

УДК 330.46

Ревенко Д.С.

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіки та маркетингу
Національного аерокосмічного університету імені М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Revenko Daniil

Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Economic and Marketing
National Aerospace University "KhAI"

МОДЕЛЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ І РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕВИХ СИСТЕМ

MODELING THE SUSTAINABILITY OF THE FUNCTIONING AND DEVELOPMENT OF BRANCH SYSTEMS

У статті розроблено моделі оцінювання стійкості галузевих систем на основі стохастичного підходу. Проведений попередній комплексний аналіз функціонування галузей національного господарства України дав змогу визначити сучасні умови їх функціонування та виявити основні детермінанти їх розвитку. Визначено, що для аналізу стійкості соціально-

економічних систем мікрорівня найбільш адекватним серед стохастичних методів є метод інтегральних індексів. Запропоновано структуру методу побудови інтегрального індексу оцінювання стійкості функціонування та розвитку соціально-економічних систем мікрорівня, який складається з дев'яти етапів. На основі розробленого методу отримано моделі оцінювання стійкості підприємств галузей сільського господарства, роздрібної та оптової торгівлі й машинобудування. Моделі здатні оцінювати стан стійкості розвитку та функціонування підприємств, а також можуть бути покладені в основу розроблення ефективних управлінських рішень, спрямованих на забезпечення стійкості функціонування й розвитку окремого підприємства.

Ключові слова: стійкість, стохастичний підхід, підприємство, метод, кореляція, показники.

В статье разработаны модели оценивания устойчивости отраслевых систем на основе стохастического подхода. Проведенный предварительный комплексный анализ функционирования отраслей национального хозяйства Украины позволил определить современные условия их функционирования и выявить основные детерминанты их развития. Определено, что для анализа устойчивости социально-экономических систем микроуровня наиболее адекватным среди стохастических методов является метод интегральных индексов. Предложена структура метода построения интегрального индекса оценивания устойчивости функционирования и развития социально-экономических систем микроуровня, который состоит из девяти этапов. На основе разработанного метода получены модели оценивания устойчивости предприятий отраслей сельского хозяйства, розничной и оптовой торговли и машиностроения. Модели способны оценивать состояние устойчивости развития и функционирования предприятий, а также могут быть положены в основу разработки эффективных управленческих решений, направленных на обеспечение устойчивости функционирования и развития отдельного предприятия.

Ключевые слова: устойчивость, стохастический подход, предприятие, метод, корреляция, показатели.

The analysis of the economic situation and the sustainability of the Ukrainian economy shows weakening of innovation and investment activity, as well as a decrease in personnel, technological, scientific and technical potential of the main industries, regions and the state as a whole. These trends cause significant degradation of the industrial sector from external negative disturbances, as well as weakening the international competitiveness of Ukraine's economy. The paper proposed to conduct a comprehensive analysis of the functioning of the main sectors of the national economy of Ukraine in order to determine the current conditions for their functioning, to assess their level of the sustainability and determinants that stipulate it. This will allow analyzing the state of separate structural elements of the state's economy, as well as determining their ability to further sustainable development, which in turn will allow expanding the methodological apparatus of diagnostics and management of the sustainability of socio-economic systems of the micro level. The structure of the proposed method for developing an integrated index for assessing the sustainability of the functioning and development of micro-level socio-economic systems consists of nine stages. As a result, we obtained universal models for assessing the sustainability of the enterprises of mechanical engineering, agriculture and wholesale and retail trade. We can find general patterns that affect the level of sustainability. Positive influence makes by such indicators as reflecting the property status, capital and income of the enterprise: fixed assets, stocks and finished goods, capital investments, long-term liabilities and long-term bank loans, capital investments, depreciation, operating income. Negative influence makes by depreciation, goods and inventories, accounts receivable and short-term payables, as well as material expenses and expenses on sales. The development of integrated indexes for assessing the sustainability of enterprises of various industries allows to solve a number of important tasks such as to carry out diagnostics and monitoring of the sustainability of the enterprises of mechanical engineering, agricultural enterprises and enterprises of trade, to predict their condition in the future, to timely diagnose the negative causes and conditions, and to eliminate the negative factors that affect the sustainability of enterprises.

