визначити оптимальне числове значення певного критерію за умови врахування факторів, що впливають на нього.

Загалом до кількісної групи методів моделювання бізнес-процесів належать методи, в яких використовується математична формалізація: аналітичне й імітаційне моделювання. Аналітичні моделі є рівняннями або системою рівнянь, які записані у вигляді алгебраїчних, інтегральних, диференціальних, звичайно-різницевих та інших співвідношень і логічних умов. Аналітичні моделі зазвичай статичні. Альтернативою аналітичним моделям є імітаційні (динамічні) моделі. Основна відмінність імітаційних моделей полягає в побудові алгоритму, що відображає послідовність розвитку процесів усередині досліджуваного об'єкта, та цифровому моделюванні поведінки об'єкта.

При оцінці фінансових результатів діяльності підприємства використовується факторний аналіз, в основу якого закладено принцип функціональної залежності факторів і результуючого показника. У літературі з економічного аналізу фінансові результати бізнесу представлені статичними математичними моделями. У таких роботах мікроекономічного рівня дослідження використано статистичні вибірки незалежних факторів для економетричного математичного моделювання аналізу формування фінансового результату на основі факторів, які із результатом корелюють. Однак надто велика кількість факторів може призвести до проблеми встановлення рівня функціональної залежності між ними та результатами. При такій великій кількості факторів слід проводити додаткове дослідження – факторний метод багатовимірної статис-

тичного аналізу для визначення головних компонент і скорочення розмірності вихідних даних. Якісний аналіз фінансово-економічної діяльності підприємства вимагає перманентної перебудови таких моделей при додаванні нових даних функціонування бізнесу. А для дослідження на макрорівні такий підхід призводить до збільшення впливу неврахованих екзогенних факторів на результуючий показник в моделі та помилки під час моделювання. Адже внутрішніх або галузевих показників (чинників) недостатньо для забезпечення адекватності моделювання фінансових результатів бізнесу, який працює у конкурентних умовах відкритої економіки. Для макроекономічного аналізу незалежними факторами та результатами моделі, на думку авторів, мають бути інтегровані індекси, в яких узагальнено систему якісних та кількісних фактороутворюючих показників як конкретного підприємства, так і бізнесу в цілому. Закономірним результатом оцінки функціонування бізнесу із використанням нейромережових технологій є вибір відповідного усталеним умовам інструментарію її забезпечення.

Як фактори, що впливають на фінансовий результат бізнес-процесів, визначено індикатори, узагальнені в індексах: x_1 – Networked readiness Index; x_2 – ICT Development Index; x_3 – індекс глобальної конкурентоспроможності України. В якості результуючого показника у обрано рентабельність бізнес-процесів в економіці України (табл. 1).

Реалізація спроектованих нейронних мереж здійснена в пакеті статистичного аналізу даних Statistica 13 Trial, в модулі Statistica Automated Neural Network (SANN) [15, 16]. Результати моделювання описано нижче. Під час побудови бази вихідних даних за навчальною, контрольною та тестовою вибірками було отримано наступні математичні моделі нейронних мереж моделювання фінансових результатів бізнес-процесів (табл. 2).

Таблиця 1

Динаміка незалежних факторів та результуючого показника*

Індекс, Україна	Індикатор		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
			Роки							
Networked readiness Index (7 = Best)	x (незалежні фактори)	x_1	3,53	3,53	3,85	3,87	3,87	4,0	4,2	4,44**
ICT Development Index (10=max)		x_2	4,41	4,64	4,97	5,15	5,19	5,23	5,31	5,62
Індекс глобальної конкурентоспроможності (Україна)		x_3	3,95	3,90	4,0	4,14	4,05	4,14	4,03	4,00
RentVal***	y (результуючий показник)		0,02	0,04	0,02	0,0003	-0,16	-0,08	0,01	0,04

* Складено на основі [13, 14].

