

**МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНІ ІНСТРУМЕНТИ ДІАГНОСТИКИ
ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
ПІДПРИЄМСТВА**

УДК 330.43

**Малярець Л. М.
Жуков А. В.**

Проаналізовано інструменти діагностики стану економічного явища чи процесу, обґрунтовано корисність математико-статистичних інструментів діагностики. Рекомендовано завжди попередньо в процедурі діагностики застосовувати інструменти описової статистики для дослідження змін значень показників. Подальший аналіз системи показників ефективності виробничо-господарської діяльності підприємств слід продовжувати дослідженням причинно-наслідкових взаємозв'язків між основними складовими ефективності: ефективністю підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства, ефективністю використання окремих видів ресурсів та соціально-екологічною ефективністю за допомогою методу багатовимірного статистичного аналізу – канонічного аналізу. Запропоновано логіку проведення діагностики ефективності виробничо-господарської діяльності підприємств з використанням математико-статистичних інструментів.

Ключові слова: інструменти діагностики, ефективність виробничо-господарської діяльності підприємства, математико-статистичні інструменти, логіка проведення діагностики, механізм взаємозв'язку між показниками ефективності.

**МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДИАГНОСТИКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

УДК 330.43

**Малярець Л. М.
Жуков А. В.**

Проанализированы инструменты диагностики состояния экономического явления или процесса, обоснована полезность математико-статистических инструментов диагностики. Рекомендовано всегда первоначально в процедуре диагностики использовать инструменты описательной статистики для исследования изменений значений показателей. Дальнейший анализ системы показателей эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятий следует продолжить исследованием причинно-следственных взаимосвязей между основными составляющими эффективности: эффективностью подсистем производственно-хозяйственной деятельности предприятий, эффективностью использования отдельных видов ресурсов и социально-экономической эффективностью с помощью метода многомерного статистического анализа – канонического анализа. Предложена логика проведения диагностики эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятия с использованием математико-статистических инструментов.

Ключевые слова: инструменты диагностики, эффективность производственно-хозяйственной деятельности предприятия, математико-статистические инструменты, логика проведения диагностики, механизм взаимосвязи между показателями эффективности.

**MATHEMATIC AND STATISTICAL INSTRUMENTS OF DIAGNOSING
THE EFFICIENCY OF ENTERPRISES PRODUCTION AND ECONOMIC ACTIVITIES**

UDC 330.43

**L. Malyarets
A. Zhukov**

The instruments of diagnosing economic phenomenon or process are analyzed in the article, the usefulness of mathematic and statistical instruments of diagnostics is proved. It is recommended in diagnostic procedure to apply always descriptive statistics tools for the study of changes in the indicators. The further analysis of the system of the efficiency of

indexes of enterprises production and economic activity should be continued by studying causal relationships between selected basic components of the efficiency: the efficiency of subsystems of production and economic activity of enterprises, the efficiency of certain resources use, social and environmental efficiency using the method of multivariate statistical analysis, i.e. canonical analysis. The logic of the diagnostic efficiency of productive and economic activity of enterprises using mathematic and statistical instruments is proposed.

Keywords: the instruments of diagnostics, the efficiency of production and economic activity of an enterprise, mathematic and statistical instruments, the logic of diagnostics, mechanism of the relationship between efficiency indexes.

Повнота реалізації функцій діагностики залежить від адекватних інструментів, за допомогою яких ідентифікують стандартні підприємства в часовому і просторовому вимірах, порівнюють отримані результати з бажаними або запланованими, визначають причинно-наслідкові механізми взаємозв'язку елементів ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства як складної системи, виявляють "вузькі місця" в управлінні діяльністю підприємства, прогнозують основні тенденції розвитку діяльності підприємства, виявляють резерви розвитку діяльності підприємства, визначають оптимальність виробничо-господарської діяльності підприємства. Усе це дає змогу своєчасно ідентифікувати, передбачати як позитивні аспекти, тобто сприятливі умови, фактори виробничо-господарської діяльності підприємства, так і негативні, які можна усунути або звести до мінімуму завдяки розробленому на основі результатів діагностики управлінському рішенню [1; 2].

Об'єктивність результатів діагностики стану економічного явища чи процесу залежить від технології її проведення, особливо від складу інструментів, завдяки яким реалізуються функції діагностики. Проблеми діагностики у вітчизняній економіці є новими. Так, науковці Афанасьєв М. В. [3], Воронкова А. Е. [1], Кизим М. О. [2], Лутай Л. А. [4], Отенко І. П. [1], Перерва П. Г. [5] у своїх роботах досліджували процедури та інструменти, практичну реалізацію діагностики. Для визначення складу інструментів діагностики ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства доцільно розглянути інструменти, які використовуються у процесі розроблення управлінських рішень в економіці та у ході проведення економічного аналізу.