Keywords: sustainability, stochastic approach, enterprise, method, correlation, indicators.

Постановка проблеми. Аналіз економічної ситуації та стійкості розвитку економіки України свідчить про послаблення інноваційної та

інвестиційної активності, зниження кадрового, технологічного, науково-технічного потенціалів основних галузей, регіонів та держави загалом.

Ці тенденції спричиняють значну деградацію промислового сектору та сільського господарства від зовнішніх негативних збурень, а також послаблення міжнародної конкурентоспроможності економіки України. Реформування економіки не дає змогу вивести підприємства та галузі з кризового стану, а також підвищувати їх конкурентоспроможність. Позитивні зміни та структурні зрушення чергуються зі станами рецесії, шляхи подолання цих циклів можуть бути знайдені за умови розроблення механізмів оцінювання, планування та управління стійкістю підприємств різних галузей, а також розроблення стратегій, спрямованих на забезпечення стійкого розвитку. Саме довгостроковий стійкий стан позитивно впливає на розвиток промислового виробництва, торгівлі, сільського господарства, фінансовий та зовнішні сектори, а також транспорт та інфраструктуру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед авторів, які присвятили дослідження питанням стійкості, слід назвати таких, як Л.Н. Сергєєва, В.М. Порохня, Г.М. Гнатієнко, В.Є. Снитюк, О.В. Броїло, Л.В. Фролова, Т.В. Кореніцин, О.П. Овчинікова, А.Ю. Бец, І.Й. Яремко, О.В. Глушко, А.В. Матвійчук, Г.Б. Клейнер, Н.К. Васильєва.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Питання впровадження в практику суб'єктів господарювання інструментів, моделей та методів діагностики й управління їх стійкістю набувають найбільшої актуальності в сучасних нестабільних умовах. Розроблення управлінських дій дасть змогу підприємствам розробити покрокову стратегію реалізації стійкого розвитку, що в перспективі дасть змогу покращити фінансово-економічний стан та кадровий потенціал підприємства.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). У статті розроблено стохастичний метод оцінювання стійкості галузевих систем. Впровадження розроблених моделей дасть змогу проаналізувати стан окремих структурних елементів економіки держави, а також визначити їх спроможність до подальшого стійкого розвитку, що дасть можливість розширити методологічний апарат діагностики й управління стійкістю соціально-економічних систем мікрорівня.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час побудови стохастичної моделі оцінювання стійкості підприємств будь-якої галузі повинні бути враховані принципи достовірності, повноти обсягу, оперативності, збалансованості.

Як показав проведений аналіз методологічних підходів до стохастичного моделювання стійкості соціально-економічних систем, найбільш поширеним та найбільш зрозумілим в інтерпретації результатів дослідження є метод інтегральних індексів. Для аналізування стійкості соціально-економічних систем мікрорівня найбільш адекватним серед методів інтегральних індексів є комплексний підхід. Також слід враховувати те, що здебільшого для розроблення інтегральних індексів використовується метод експертних оцінок, що вносить високу суб'єктивність у відбір та оцінювання складових моделі, тому основним завданням постає розв'язання задачі формалізації підходу до відбору та оцінювання складових стійкості соціально-економічних систем мікрорівня.

Нижче наведено опис структури методу розроблення інтегрального індексу оцінювання стійкості функціонування й розвитку соціально-економічних систем мікрорівня, який складається з дев'яти етапів. На першому етапі формується вибірка статистичної інформації для проведення дослідження, відбору та оцінювання складових стійкості, а також побудови моделі.

На другому етапі проводиться відбір ключового (еталонного) показника, який всебічно характеризує стійкість функціонування й розвитку галузі (підприємства). Третій етап методу присвячений статистичному обробленню вхідних відібраних даних, які отримані на першому етапі методу. Статистичне оброблення значень показників проводиться на основі розрахунку абсолютних значень зростання:

$$\Delta x_z = x_{1z} - x_{0z}, \quad (1)$$

де x_{1z} , x_{0z} – поточне значення та попереднє значення показника, що характеризує функціональну складову стійкості підприємства.