** Показник змодельовано за результатами обрахунку лінії тренду з найвищим показником коефіцієнту детермінації, отримано значення через відсутність статистичних даних

*** Розраховано на підставі даних щорічних статистичних звітів [12]. Для розрахунку використано формулу

$$Rent = \frac{Profit\ Business}{Business\ Revenues}$$

Таблиця 2

Результати математичних моделей нейронних мереж, які показали найбільшу продуктивність на навчальній, контрольній та тестовій вибірках*

Summary of active networks (Model11)									
Index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Training error	Test error	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP 3-2-1	0,641974	0,00	0,037405	0,007214	BFGS 7	SOS	Tanh	Identity
2	MLP 3-3-1	0,507422	0,00	0,044218	0,004838	BFGS 7	SOS	Logistic	Logistic
3	RBF 3-7-1	0,774737	0,00	0,028538	0,057938	RBFT	SOS	Gaussian	Identity
4	RBF 3-6-1	0,714986	0,00	0,030251	0,076390	RBFT	SOS	Gaussian	Identity
5	RBF 3-4-1	0,617626	0,00	0,037448	0,049116	RBFT	SOS	Gaussian	Identity

* Складено авторами.

Спираючись на [17], обрано нейронну мережу під номером 3, а саме: RBF 3-7-1, яка має найвищу продуктивність на вищезазначених вибірках. На основі отриманої математичної моделі нейронної мережі моделювання фінансових результатів бізнес-процесів типу RBF 3-7-1, яка довела її адекватність, виконано ситуаційне моделювання зазначених фінансових результатів на наступних вихідних даних (табл. 3).

У процесі визначення результуючого показника отримали результати, які показано на рис. 1–3.

Описаний поверхнею ситуаційний прецедент (рис. 1) дає змогу стверджувати, що проміжний із зазначених даних рівень розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ICT Development Index; x_2) та мережевої готовності (Networked readiness Index; x_1) за незмінності індексу глобальної конкурентоспроможності України (x_3) може частково вирішити проблему від'ємного значення рівня рентабельності.

Проміжне значення рівня розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ICT Development Index; x_2) та високе значення

Вихідні данні для ситуаційного моделювання фінансових результатів бізнес-процесів*

Ситуація	x_1	x_2	x_3	Ситуація	x_1	x_2	x_3
1 (2017 р.)	5,44	5,62	4,00	12	6,44	7,62	4,00
2	5,94	5,62	4,00	13	4,44	6,62	5,00
3	6,44	5,62	4,00	14	4,44	7,12	5,50
4	4,44	6,62	4,00	15	4,44	7,62	6,00
5	4,44	7,12	4,00	16	5,44	5,62	5,00
6	4,44	7,62	4,00	17	5,94	5,62	5,50
7	4,44	5,62	5,00	18	6,44	5,62	6,00
8	4,44	5,62	5,50	19	5,44	6,62	5,00
9	4,44	5,62	6,00	20	5,94	7,12	5,50
10	5,44	6,62	4,00	21	6,44	7,62	6,00
11	5,94	7,12	4,00				

Незалежний фактор	Оптимальне значення	Сценарії, значення незалежного фактору		
		Песимістичний	Проміжний	Оптимістичний
x_1	7 (Best)	5,44	5,94	6,44
x_2	10 (max)	6,62	7,12	7,62
x_3	7 (Best)	5,00	5,50	6,00

* Складено авторами.

x_1 (Input), x_2 (Input), Y (Output)