У процесі розробки управлінських рішень виділяють інструменти: аналітичні, статистичні, математичного програмування, евристичні, активізаційні, експертні, методи сценаріїв і метод дерева рішень [6, с. 180–212]. Аналітичні методи базуються на роботі керівника або фахівця з набором аналітичних співвідношень. Вони визначають залежності між умовами виконання задачі і її результатами у вигляді формул, графіків або логічних співвідношень. У діяльності підприємств є багато типових залежностей, які мають об'єктивний характер. Як правило, ці методи використовують теорію ймовірностей, теорію марківських процесів, теорію масового обслуговування. Статистичні методи базуються на використанні інформації про минулий позитивний досвід підприємств, які мають досягнення в якій-небудь сфері діяльності, для розробки або реалізації управлінських рішень на інших підприємствах. До цих методів належать послідовний аналіз і аналіз статистичних випробувань. Особливо рекомендується виділяти метод математичного програмування. Цей метод дозволяє обчислити найкращий варіант рішення за критерієм оптимальності програми дії управлінського рішення. Матричний метод передбачає вибір найкращого рішення з набору альтернатив на основі компромісів ознак, досягнутих зацікавленими сторонами. До активізаційних належать методи психологічної активізації і методи підключення нових інтелектуальних джерел. До психологічних відносять методи конференції ідей, методи мозкової атаки, питань та відповідей. Методи підключення базуються на залученні людини до колективного мислення під наглядом висококваліфікованого фахівця або штучного інтелекту. До них відносять теоретико-ігрові методи, метод наставництва, роботу з консультантами. Теоретико-ігровий метод застосовується за великих обсягів інформації, складності її обробки або нестачі часу для обробки. Він ґрунтується на моделі, яка включена до людинокomp'ютерної системи розробки рішень. Експертні методи базуються на спільній думці фахівців, зазвичай у сферах діяльності, які перетинаються, або суміжних, наприклад, соціології, психології. Існують чотири основних напрями експертних методів: метод простого ранжування, метод задання вагових коефіцієнтів, метод послідовних порівнянь і метод парних порівнянь. Евристичні методи базуються на логіці, здоровому глузді й досвіді,

завдяки яким виявляється нова істотна інформація для розробки управлінського рішення. Метод сценаріїв ґрунтується на передбаченні варіантів рішень і очікуваних при цьому наслідків. Метод дерева рішень передбачає аналіз графічних зображень зв'язків основних і наступних варіантів управлінського рішення за основними результатами кожного рішення і очікуваної ефективності. Таким чином, виходячи із функціонального призначення діагностики та розглянутого змісту кожного з методів, що використовуються під час розробки управлінських рішень в економіці, для її реалізації слід використовувати аналітичні методи, статистичні, математичні, а точніше, оптимізаційні, експертні методи сценаріїв.

Інструменти, які використовують у процесі проведення економічного аналізу, розподіляються залежно від етапів його реалізації: первинної обробки інформації; вивчення стану та закономірностей розвитку об'єкта, що досліджується; визначення впливу факторів на результати діяльності підприємства; оцінки резервів зростання ефективності виробництва; обґрунтування бізнес-планів [7, с. 5–65]. Так, у ході первинної обробки інформації рекомендується використовувати методи групування показників, порівняння, графічного подання інформації, обчислення відносних і середніх величин. Вивчення стану та закономірностей розвитку об'єкта, що досліджується, слід здійснювати за допомогою статистичних методів аналізу показників рядів динаміки. У процесі визначення впливу факторів на результати діяльності підприємства використовують детермінований (зв'язок, коли кожному значенню факторної ознаки відповідає одне єдине значення результату) і стохастичний види факторного аналізу (зв'язок, коли значенню факторної ознаки відповідає випадкове значення результату). У процесі оцінки резервів і обґрунтування бізнес-планів використовують методи: економічні, матричні, теорії виробничих функцій, теорії міжгалузевого балансу, оптимізаційні методи. Проте вважається, що основним методом економічного аналізу є "аналітичний метод, за допомогою якого таке складне явище, як господарська діяльність підприємства явно розкладається на окремі, більш прості складові елементи, а потім визначаються їхні кількісні та якісні сторони, зв'язки й взаємодії" [8, с. 22]. Взагалі в економічному аналізі часто використовуються такі методи: деталізації, порівняння і моделювання, балансовий, елімінування, статистичні, економіко-математичні [9].

Отже, огляд робіт провідних фахівців із проблем розробки управлінського рішення, економічного аналізу дає підстави зробити висновки, що в цілому думка вчених щодо пріоритету аналітичних інструментів співпадає. Існує підтвердження доцільності використання статистичних та оптимізаційних методів дослідження ознак ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства в процесі проведення діагностики. Проте слід зазначити, що в практиці розробки управлінського рішення та проведення економічного аналізу не використовуються інструменти описової статистики, незважаючи на те, що корисність цих інструментів доведена як теоретично, так і в практичній діяльності [10–12].

Рекомендується завжди розпочинати вивчення природи функціонування та розвитку об'єкта в економіці з аналізу спостережень чи даних його елементарних ознак, що передбачає аналіз закономірної та випадкової мінливості величини ознаки, сформованої в показник, виявлення закономірної мінливості на фоні випадкової. Сучасні методи багатовимірної статистичного аналізу та їх комп'ютерна реалізація у вигляді спеціальних пакетів дозволяють комплексно провести дослідження, оцінити параметри наявних закономірностей, перевірити різні гіпотези щодо їх закономірності [10, с. 103–104]. І далі, для того щоб об'єктивно дослідити величину елементарної ознаки об'єкта, потрібно значення, потрібно проаналізувати сукупність значень у динаміці, по-перше, на даному об'єкті, по-друге, в однорідній групі об'єктів, по-третє, у всій сукупності об'єктів, якщо це можливо й доцільно. Дане дослідження величини ознаки можливе, якщо використати інструменти описової статистики, склад яких поділяється на чотири групи. До першої групи входять показники положення чи стану, які описують