Ця статистична процедура проводиться задля набуття ключового показника та показників, що відбираються для побудови моделі, зіставного вигляду.

Четвертий етап методу передбачає відбір показників для їх включення в інтегральну модель. Задля ідентифікації системних зв'язків між ключовим показником та показником, що проходить відбір, запропоновано використовувати парний коефіцієнт кореляції. Розрахунок парних коефіцієнтів кореляції дає змогу не тільки відібрати відповідний показник функціональної складової стійкості, але й визначити вплив цього показника на стан стійкості галузі (підпри-

емства). Показники функціональних складових поділяємо на дві групи, такі як показники-стимулятори та показники-дестимулятори:

– при значенні $r_{x_z} \rightarrow 1$ показник, що досліджується, є стимулюючим для рівня стійкості підприємства;

– при значенні $r_{x_z} \rightarrow -1$ показник, що досліджується, є дестимулятором рівня стійкості підприємства.

Значення коефіцієнта парної кореляції та характер відібраних показників відіграють важливу роль у конструюванні та оцінюванні складових інтегральної моделі. Відбір показників для включення в інтегральну модель стійкості підприємства проводиться на підставі шкали Чеддока (за умови наявності помірного системного зв'язку й вище). Використання процедури відбору показників на основі розрахунку коефіцієнта кореляції дає змогу формалізувати процедуру відбору показників, а також відібрати ті, які чинять найбільший вплив на стан стійкості підприємства.

На п'ятому етапі методу проводиться конструювання інтегральної моделі стійкості підприємства. Для виділення показників-стимуляторів та показників-дестимуляторів, а також для відображення балансу сил між комплексом показників стимуляторів та дестимуляторів запропоновано такий вигляд інтегральної моделі оцінювання стійкості підприємства:

$$IS = \sum_{s=1}^p V_s \cdot X_s - \sum_{d=1}^c V_d \cdot X_d, \quad (2)$$

де V_s, V_d – ваговий коефіцієнт при відповідному стимулюючому та дестимулюючому відбраному показнику функціональної складової стійкості підприємства, $\sum_{s=1}^p V_s = 1, \sum_{d=1}^c V_d = 1$; X_s, X_d – нормовані відібрані стимулюючі та дестимулюючі показники функціональної складової стійкості підприємства; p – кількість стимулюючих показників, які включені до моделі; c – кількість дестимулюючих показників, які включені до моделі.

Форма моделі має різницевий характер, тобто відображає баланс між сумою добутків показників-стимуляторів та показників-дестимуляторів. За стійкого розвитку підприємства сума добутку показників-стимуляторів буде мати більші значення, ніж сума добутку показників-дестимуляторів, а за умови негативних змін у діяльності підприємства та зниження стійкості сума добутків показників-дестимуляторів буде мати більші значення, ніж сума добутків показників-стимуляторів. Виходячи з цього, можемо визначити порогові значення інтегрального коефіцієнта стійкості підприємства:

1) $IS < 0$ – нестійкий стан функціонування підприємства;

2) $IS = 0$ – стан рівноваги стійкості підприємства;

3) $IS > 0$ – стійкий стан підприємства.

На шостому етапі проводиться присвоєння відібраним показникам відповідних вагових коефіцієнтів. Для усунення суб'єктивного впливу експертних оцінок запропонована така методика отримання вагових коефіцієнтів. Для кожної окремої групи (показників-стимуляторів і показників-дестимуляторів) вагові коефіцієнти розраховуються окремо. Так, після відбору показників до кожної з груп маємо коефіцієнти парної кореляції для кожного з відібраних показників, а для отримання вагових коефіцієнтів необхідно розрахувати значення на основі такого співвідношення:

$$V_s = \frac{r_{x_s}}{\sum_{s=1}^p r_{x_s}}. \quad (3)$$

Сутність цієї процедури полягає в тому, що за більшого системного зв'язку між ключовим показником і показником-стимулятором чи показником-дестимулятором ваговому коефіцієнту надається більше значення (вага), і навпаки.