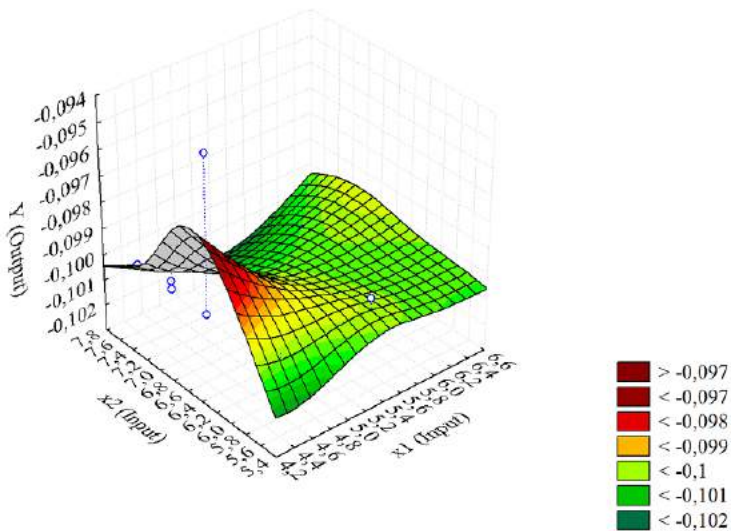
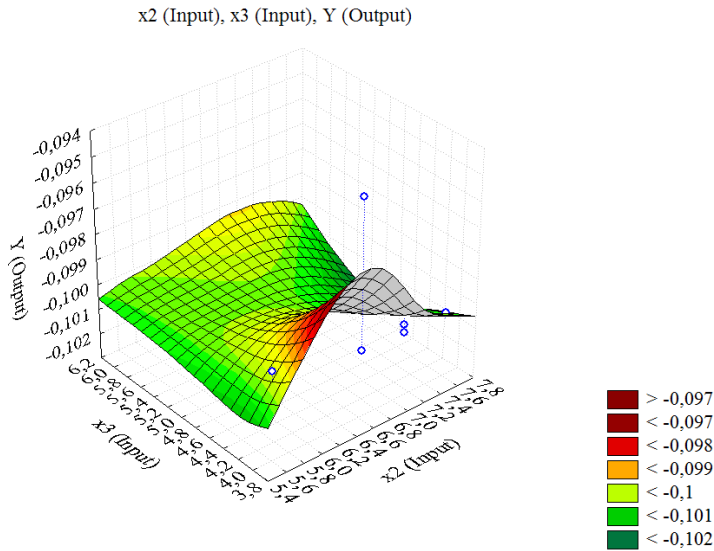


Рис. 1. Зріз поверхні відклику результуючого показника (y) та незалежних змінних x_1 та x_2 для нейронної мережі типу RBF 3–7–1*

* Побудовано авторами.



* Побудовано авторами.

індексу глобальної конкурентоспроможності України (x_3) за незмінності мережевої готовності (*Networked readiness Index*; x_1) також тільки частково вирішує проблему збитковості бізнес-процесів в українській економіці. Проте, як показано на рис. 3, зріз поверхні відклику результуючого показника (y) та незалежних змінних x_1 і x_3 для нейронної мережі типу RBF 3–7–1 описує ситуаційний прецедент впливу індексів мережевої готовності (*Networked readiness Index*; x_1) та рівня конкурентоспроможності України в глобальній економіці (x_3) за незмінності індексу розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (*ICT Development Index*; x_2). Іншими словами, вітчизняна економіка доки не готова увійти до учасників реалізації четвертої індустріальної революції та побудови цифрової економіки. Відповідно до зазначеного існує реальна потреба у швидкій модернізації бізнес-процесів, перенавчанні найманого персоналу, збільшенні платоспроможного попиту тощо.

Процес управління фінансовими результатами бізнес-процесів має відбуватися в певній послідовності і забезпечувати реалізацію головної мети та основних завдань цього управління. Низький поріг впливовості обраних показників дав змогу зафіксувати низьку еластичність показника рентабельності бізнесу в цілому по економіці України щодо вимог четвертої індустріальної революції, які мають цифрову ознаку. Проте у практичному сенсі виникає питання щодо пріоритетності використання нейромережевих технологій під час моделювання фінансових результатів бізнес-процесів над іншими методами аналізу й обробки даних. Алгоритм оцінки функціонування бізнесу й аргументація доцільності використання нейромережевих технологій наведено в рис. 4.