положення значень величини ознаки на числовій осі, а саме: вибіркове середнє, вибіркова медіана, мода, найбільше та найменше значення величини ознаки, перцентилі, зокрема, квартилі. До другої групи належать показники розкиду, які описують ступінь розкиду значень величини відносно свого центра та характеризують ступінь їх мінливості. До цих показників належать дисперсія сукупності значень (вибіркової чи генеральної), стандартне відхилення, розмах сукупності, міжквартильний розмах. Ці показники характеризують купчастість значень величини відносно свого центра. Третя група складається з показників форми розподілу значень величини ознаки – коефіцієнтів асиметрії та ексцесу. Відомо, що до показників асиметрії відносять такі: коефіцієнт асиметрії, стандартизований коефіцієнт асиметрії, положення вибіркової медіани відносно вибіркового середнього, положення вибіркового квартилі і т. д. Важливість коефіцієнта асиметрії обумовлена тим, що він описує симетрію розподілу значень величини відносно свого центра. Плосковершинність (гольчатість) розподілу значень величини ознаки відображає коефіцієнт ексцесу. Якщо значення стандартизованого коефіцієнта ексцесу менше від двох, то асиметрії немає. Четверту групу утворюють графічні засоби, що описують закон розподілу значень величини ознаки. Наведені засоби дають уявлення про закон розподілу значень. До їх складу відносять гістограми, кумуляти, блокові діаграми, таблиці частот.

Доцільність використання інструментів описової статистики для проведення діагностики ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства пояснює і можливість "побачити всю картину", оскільки мета статистики – опис інформації, що містить великі сукупності значень величин, невеликою кількістю показників, які виражають найфундаментальніші властивості сукупностей за допомогою раціонально побудованого комплексу засобів описової статистики.

Отже, для проведення поглибленого, детального дослідження ознак ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства необхідно вивчити закони розподілу значень показників за допомогою інструментів описової статистики, до складу яких входять: показники положення чи стану, які описують положення значень величини ознаки на числовій осі (вибіркове середнє, вибіркова медіана, мода, максимальне та мінімальне значення, перцентилі, зокрема, квартилі); показники розкиду, які описують ступінь розкиду значень величини відносно свого центра та характеризують ступінь їх мінливості. До цих показників належать дисперсія сукупності значень, стандартне відхилення, розмах сукупності, міжквартильний розмах; показники форми розподілу значень величини ознаки (коефіцієнти асиметрії та ексцесу, нормований коефіцієнт асиметрії, нормований коефіцієнт ексцесу); графічні засоби, що описують закон розподілу значень величини ознаки (гістограми, кумуляти, блокові діаграми, таблиці частот) [11, с. 103–123]. Фахівці з проблем математичних методів та моделей в економіці рекомендують в аналізі величин показників особливу увагу звернути на існування викидів в наборі значень та з'ясувати їх характер, причину.

Реалізація наведених інструментів описової статистики для вирішення завдання дослідження ознак ефективності виробничо-господарської діяльності підприємств з метою їх діагностики здійснена за допомогою спеціального статистичного пакета Statgraphics Centurion. Слід відзначити, що дослідження числових характеристик та законів розподілу значень економічних показників є передумовою коректності використання математичних методів для аналізу даних в економіці.

Таблиця містить основні статистичні характеристики величин ознак ефективності виробничо-господарської діяльності підприємств, що досліджувались. Показники, що визначають ефективність виробничо-господарської діяльності підприємств, були обґрунтовані в авторській роботі [13]. Далі наведено позначення показників: частка внутрішнього ринку (X_1), рентабельність інвестицій (X_2), рентабельність інноваційних заходів (X_3), рентабельність продажу продукції (X_4), рентабельність виробництва і збуту (X_5), частка експорту (X_6), коефіцієнт фінансової автономії (X_7), коефіцієнт абсолютної ліквідності (X_8), коефіцієнт підвищення кваліфікації персоналу (X_9), ефективність витрат на інформатизацію та програмне забезпечення (X_{10}), рентабельність активів (Y_1), рентабельність оборотних засобів (Y_2), рентабельність власного

капіталу (Y_3), темп зростання продуктивності праці (Y_4), абсолютне вивільнення (-), приріст (+) трудових ресурсів (Y_5), рентабельність матеріальних витрат (Y_6), економія (-), приріст (+) матеріальних витрат (Y_7), Фондовіддача (Y_8), економія (-), приріст (+) основних виробничих фондів (Y_9), коефіцієнт оборотності (Y_{10}), вивільнення (-), додатковий приріст (+) оборотних активів (Y_{11}), частка витрат, що спрямовуються на соціальний розвиток працівників (Z_1), коефіцієнт розвитку екологічного механізму (Z_1).