Сьомий етап передбачає такі процедури. Після конструювання моделі інтегрального індексу та розрахунку кількісних значень коефіцієнтів вагомості при відібраних показниках для побудови інтегрального індексу необхідно, щоби всі відібрані показники були зіставлені, тобто приведені до єдиної метрики. Приведення до єдиної метрики показників проводиться на основі процедури нормування.

На восьмому етапі проводяться обґрунтування й логічний аналіз показників, які включені до інтегральної моделі. Після проведеного аналізу приймається рішення щодо кінцевого вигляду моделі та доцільності включення всіх показників до моделі. Це пов'язане з тим, що деякі групи показників можуть відображати одні й ті самі функціональні складові стійкості підприємства, тобто вносити в модель колінеарність.

Для кращого сприйняття структури моделі, факторів, які в неї входять, та їх вагомості на дев'ятому етапі запропоновано використовувати радіальні метричні діаграми. Радіальні метричні діаграми дадуть змогу досить швидко й ефективно візуалізувати результати моделювання з використанням інтегральних індексів та метричного оцінювання. Радіальні метричні діаграми в нашому разі відображають дворівневу ієрархію, яка задається $p+c$ -метричним простором, який визначає стан стійкості соціально-економічної системи (галузі, підприємства).

Нижче наведено опис апробації розробленого стохастичного методу моделювання стійкості підприємства. Для апробації вибрані підприємства трьох провідних галузей національного господарства України, а саме машинобудування, сільського господарства, оптової та роздрібною торгівлі.

Відповідно до першого етапу розробленого методу проведено збирання статистичної інформації з форм фінансової звітності «Форма 1. Баланс (Звіт про фінансовий стан)» та «Форма 2. Звіт про фінансові результати (Звіт про сукупний дохід)» для підприємств з відкритих джерел інформації Агентства з розвитку інфраструктури фондового ринку України [1]. Для формування статистичної вибірки з кожної галузі було відібрано по сто підприємств відповідно до чинного Класифікатора видів економічної діяльності (2010 рік).

Найважливішими групами факторів, які повинні бути прямо або опосередковано враховані в стохастичній моделі оцінювання стійкості підприємства, є основні засоби та їх оновлення чи знос, капітал підприємства, структура витрат, кадровий потенціал та витрати на труд, ефективність фінансово-економічної діяльності, чистий дохід, собівартість та прибуток. Значний негативний вплив на розвиток і функціонування підприємства, а також його стійкість чинять такі групи факторів, як плінність кадрів, відсутність досвіду у персоналу підприємства й низький рі-

вень організації праці, значний фізичний знос основних фондів підприємства, неефективний менеджмент, зростання витрат підприємства, наявність збитків.

Логічний аналіз відбору фінансово-економічних показників проходив за принципом впливу на стан стійкості підприємства (негативний чи позитивний вплив), а також за умови відображення певного аспекту функціонування соціально-економічного середовища підприємства. Вибірка для кожного підприємства відповідної галузі складається з 60 показників про фінансово-економічний стан його діяльності за 2015 та 2016 роки.

Відповідно до етапів методу з другого по п'ятий проведена статистична обробка даних, вибраний еталонний показник (чистий прибуток та чистий збиток), проведений кореляційний аналіз між еталонним показником та показниками у вибірці, на основі значень коефіцієнтів кореляції відібрані показники, а також розраховані вагові коефіцієнти для кожної галузі. Дані для побудови моделей інтегральних індексів стійкості підприємств для трьох вибраних галузей наведені в табл. 1–3.