У нейронних мережах часовий ряд – це послідовність значень за результатами спостережень за функцією аналізу, упорядкованих в невідповідні моменти часу

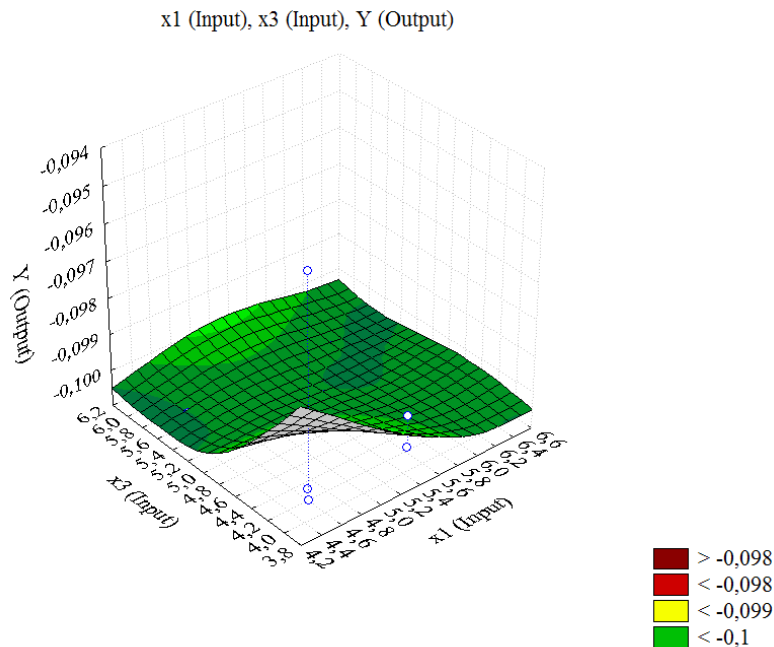


Рис. 3. Зріз поверхні відклику результуючого показника (y) та незалежних змінних x_1 та x_3 для нейронної мережі типу RBF 3–7–1*

* Побудовано авторами.

(база прецедентів). Відмінністю аналізу часових рядів від аналізу випадкових вибірок є припущення про рівні проміжки часу між спостереженнями та їх хронологічний порядок. Прив'язка спостережень до часу грає ключову роль. Відповідно, в роботі використано часові ряди незалежних факторів, накопичені в різноманітних базах даних, розташовані в хронологічному порядку. Для оцінки функціонування бізнесу при невеликій кількості факторів використовується нейромережеве імітаційне моделювання із використанням інтегрованих показників успішності бізнесу в умовах розвитку цифрової економіки за даними міжнародних моніторинрів.

Висновки. Використання відомих нині методів моніторингу фінансової результативності бізнесу не дає змоги виявити конвергенцію результуючого показника з

усіма факторами впливу. Запропонована методика моніторингу дала можливість виявити низький рівень готовності бізнесу до цифровізації економіки. Запропоноване вирішення проблеми засноване на компіляції вітчизняних і міжнародних показників, які комплексно характеризують сучасний рівень цифровізації економіки країни. Як зазначено у статті, набір незалежних факторів під час нейромережевого моделювання фінансових результатів бізнес-процесів має бути обмеженим. Тому їх вибірка проведена на дивергентній і системній основах із використанням індикаторів державного та міжнародного рівнів моніторингу.

За результатами теоретичних узагальнень удосконалено розуміння основної мети функціонування бізнесу. Особливістю запропонованої трактовки є звуження