Таблиця

Статистичні характеристики значень показників

Показники	Середнє значення	Медіана	Мінімальне значення	Максимальне значення	Коефіцієнт варіації	Нормований коефіцієнт асиметрії	Нормований коефіцієнт ексцесу
1	2	3	4	5	6	7	8
Показники ефективності підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства (X)							
x_1	0,258	0,21	0,08	0,56	54,78 %	1,2617	-0,791
x_2	32,878	1,149	-60,157	725,163	446,58 %	9,655	23,531
x_3	8,333	6,78	-343,862	332,706	1208,66 %	-0,827	10,581
x_4	-0,068	0,125	-1,813	0,532	-933,49 %	-3,652	2,198
x_5	0,038	0,026	-0,233	0,257	298,49 %	-0,438	0,499
x_6	1,828	1,69	1,05	3,2	32,96 %	0,970	-0,737
x_7	0,612	0,738	-0,234	0,921	48,83 %	-3,832	3,448
x_8	0,139	0,007	0	1,099	215,62 %	5,861	7,829
x_9	0,2549	0,146	0,03	0,799	94,62 %	2,164	-0,190
x_{10}	12,494	0,576	-6,132	166,745	320,66 %	6,961	11,277

Закінчення таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
Ефективність використання ресурсів підприємства (Y)							
y_1	0,0111	0,028	-0,445	0,195	1215,34 %	-3,900	4,808
y_2	0,502	0,363	0,07	1,892	77,41 %	4,405	6,067
y_3	-43648,5	-18839,5	-23611,5	28279	-147,83 %	-3,814	3,469
y_4	0,062	0,058	-0,381	0,685	319,93 %	1,464	3,707
y_5	-1,450	0,073	-36,15	0,252	-498,98 %	-10,185	25,440
y_6	167,121	121,317	76,607	542,1	70,10 %	4,67888	5,278
y_7	87,127	84,081	39,275	136,477	27,39 %	-0,468	0,117
y_8	2,572	1,873	1,086	6,309	59,13 %	3,1495	1,005
y_9	17,326	-1,709	-95,807	269,347	490,03 %	2,475	1,842
y_{10}	92,709	59,8	1,95	666,49	1215,34 %	-3,900	4,808

Соціально-екологічна ефективність підприємства (z)							
z ₁	0,103	0,055	0	0,349	94,56 %	3,224	1,795
z ₂	0,251	0,263	0,001	0,576	76,54 %	0,122	-1,438

Зіставлення середнього значення і медіани, аналіз нормованих коефіцієнтів асиметрії та ексцесу свідчать, що тільки розподіли значень показників: частки внутрішнього ринку (x₁), рентабельності виробництва ізбуту (x₂), частки експорту (x₃), економії (-), приросту (+) матеріальних витрат (z₁), коефіцієнта розвитку екологічного механізму (z₂) близькі до нормального закону розподілу. Інші показники набули значення, розподіл яких далекий від нормального. Такі висновки підтверджують і побудовані закони розподілу та блокові діаграми – "ящики з вусами" показників ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства.

Подальший аналіз системи показників ефективності виробничо-господарської діяльності підприємств з метою її діагностики слід продовжити дослідженням причинно-наслідкових взаємозв'язків між виділеними основними складовими ефективності: ефективністю підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства, ефективністю використання окремих видів ресурсів та соціально-екологічною ефективністю. Визначення взаємозв'язку між системами випадкових величин можливе завдяки математичному методу багатовимірної статистичного аналізу – канонічному аналізу. Цей взаємозв'язок визначається за допомогою нових змінних – канонічних величин, що обчислюються як лінійні комбінації початкових ознак. Нові канонічні змінні вибираються таким чином, щоб нові координати безпосередньо вказували значення кореляції. У кожній групі відшукуються лінійні комбінації початкових величин, які мають максимальну кореляцію. Вони й будуть першими координатами нової системи. Після цього в кожній групі розглядаються наступні лінійні комбінації, в яких кореляція більша, ніж між будь-якими іншими лінійними комбінаціями. Побудова продовжується доти, поки не будуть повністю одержані нові координатні системи [10; 11].

Відніми даними для проведення канонічного аналізу була система показників ефективності виробничо-господарської діяльності підприємств, структурована за трьома основними складовими ефективності: ефективністю підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства (X₁, ..., X₁₀); ефективністю використання окремих видів ресурсів (Y₁, ..., Y₁₀); соціально-екологічною ефективністю (Z₁, Z₂). Наприклад, для виявлення зв'язку між показниками ефективності використання окремих видів ресурсів і показниками ефективності підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства початкові дані були подані у вигляді матриці:

$$\begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{18} & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{16} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{28} & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{26} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Y_{241} & Y_{242} & \dots & Y_{248} & X_{241} & X_{242} & \dots & X_{246} \end{pmatrix}$$

Майже всі алгоритми обчислень методу канонічних кореляцій передбачають $p \leq q$, де p – кількість ознак, що входять до першої системи; q – кількість ознак, що входять до другої системи.

Відомо, що канонічна кореляція – це кореляція між новими компонентами (канонічними змінними) U і V :

$$U = {}_1y_1 + {}_2y_2 + \dots + {}_qy_q,$$

$$V = {}_1x_1 + {}_2x_2 + \dots + {}_px_p,$$

де a_i і b_j $\left(= \overline{q}, j = \overline{p} \right)$ – коефіцієнти лінійного розкладу канонічних змінних за відповідними показниками двох систем.