Відповідно до загального вигляду моделі стійкості підприємства (2), а також результатів моделювання, які наведені в табл. 1–3 стохастичні моделі оцінювання стійкості підприємств для трьох провідних галузей національного господарства, що аналізуються, будуть мати такий вигляд:

- для машинобудівної галузі:

$$IS_m = (0,237OF_m + 0,192TZ_m + 0,172GP_m + 0,25IO_m + 0,149AM_m) - (0,262DA_m + 0,215KD_m + 0,24SR_m + 0,283OZ_m) \quad (4)$$

- для сектору оптової та роздрібною торгівлі:

$$IS_t = (0,229NK_t + 0,259DK_t + 0,273OA_t + 0,24OD_t) - (0,213ZN_t + 0,119VZ_t + 0,168DP_t + 0,237GE_t + 0,142KK_t + 0,122MZ_t) \quad (5)$$

- для сільського господарства:

$$IS_s = (0,319DK_s + 0,33OD_s + 0,353VK_s) - (0,259ZN_s + 0,244TO_s + 0,263KK_s + 0,234ZZ_s) \quad (6)$$

Як видно з розроблених моделей, майже всі вони відрізняються своїм власним набором показників. Це підтверджує той факт, що не може бути знайдена універсальна модель оцінювання стійкості для кожного підприємства будь-якої галузі, але в моделях можна знайти загальні закономірності, які впливають на рівень стійкості. Так, позитивний вплив чинять показники, що відображають майновий стан, капітал і доходи підприємства, такі як основні засоби, запаси й готова продукція, капітальні інвестиції, довго-

строкові зобов'язання та довгострокові кредити банків, капітальні інвестиції, амортизація, операційні доходи. Так, зростання фізичного капіталу чинить вплив на економічний розвиток підприємства, для збільшення основних засобів одним з джерел є довгострокові кредити й капітальні інвестиції, які також є стимулюючими показниками для стійкості підприємств. Крім оборотного капіталу, складові оборотного капіталу є також індикаторами для стійкості підприємств, з активізацією діяльності підприємства

Таблиця 1

Дані для побудови інтегрального індексу стійкості для підприємств машинобудування

Показник	Коефіцієнт кореляції	Ваговий коефіцієнт
<i>Показники-дестимулятори</i>		
Дебіторська заборгованість за розрахунками, тобто виданими авансами (DA_m)	-0,661	0,262
Поточна кредиторська заборгованість за довгостроковими зобов'язаннями (KD_m)	-0,535	0,215
Собівартість реалізованої продукції товарів, робіт, послуг (SR_m)	-0,605	0,24
Інші операційні витрати (OZ_m)	-0,713	0,283
<i>Показники-стимулятори</i>		
Основні засоби (OF_m)	0,823	0,237
Запаси (TZ_m)	0,663	0,192
Готова продукція (GP_m)	0,6	0,172
Інші довгострокові зобов'язання (IO_m)	0,869	0,25
Амортизація (AM_m)	0,518	0,149

Таблиця 2

Дані для побудови інтегрального індексу стійкості
їдля підприємств оптової та роздрібної торгівлі

Показник	Коефіцієнт кореляції	Ваговий коефіцієнт
<i>Показники-дестимулятори</i>		
Знос основних засобів (ZN_t)	-0,841	0,213
Виробничі запаси (VZ_t)	-0,475	0,119
Дебіторська заборгованість за продукцію, товари, роботи, послуги (DP_t)	-0,670	0,168
Гроші та їх еквіваленти (GE_t)	-0,942	0,237
Короткострокові кредити банків (KK_t)	-0,566	0,142
Матеріальні затрати (MZ_t)	-0,484	0,122
<i>Показники-стимулятори</i>		
Незавершені капітальні інвестиції (NK_t)	0,732	0,229
Довгострокові кредити банків (DK_t)	0,828	0,259
Загальна кількість оборотних активів (OA_t)	0,873	0,273
Інші операційні доходи (OD_t)	0,768	0,24

Таблиця 3

Дані для побудови інтегрального індексу стійкості
їдля підприємств сільського господарства

Показник	Коефіцієнт кореляції	Ваговий коефіцієнт
<i>Показники-дестимулятори</i>		
Знос основних засобів (ZN_s)	-0,837	0,259
Товари (TO_s)	-0,789	0,244
Короткострокові кредити банків (KK_s)	-0,849	0,263
Витрати на збут (ZZ_s)	-0,755	0,234
<i>Показники-стимулятори</i>		
Довгострокові кредити банків (DK_s)	0,891	0,319
Інші операційні доходи (OD_s)	0,922	0,33
Власний капітал, усього за розділом I. Пасиви (VK_s)	0,984	0,351

зростає також потреба в оборотних коштах, тому показники «запаси», «готова продукція» віднесені до показників-стимуляторів.