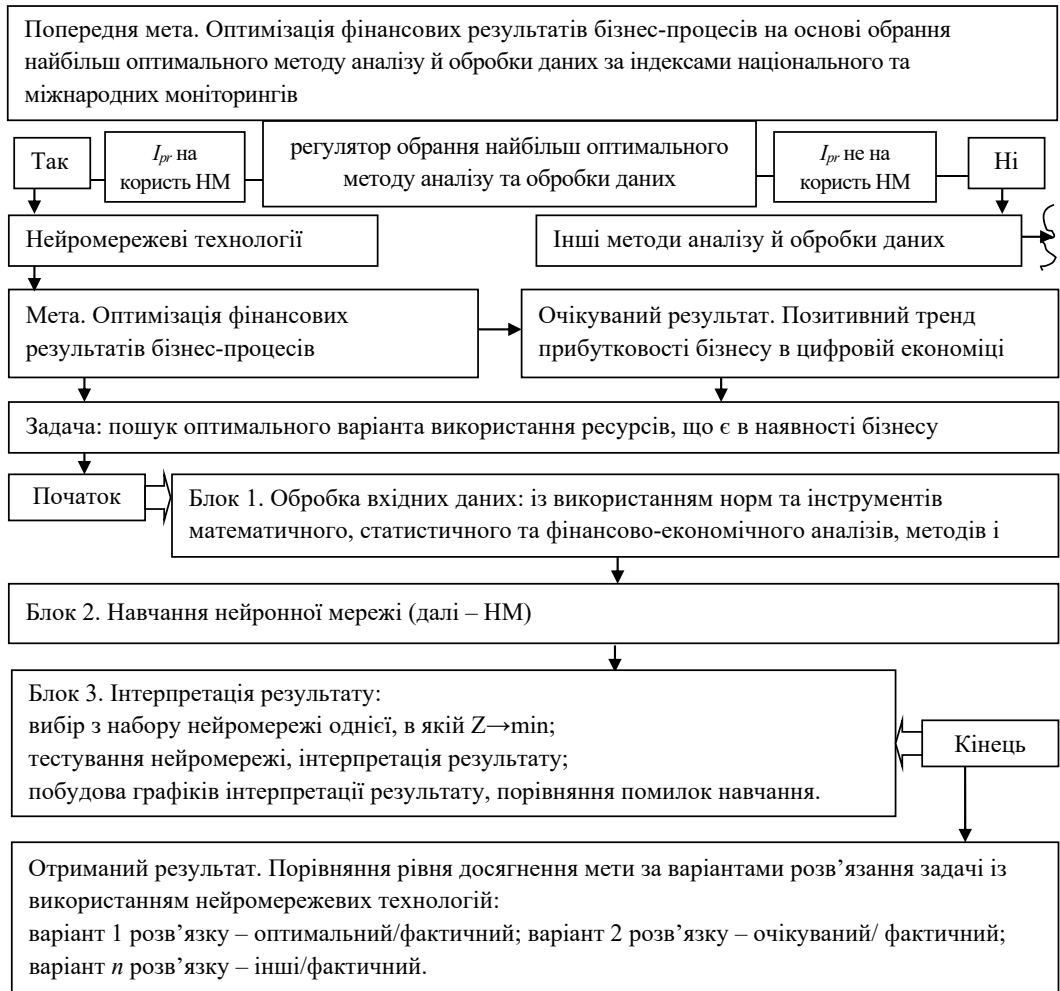


Рис. 4. Алгоритм застосування методики оцінки функціонування бізнесу із використанням нейромережевих технологій*

* Побудовано авторами.

функціональної складової бізнес-процесів на результуючу ознаку в режимі реального часу. Встановлено низькі показники мережевої готовності, рівня ІКТ розвитку, глобальної конкурентоспроможності вітчизняної економіки та рентабельності бізнесу. До того ж наведені показники в динаміці не мають значного зростання та вагомого впливу на економічне зростання в аналізованому проміжку. За поточними даними

для підвищення результативності бізнес-процесів доречні управлінські заходи в комплексі мережевої готовності та індексу розвитку ІКТ, а також індексів розвитку ІКТ та глобальної конкурентоспроможності. За змодельованими ситуаціями отримані результати дали можливість довести конвергентність результуючого показника відносно незалежних факторів. У роботі запропоновано алгоритм застосування ме-

тодики оцінки функціонування бізнесу із використанням нейромережових технологій. У межах представленого алгоритму актуалізовано цільовий пріоритет регулятора обрання найбільш оптимального методу аналізу та обробки даних.