За аналогією з парною кореляцією щільність зв'язку між канонічними змінними визначається канонічним коефіцієнтом

кореляції r_{UV} :

$$r_{UV} = \frac{\text{cov}(U, V)}{\sqrt{\text{var}(U) \cdot \text{var}(V)}}$$

Залежно від того, яких значень набувають коефіцієнти a_i і b_j $\left(= \overline{q}, j = \overline{p} \right)$, змінюються значення канонічних змінних та канонічного коефіцієнта кореляції. Одне з основних завдань, що розв'язується у процесі аналізу канонічних кореляцій, полягає в знаходженні такої пари значень канонічних змінних, якій відповідає максимальне значення канонічного коефіцієнта кореляції.

Обчислювальна процедура канонічного аналізу дуже громіздка й трудомістка, однак за допомогою сучасного програмного забезпечення вона легко реалізується. Автори для розв'язання описаної задачі використовували спеціальний пакет Statgraphics Centurion, а саме процедуру Canonical Correlations. Звичайно, успішне використання даного пакета передбачає глибоке розуміння як процесів моделювання предметної області, так і алгоритму реалізації канонічного аналізу.

Так, модель взаємозв'язку між складовою ефективності використання окремих видів ресурсів (Y₁, ..., Y₁₀) та складовою ефективності підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства (X₁, ..., X₁₀) має вигляд:

$$r_{U_{1(1)}V_{1(1)}} = 0,997, \quad p\text{-value} = 0,00;$$

$$\begin{cases} U_{1(1)} = 1,282y_1 - 0,71y_2 - 0,03y_3 - 0,055y_4 - 0,047y_5 + 0,374y_6 - 0,388y_7 - 0,032y_8 + \\ + 0,138y_9 + 0,201y_{10} + 0,409y_{11}, \\ V_{1(1)} = -0,286x_1 - 0,58x_2 + 1,055x_3 + 0,324x_5 + 0,025x_6 + 0,14x_7 - 0,149x_8 - 0,167x_9 - \\ - 0,013x_{10}, \end{cases}$$

$$r_{U_{2(1)}V_{2(1)}} = 0,987, \quad p\text{-value} = 0,00;$$

$$\begin{cases} U_{2(1)} = 0,824y_1 - 1,145y_2 + 0,164y_3 + 0,035y_4 + 0,185y_5 - 0,529y_6 + 0,326y_7 - 0,038y_8 - \\ - 0,667y_9 + 0,676y_{10} + 0,108y_{11}, \\ V_{2(1)} = 0,445x_1 - 0,92x_2 + 1,023x_3 - 0,637x_5 - 0,418x_6 + 0,031x_7 + 0,041x_8 + 0,293x_9 + \\ + 0,108x_{10}, \end{cases}$$

$$r_{U_{3(1)}V_{3(1)}} = 0,997, \quad p\text{-value} = 0,00;$$

$$\begin{cases} U_{3(1)} = -0,191y_1 + 1,433y_2 - 0,101y_3 + 0,212y_4 - 0,027y_5 - 0,3y_6 + 0,252y_7 - 0,111y_8 - \\ - 0,224y_9 - 0,792y_{10} - 0,255y_{11}, \\ V_{3(1)} = 0,282x_1 - 0,054x_2 - 0,204x_3 + 0,887x_5 + 0,092x_6 - 0,342x_7 + 0,248x_8 + 0,547x_9 - \\ - 0,04x_{10}. \end{cases}$$

Оскільки в процесі канонічного аналізу початкові змінні зводяться до стандартизованого вигляду, коефіцієнти у рівняннях для канонічних змінних U, V характеризують силу впливу відповідних початкових змінних (показників) на канонічні змінні, що дозволяє провести ранжування ознак або показників за силою впливу [14, с. 279]. Отже, рейтинг показників за силою впливу на перші канонічні змінні $U_{1(1)}, V_{1(1)}$ у взаємозв'язку між складовою ефективності використання окремих видів ресурсів (Y₁, ..., Y₁₀) та складовою ефективності підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства (X₁, ..., X₁₀) такий:

$$Y_1 > Y_2 > Y_{11} > Y_7 > Y_6 > Y_{10} > Y_9 > Y_4 > Y_5 > Y_8 > Y_3;$$

$$X_3 > X_2 > X_5 > X_1 > X_9 > X_8 > X_7 > X_6 > X_{10}.$$

Модель взаємозв'язку між складовою ефективності використання окремих видів ресурсів та складовою соціально-екологічною ефективності має вигляд:

$$r_{U_{1(2)}V_{1(2)}} = 0,919, \quad p\text{-value} = 0,0035;$$

$$\begin{cases} U_{1(2)} = -0,783y_1 - 0,505y_{10} - 0,083y_{11} + 0,892y_2 + 0,107y_3 - 0,037y_4 + 0,046y_5 - 0,524y_6 + \\ + 0,65y_7 - 0,222y_8 - 0,414y_9, \\ V_{1(2)} = 0,944z_1 + 0,17z_2. \end{cases}$$