До показників-дестимуляторів належать знос, товари та виробничі запаси, дебіторська та короткострокова кредиторська заборгованість, а також матеріальні витрати й витрати на збут. Протилежним показником для вартості необоротного капіталу є знос основних засобів, зі збільшенням зносу основних засобів зменшується вартість основних засобів, що чинить вплив на стан стійкості підприємства. Для підприємств торгівлі збільшення виробничих запасів та товарів збільшує строк оборотності, що знижує прибутковість і «вимиває» ліквідні обігові кошти з обороту. Те ж саме стосується дебіторської заборгованості, зі зростанням якої збільшується оборотність обігових коштів, відповідно, це впливає на стан стійкості підприємства. Ще одним показником-дестимулятором для стійкості підприємства є короткострокова кредиторська заборгованість. Короткострокова кредиторська заборгованість чинить значний «тиск» на прибуток підприємства, особливо в умовах значної вартості кредитних ресурсів.

Висновки. Розроблення інтегральних індексів оцінювання стійкості підприємства різних галузей дає змогу вирішити низку важливих завдань, які сформовані в дослідженні, а саме проводити діагностику й моніторинг стійкості підприємств машинобудування, сільськогосподарських підприємств, а також підприємств торгівлі, прогнозувати їх стан у майбутньому, своєчасно діагностувати негативні причини й умови, а також усувати негативні фактори, які впливають на стан стійкості підприємств. В комплексі з розробленим модельним підходом та інструментальними засобами його реалізації це дасть змогу розробити управлінську систему, яка дасть можливість оперативно виявляти причини нестійкого стану підприємства й розробляти заходи щодо усунення цих станів, а також підвищувати стійкість підприємства.

Бібліографічний список:

1. Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України (АРІФРУ) : веб-сайт. URL: <http://www.smida.gov.ua> (дата звернення: 01.04.2019).
2. Вартанян В.М., Ревенко Д.С., Лыба В.А. Моделирование экономической устойчивости предприятия машиностроительного комплекса. *Актуальні проблеми економіки*. 2014. Вип. 6(156). С. 437–443.
3. Ревенко Д.С. Концепція моделювання діагностики й управління стійкістю соціально-економічних систем. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2016. Вип. 18. С. 194–197.
4. Ревенко Д.С. Формування стохастичного підходу до діагностики і моделювання стійкості соціально-економічних систем. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії*. 2018. Вип. 6(18). С. 273–277.

References:

1. Aghentstvo z rozvytku infrastruktury fondovogho rynku Ukrainy (ARIFRU) : veb-sajt. URL: <http://www.smida.gov.ua> (data zvernennja: 01.04.2019).
2. Vartanyan V.M., Revenko D.S., Lyba V.A. (2014). Modelirovanie ekonomicheskoy ustoychivosti predpriyatiya mashinostroitel'nogo kompleksa [Modeling the Economic Sustainability of the Machine-Building Enterprise]. *Actual Problems of Economics*, no. 6(156), pp. 437–443.
3. Revenko D.S. (2016). Koncepcija modeljuvannja diaghnostryky j upravlinnja stijkistju socialjno-ekonomichnykh system [Conceptual Models of Diagnostics and Management of Social and Economic Systems]. *Scientific Journal of Kherson State University*, no. 18, pp. 194–197.
4. Revenko D.S. (2018). Formuvannja stokhastychnogho pidkhodu do diaghnostryky i modeljuvannja stijkosti socialjno-ekonomichnykh system [Formation of a Stochastic Approach to the Diagnostics and Modeling of the Sustainability Socio-Economic Systems]. *Economic Bulletin of Zaporizh-zhe State Engineering Academy*, no. 6(18), pp. 273–277.