Список використаних джерел

1. Tudoroiu N., Churu C., & Grigire M. *Neural networks architectures for modeling and simulation of the economy system dynamics*. *IEEE Trans Neural Netw.* 2008, Vol. 19. Iss. 9, Sept. P. 1549–1563.
2. Maditinos D., Chatzoglou P. *The use of neural networks in forecasting*. *Review of Economic Sciences*, 2004. 6. *TEI of Epirus*. P. 161–176.
3. Yu L., Huang W., Lai K. K. *Neural networks in finance and economics forecasting*. *International Journal of Information Technology and Decision Making*. 2007. Vol. 06, No.(01). P. 113–140.
4. Falat L., Pancikova L. *Quantitative modeling in economics with advanced artificial neural networks*. *Procedia Economics and Finance*. 2015. Vol. 34. P. 194–201.
5. Tello-Lea, E., Roa J., Rubiolo M., Ramirez U. *Predicting activities in business processes with LSTM recurrent neural networks*. 2018. 26-28 November. Santa Fe, Argentina. 13 p.
6. Iqbal M. F., Zahid M., Habib D., John L. K. *Efficient prediction of network traffic for real-time applications*. *Journal of Computer Networks and Communications*. 2019. Vol. 2019, Article ID 4067135. 11 p.
7. Курочкина И. П., Калинин И. И., Мамаева Л. А., Шувалова Е. Б. *Метод нейронных сетей в моделировании финансовых показателей компании*. *Статистика и экономика*. 2017. Т. 14, № 5. С. 33–41.
8. Guryanova L. S., Gvozdytskyi V. S., Dymchenko O. V., Rudachenko O. A. *Models of forecasting in the mechanism of early informing and prevention of financial crises in corporate systems*. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*. 2018. Vol.1, No. 26. P. 303–312.
9. Андрющенко К. А., Рудик В. К., Рябченко О. П., Качинська М. О., Мариненко Н. Ю., Шергіна Л. А., Ковтун В. П., Теплюк М. А., Жемба А. И., Кучай О. В. *Процеси управління інформаційною інфраструктурою цифрового підприємства в межах концепції “Індустрія 4.0”*. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2019. Вип. 1. №3(97). URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/157765/159963>.
10. Maita A.R.C., Martins L.C., Paz C.R.L., Peres S.M. *Process mining through artificial neural networks and support vector machines: A systematic literature review*. *Business Process Management Journal*. 2015. Vol. 21, No. 6. P. 1391–1415.
11. Francescomarino C. Di, Ghidini C., Maggi F. M., Milani F. *Predictive process monitoring methods: which one suits me best?* 16th International Conference, BPM 2018, Sydney, NSW, Australia, 2018. September 9–14. P. 462–479.
12. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
13. *The networked readiness index. Reports 2010–2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 of world economic forum*. URL: <http://www3.weforum.org>.
14. *Measuring the information society reports 2014, 2015, 2016, 2017. The official web-site of ITU Telecom*. URL: <https://www.itu.int/>.
15. Осовский С. *Нейронные сети для обработки информации / пер. с польского И. Д. Рудинского*. Москва : Финансы и статистика, 2002. 344 с.
16. Круглов В. В., Борисов В. В. *Искусственные нейронные сети. Теория и практика. 2-е изд., стереотип*. Москва : Горячая линия. Телеком, 2002. 382 с.
17. Касюк С. Т. *Анализ и прогнозирование спортивных данных в нейронных сетях : учеб.-метод. пособие*. Челябинск : Уральская академия, 2014. 72 с.

References

1. Tudoroiu, N., Churu, C., & Grigire, M. (2008). *Neural Networks architectures for modeling and simulation of the economy system dynamics*.