Аналізуючи рівняння моделі, можна зробити висновки, що рейтинг показників за силою впливу на перші канонічні змінні $U_{1(2)}, V_{1(2)}$ у взаємозв'язку між складовою ефективності використання окремих видів ресурсів та складовою соціально-екологічної ефективності має вигляд:

$$y_2 > y_1 > y_7 > y_6 > y_{10} > y_9 > y_8 > y_3 > y_{11} > y_5 > y_4;$$

$$z_1 > z_2.$$

Модель взаємозв'язку між складовою ефективністю підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства та складовою соціально-екологічної ефективності складається з таких рівнянь:

$$r_{U_{1(3)}V_{1(3)}} = 0,937, \quad p\text{-value} = 0,00;$$

$$\begin{cases} U_{1(3)} = 0,508x_1 + 0,224x_2 - 0,584x_3 - 0,106x_5 - 0,222x_6 + 0,081x_7 + 0,283x_8 + 0,449x_9 - \\ - 0,01x_{10}, \\ V_{1(3)} = 0,943z_1 + 0,17z_2, \end{cases}$$

$$r_{U_{2(3)}V_{2(3)}} = 0,813, \quad p\text{-value} = 0,0124;$$

$$\begin{cases} U_{2(3)} = 0,463x_1 - 0,309x_2 - 0,261x_3 + 0,65x_5 - 0,314x_6 - 0,577x_7 - 0,239x_8 - 0,684x_9 - \\ - 0,143x_{10}, \\ V_{2(3)} = 0,419z_1 - 1,02z_2. \end{cases}$$

Отже, рейтинг показників за силою впливу на перші канонічні змінні $U_{1(3)}, V_{1(3)}$ у взаємозв'язку між складовою ефективністю підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства та складовою соціально-екологічної ефективності має вигляд:

$$x_3 > x_1 > x_9 > x_8 > x_2 > x_6 > x_5 > x_7 > x_{10};$$

$$z_1 > z_2.$$

Згідно з отриманими рейтингами показників за силою впливу на перші канонічні змінні складових ефективності виробничо-господарської діяльності підприємств можна визначити механізм взаємозв'язку між показниками (рисунок).

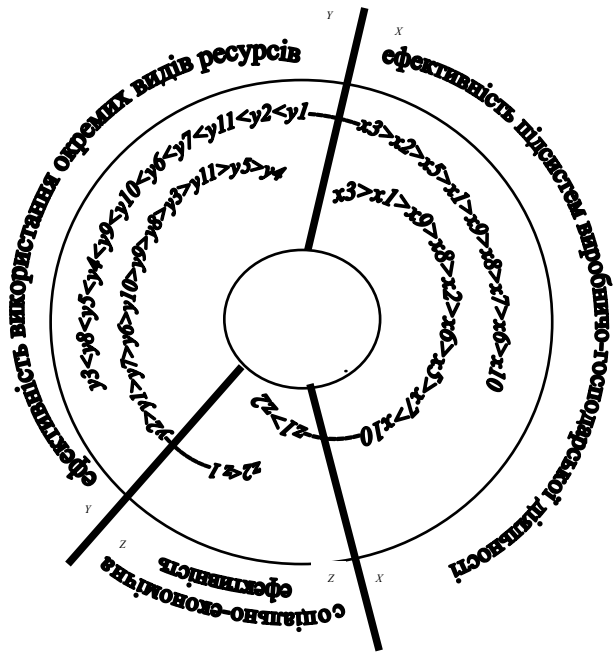


Рис. Механізм взаємозв'язку між показниками ефективності виробничо-господарської діяльності підприємств

Згідно з рейтингом сили впливу показників на перші канонічні змінні $U_{1(1)}, V_{1(1)}$ у взаємозв'язку між складовою ефективності використання окремих видів ресурсів та складовою ефективності підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства (див. рисунок) рівень ефективності на підприємствах формується, перш за все, завдяки рентабельності активів (y_1), рентабельності оборотних засобів (y_2), вивільненню оборотних активів (y_{11}), економії матеріальних витрат (y_3), рентабельності матеріальних витрат (y_4), оборотності оборотних активів (y_6), з одного боку, та рентабельності інноваційних заходів (x_3), рентабельності інвестицій (x_2), рентабельності виробництва і збуту (x_1), частці внутрішнього ринку (x_7), підвищенню кваліфікації персоналу (x_8), з іншого боку. Тобто ефективність інвестицій та інновацій на підприємстві разом з ефективністю поточних витрат ресурсів на виробництво і продаж та часткою внутрішнього ринку лінійно зв'язана з ефективністю використання капіталу підприємства та ефективністю використання оборотних активів. Їх оборотність та динамікою матеріальних витрат за рахунок матеріаловіддачі. Якщо підприємство цілеспрямовано буде знижувати витрати на нову продукцію та збільшить обсяг реалізації продукції на внутрішньому ринку, це спричинить збільшення оборотності оборотних активів і обумовить ефективність інвестицій та інновацій на підприємстві та всього капіталу підприємства.

За рейтингом сили впливу показників на перші канонічні змінні $U_{1(2)}, V_{1(2)}$ у взаємозв'язку між складовою ефективності використання окремих видів ресурсів та складовою соціально-екологічної ефективності (див. рисунок) рівень ефективності на підприємствах також формується завдяки рентабельності оборотних засобів (y_2), рентабельності активів (y_1), економії матеріальних витрат (y_3), рентабельності матеріальних витрат (y_4), оборотності оборотних активів (y_{10}) та мотивації праці на підприємстві (z_1) й ефективності витрат на охорону навколишнього середовища (z_2). Отже, в процесі розробки заходів щодо підвищення ефективності використання капіталу підприємства, матеріальних ресурсів та оборотних активів можна простежити прямий зв'язок із розробкою системи мотивації працівників підприємствах. Проте, що на підприємствах має бути сформована дієва система мотивації,

свідчить і рейтинг впливу показників на перші канонічні змінні $V_{1(3)}, V_{1(3)}$ взаємозв'язку між складовою ефективністю підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства та складовою соціально-екологічною ефективністю (див. рисунок). Так, ефективність витрат на інновації (x_3), зміна частки внутрішнього ринку (x_1), коефіцієнт підвищення кваліфікації персоналу (x_9), коефіцієнт абсолютної ліквідності (x_8), рентабельність інвестицій (x_2) лінійно зв'язані з рівнем мотивації праці на підприємстві (Z_1) й ефективністю витрат на охорону навколишнього середовища (Z_2).

Отже, змодельований за допомогою статистичних інструментів взаємозв'язок між трьома основними складовими ефективності: ефективністю підсистем виробничо-господарської діяльності підприємства (X_1, \dots, X_{10}), ефективністю використання окремих видів ресурсів (Y_1, \dots, Y_{10}), соціально-екологічною ефективністю (Z_1, Z_2) підтверджує існування саме механізму взаємодії в структурі елементів ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства.

Таким чином, перевірена логіка проведення діагностики ефективності виробничо-господарської діяльності підприємств з використанням математично-статистичних інструментів підтверджує послідовність таких етапів: вибір показників діагностики, вибір інструментів діагностики; дослідження змін значень показників за допомогою інструментів описової статистики, дослідження взаємозв'язку між складовими ефективності виробничо-господарської діяльності підприємств, визначення механізму взаємозв'язку між показниками ефективності виробничо-господарської діяльності підприємств.

Незважаючи на те що моделі обчислювались попарно за складовими, визначення рейтингу сили впливу показників на нові змінні підтвердило існування окремого взаємозв'язку між показниками, що діє самостійно. Визначення цього механізму забезпечує діагностику ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства об'єктивною аналітичною основою для ідентифікації причин негативного стану та тенденцій його розвитку.

Література: 1. Діагностика стану підприємства: теорія і практика: монографія / за заг. ред. А. Е. Воронкової. – Х.: ВД "ІН ЖЕК", 2006. – 448 с. 2. Оцінка і діагностика фінансової стійкості підприємства: монографія / М. О. Кизим, В. А. Забродський, В. А. Зінченко та ін. – Х.: ВД "ІН ЖЕК", 2003. – 144 с. 3. Афанасьєв М. В. Діагностування потенціалу інноваційного підприємства / М. В. Афанасьєв, Д. О. Тищенко // Проблеми науки. – 2006. – № 7 – С. 16–20. 4. Лутай Л. А. Діагностика стану системи соціально орієнтованого управління підприємством / Л. А. Лутай, О. О. Савельєва // Економіка розвитку. – 2012. – № 4(64). – С. 5–10. 5. Перерва П. Г. Розвиток методів аналізу фактичного стану конкурентних переваг підприємства / П. Г. Перерва, Н. П. Ткачова // Економіка розвитку. – 2011. – № 4(60). – С. 5–10. 6. Смирнов Э. А. Разработка управленческих решений: учебник для вузов / Э. А. Смирнов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 271 с. 7. Любуш Н. П. Анализ финансово-экономической деятельности предприятия: учебн. пособие для вузов / Н. П. Любуш, В. Б. Лещева; под ред. проф. Н. П. Любуша. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 471 с. 8. Іваненко В. М. Курс економічного аналізу: навч. посібн. / В. М. Іваненко. – 3-тє вид., перероб. і доп. – К.: Знання-Прес, 2002. – 190 с. 9. Мальярець Л. М. Економіко-математичні аспекти діагностики конкурентоспроможності підприємства: монографія / Л. М. Мальярець, Л. О. Норік. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2009. – 216 с. 10. Пономаренко В. С. Аналіз даних у дослідженнях соціально-економічних систем: монографія / В. С. Пономаренко, Л. М. Мальярець; Харківський національний економічний ун-т. – Х.: ВД "ІН ЖЕК", 2009. – 432 с. 11. Пономаренко В. С. Багатовимірний аналіз соціально-економічних систем: навч. посібн. / В. С. Пономаренко, Л. М. Мальярець. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2009. – 384 с. 14. Дубров А. М. Многомерные статистические методы: учебник / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 352 с. 12. Chernov V. Construction of Estimates in the Choice of Alternative Solutions by Using the Fuzzy Utilities / V. Chernov, L. Malyarets,

O. Dorokhov // Transport and Telecommunication. – 2012. – Vol. 13. – No. 1. – P. 14. 13. Жуков А. В. Система показників як елемент забезпечення ефективності діяльності підприємства / А. В. Жуков // Резерви економічного зростання та інноваційного розвитку підприємств: тези доповідей IV Всеукраїнської науково-практичної конференції 14 березня 2013 р.; Кіровоградський національний технічний університет. – Кіровоград: ПП Центр оперативної поліграфії "Авангард", 2013. – С. 41–44. 14. Дубров А. М. Многомерные статистические методы: учебник / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 352 с.