- IEEE Trans Neural Netw.* (Vol. 19). (Iss. 9). Sept. 2008, 1549–1563.
2. Maditinos, D. & Chatzoglou, P. (2004). The use of neural networks in forecasting. *Review of Economic Sciences*, 6, TEI of Epirus, 161–176.
3. Yu, L., Huang W., Lai K.K. (2007). Neural networks in finance and economics forecasting. *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 1, 113–140. (Vol. 6).
4. Falat, L. & Pancikova, L. (2015). Quantitative modelling in economics with advanced artificial neural networks. *Procedia Economics and Finance*. 194–201. (Vol. 34).
5. Tello-Leal, E., Roa, J., Rubiolo, M., & Ramirez, U. (2018). Predicting activities in business processes with LSTM recurrent neural networks. 26-28 November, Santa Fe, Argentina, 13.
6. Iqbal, M. F., Zahid, M., Habib, D., & John, L. K. (2019). Efficient prediction of network traffic for real-time applications. *Journal of Computer Networks and Communications*. (Vol. 2019). Article ID 4067135, 11 p.
7. Kurochkina, I.P., Kalinin, I.I., Mamatova, L.A., Shuvalova, E.B. (2017). Metod neyronnyh setey v modelirovanii finansovykh pokazateley kompanii [The method of neural networks in modeling the financial performance of the company]. *Statistika i ekonomika – Statistics and Economics*. 5, 33–41. (Vol. 14) [in Russian].
8. Guryanova, L. S., Gvozdytskyi, V. S., Dymchenko, O. V., Rudachenko, O. A. (2018). Models of forecasting in the mechanism of early informing and prevention of financial crises in corporate systems. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*. 26, 303–312. (Vol. 1).
9. Andryushchenko, K. A., Rudik, V. K., Ryabchenko, O. P., Kachinska, M. O., Marinenko, N. Yu., Shergina, L. A., Kovtun, V. P., Teplyuk, M. A., Zhemba, A. I., Kuchai, O. V. (2019). Protsey upravlinnia informatsiinoiu infrastrukturoiu tsyfrovoho pidpriemstva v mezhakh kontseptsii "Industriia 4.0". [Process management information infrastructure of the digital company in the inter-concept of "Industry 4.0"]. *Shidno-Yevropeyskyi Zhurnal pere-dovyh tehnologii – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 3(97), 303–312. (Vol. 1) [in Ukrainian].
10. Maita, A. R. C., Martins, L. C., Paz, C. R. L., & Peres, S. M. (2015). Process mining through artificial neural networks and support vector machines: A systematic literature review. *Business Process Management Journal*, 6, 1391–1415. (Vol. 21).
11. Francescomarino, C. Di, Ghidini, C., Maggi, F. M., & Milani, F. (2018). Predictive process monitoring methods: which one suits me best? 16th International Conference, BPM 2018, Sydney, NSW, Australia, September 9–14, 462–479.
12. Ofitsiyni sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Official site of the State Statistics Service of Ukraine]. (2018). Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
13. The networked readiness index. Reports 2010–2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 of World Economic Forum. Available at: <http://www3.weforum.org>.
14. Measuring the information society reports 2014, 2015, 2016, 2017. The official web-site of ITU Telecom. Available at: <https://www.itu.int/>.
15. Osovsky, S. (2002). Neyronnyie seti dlya obrabotki informatsii [Neural networks for information processing] (Trans. I. D. Rudinsky). Moscow: Financy i Statistika [in Russian].
16. Kruglov, V. V. & Borisov, V. V. (2002). *Iskusstvennyie neyronnyie seti. Teoriya i praktika* [Artificial neural networks. Theory and practice]. (2nd ed.). Moscow: Goryachaya liniya. Telecom [in Russian].
17. Kasuk S. T. (2014). Analiz i prognozirovanie sportivnykh dannykh v neyronnykh setyakh [Analysis and forecasting of sports data in neural networks]. Chelyabinsk: Uralskaya Akademiya [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 11.03.2019.