References: 1. Diagnostics of the state of the enterprise: theory and practice: monograph / za zah. red. A. E. Voronkovoï. – Kh.: VD "IN ZHEK", 2006. – 448 p. 2. Otsinka i diahnostyka finansovoi stiiokosti pidpriemstva: monografiia / M. O. Kyzym, V. A. Zabrodskiy, V. A. Zinchenko et al. – Kh.: VD "IN ZHEK", 2003. – 144 p. 3. A fanasiev M. V. Diagnostuvannya potentsialu innovatsiinoho pidpriemstva / M. V. A fanasiev, D. O. Tyshenko // Problemy nauky. – 2006. – No. 7. – Pp. 16–20. 4. Lutaï L. A. Diagnostyka stanu systemy sotsialno orïentovanoho upravlinnia pidpriemstvom / L. A. Lutaï, O. O. Saveliyeva // Ekonomika rozvytku. – 2012. – No. 4(64) – Pp. 5–10. 5. Pererva P. H. Rozvytok metodiv analyzy faktychnoho stanu konkurentnykh переваг pidpriemstva / P. H. Pererva, N. P. Tkachova // Ekonomika rozvytku. – 2011. – No. 4 (60). – Pp. 5–10. 6. Smirnov E. A. Razrabotka upravlencheskikh resheniy: uchebnik dlya vuzov / E. A. Smirnov. – M.: YUNITI-DANA, 2001. – 271 p. 7. Lyubush N. P. Analiz finansovo-ekonomicheskoy deyatel'nosti predpriyatiya: uchebn. posobie dlya vuzov / N. P. Lyubush, V. B. Leshcheva, V. G. Dyakova; pod. red. prof. N. P. Lyubusha. – M.: YUNITI-DANA, 1999. – 471 p. 8. Ivanenko V. M. Kurs ekonomichnoho analyzy: navch. posibn. / V. M. Ivanenko. – 3-tie vyd., pererob. i dop. – K.: Znannia-Pris, 2002. – 190 p. 9. Malyarets L. M. Ekonomiko-matematychni aspekty diahnostyky konkurentnospromozhnosti pidpriemstva: monografiia / L. M. Malyarets, L. O. Norik. – Kh.: Vyd. KhNEU, 2009. – 216 p. 10. Ponomarenko V. S. Analiz danykh u doslidzhenniakh sotsialno-ekonomichnykh system: monografiia / V. S. Ponomarenko, L. M. Malyarets; Kharkivskiy natsionalny ekonomichnyi un-t. – Kh.: VD "IN ZHEK", 2009. – 432 p. 11. Ponomarenko V. S. Bahatovymirnyi analiz sotsialno-ekonomichnykh system: navch. posibn. / V. S. Ponomarenko, L. M. Malyarets. – Kh.: Vyd. KhNEU, 2009. – 384 p. 12. Construction of Estimates in the Choice of Alternative Solutions by Using the Fuzzy Utilities / V. Chernov, L. Malyarets, O. Dorokhov // Transport and Telecommunication. – 2012. – Vol. 13 – No. 1. P. 14. 13. Zhukov A. V. Systema pokaznykiv yak element zabezpechennia efektyvnosti diialnosti pidpriemstva / A. V. Zhukov // Rezervy ekonomichnoho zrostantia ta innovatsiinoho rozvytku pidpriemstv: tezy dopovidei IV vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii 14 bereznya 2013 r.; Kirovohrads'kyy natsionalny tehniknyi universytet. – Kirovohrad: PP "Tsentr operativnoi polihrafii "A vanhard", 2013. – Pp. 41–44. 14. Dubrov A. M. Mnogomernye statisticheskie metody: uchebnik / A. M. Dubrov, V. S. Mkhitaryan, L. I. Troshin. – M.: Finansy i statistika, 2000. – 352 p.

Інформація про авторів

Мальярець Людмила Михайлівна – докт. екон. наук, професор, завідувач кафедри вищої математики та економіко-математичних методів Харківського національного економічного університету (61166, Україна, м. Харків, пр. Леніна, 9а, e-mail: kafmath@hneu.edu.ua).

Жуков Андрій Вячеславович – аспірант кафедри оцінки майна підприємства Харківського національного економічного університету (61166, Україна, м. Харків, пр. Леніна, 9а, e-mail: okydoky87@list.ru).

Інформація об авторях

Мальярець Людмила Михайлівна – докт. екон. наук, професор, завідувача кафедрой высшей математики и экономико-математических методов Харьковского национального экономического университета (61166, Украина, г. Харьков, пр. Ленина, 9а, e-mail: kafmath@hneu.edu.ua).

Жуков Андрей Вячеславович – аспирант кафедры оценки имущества предприятия Харьковского национального экономического университета (61166, Украина, г. Харьков, пр. Ленина, 9а, e-mail: okydoky87@list.ru).

L. Malyarets – Doctor of Science in Economics, Professor, Head of the Department of Higher Mathematics and Economic and Mathematical Modelling of Karkiv National University of Economics (9a Lenin Ave., 61166, Karkiv, Ukraine, e-mail: kafmath@hneu.edu.ua).

A. Zhukov – postgraduate student of the Department of Enterprise Property Assessment of Karkiv National University of Economics (9a Lenin Ave., 61166, Karkiv, Ukraine, e-mail: okydyky87@list.ru).

Рецензент

*докт. екон. наук,
професор Пономаренко В. С.
09.09.2013 р.*

Стаття надійшла до ред.

