

ВІДОБРАЖЕННЯ R-ОЦІНОК РІВНЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА НА ВЕРБАЛЬНО-ЧИСЛОВІЙ ШКАЛІ

©2021 ТИЖНЕНКО О. Г.

УДК 330.43(075.8)
JEL: C25; C46; D29; G32

Тижненко О. Г. Відображення R-оцінок рівня фінансового стану підприємства на вербально-числовій шкалі

У роботі розглянуто особливості побудови так званої «шкали Харрінгтона», яка широко використовується в економічних дослідженнях в Україні. Показано, що ця шкала може бути застосована далеко не для всіх економічних показників. Для цього проведено аналіз застосованості функції Харрінгтона для конкретних економічних досліджень та показано, що «шкалу Харрінгтона» не можна застосовувати для економічних показників, збільшення значення яких свідчить про збільшення «якості» функціонування підприємства, наприклад таких, як «економічний потенціал підприємства» або його «рівень фінансового стану» (для якого і розглянуто побудову вербальної шкали за новим імовірнісним принципом). Показники «рівень фінансового стану» вибрано тому, що, як правило, поточний моніторинг фінансового стану підприємства намагаються проводити в автоматичному режимі, що потребує відповідних інструментів, заснованих переважно на багатокритеріальних методах оцінки рівня фінансового стану. Одним із таких методів є метод R-оцінок фінансового стану підприємства за моделлю Сайфулліна – Кадикова, яка враховує п'ять критеріїв та ставить їм у відповідність R-оцінку. У статті розглянуто основні положення роботи Харрінгтона з метою надання можливості коректного використання функції бажаності Харрінгтона для якісної оцінки економічних показників, включаючи комплексні та інтегральні показники, які використовуються для моніторингу фінансового стану підприємства. Запропоновано іншу функцію бажаності, а саме: функцію розподілу показника, який досліджується, – теоретичну або емпіричну. Крім того, граничні значення, які відокремлюють різні значення лінгвістичної змінної на базовому інтервалі, запропоновано визначати згідно зі статистикою групи підприємств, до якої входить досліджуване підприємство, або може входити за критерієм однорідності з будь-яким підприємством досліджуваної групи. Наведено приклад побудови коректної якісної шкали для нормально розподіленої змінної «рівень фінансового стану підприємства» на ймовірнісному рівні. Звернено увагу на те, що граничні значення якісної шкали суттєво залежать від закону розподілу досліджуваної змінної.

Ключові слова: шкала Харрінгтона, функція бажаності, функція розподілу показника, метод R-оцінок фінансового стану підприємства.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-6-100-107>

Рис.: 5. **Табл.:** 2. **Формул.:** 10. **Бібл.:** 15.

Тижненко Олександр Григорович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики та економіко-математичних методів, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

E-mail: oleksandr.tyzhnenko@m.hneu.edu.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8508-7341>

UDC 330.43(075.8)
JEL: C25; C46; D29; G32

Tyzhnenko A. G. Displaying the R-Assessment of the Enterprise's Level of Financial Condition on the Verbal-Numerical Scale

The publication considers the features of construction of the so-called «Harrington's scale», which is widely used for economic research in Ukraine. It is demonstrated that the scale proposed by Harrington cannot be applied for arbitrary economic indicators. For the purposes of this study, an analysis of the applicability of the Harrington's function for specific economic studies is carried out and it is shown that the «Harrington's scale» cannot be applied to economic indicators, the increase in the value of which indicates an increase in the «quality» of the functioning of enterprise, for example, such as the «economic potential of the enterprise» or the enterprise's «level of financial condition» (the latter requires the construction of a verbal scale according to the new probabilistic principle which is considered in this article). The indicator of «level of financial condition» is chosen because, as a rule, the current monitoring of the financial condition of enterprise is to be carried out automatically, by means of the appropriate tools, based on the multi-criteria methods for assessing the level of financial condition. One of these methods is the method of R-assessment of the financial condition of enterprise according to the Sayfullin – Kadykov model, which takes into account five criteria and puts them in line with the R-assessment. The article considers the main provisions of Harrington's work in order to provide the possibility of correct use of the Harrington's desirability function for the qualitative assessment of economic indicators, including complex and integral indicators that are used to monitor the financial condition of enterprise. The article proposes another function in place of desirability function, namely the function of distribution of the indicator under research, whether theoretical or empirical. In addition, the limit values that separate the different values of the linguistic variable at the base interval are proposed to be determined according to the statistics of the group of companies to which the enterprise under research belongs, or can be included according to the criterion of homogeneity with any enterprise of the researched group. An example of constructing the correct qualitative scale for a normally distributed variable of «level of financial condition of the enterprise» at the probabilistic level is provided. Attention is drawn to the fact that the boundary values of the qualitative scale significantly depend on the law of distribution of the variable under research.

Keywords: Harrington's scale, desirability function, function of distribution of indicator, method of R-assessment of the financial condition of enterprise.

Fig.: 5. **Tabl.:** 2. **Formulae:** 10. **Bibl.:** 15.

Tyzhnenko Alexander G. – PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics and Mathematical Methods in Economics, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: oleksandr.tyzhnenko@m.hneu.edu.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8508-7341>

Сучасні проблеми реформування економіки потребують поглибленого переосмислення існуючого досвіду фінансово-економічного аналізу, системного підходу до розробки методологічних основ його антикризового напрямку, а також удосконалення методів і методик обґрунтування фінансової політики. Як основні шляхи вдосконалення методологічного забезпечення прийняття управлінських рішень фінансового характеру потребують подальшого розвитку: системи моніторингу фінансового стану підприємства, методи оцінки та прогнозування його фінансової стійкості, а також моделі генерування можливих варіантів оздоровлення організації.

Поточний моніторинг фінансового стану підприємства намагаються проводити в автоматичному режимі, що потребує відповідних інструментів, заснованих, як правило, на багатокритеріальних методах оцінки рівня фінансового стану. Одним із таких методів є метод R -оцінок фінансового стану підприємства за моделлю Сайфулліна – Кадикова [1], яка враховує п'ять критеріїв і ставить їм у відповідність R -оцінку. Цінність подібної оцінки, яка вважається комплексною, полягає в тому, що вона полегшує прийняття управлінських рішень і дозволяє дослідити динаміку фінансового стану підприємства порівняно із конкурентами. Слід, однак, відмітити, що значний розкид значень R -оцінок заважає адекватному ранжуванню підприємств за рівнем фінансового стану та їх якісній оцінці. Тому відображення значень R -оцінок на вербально-числовій шкалі з базовою змінною в інтервалі $[0, 1]$ значно вдосконалює застосування R -оцінок для прийняття управлінських рішень.

Як правило, для відображення значень комплексних або інтегральних показників на інтервалі $[0, 1]$, який вважається базовим для лінгвістичної змінної, у вітчизняній літературі застосовується так звана шкала Харрінгтона [2–8]. Основним джерелом теоретичного обґрунтування цієї шкали вважаються роботи [2; 3; 9], хоча жодна з перелічених робіт ніякого обґрунтування шкали Харрінгтона не дає. При цьому в усіх випадках посилаються на функцію бажаності Харрінгтона [10]:

$$d(Y) = \exp(-\exp(-Y')) \quad (1)$$

для розрахунку відповідності між спостереженими значеннями Y якісного критерію та базовими значеннями лінгвістичної змінної, не розглядаючи той аспект, що аргументом функції (1) у роботі [10] є не сама величина показника Y , яка відображається на вербально-чисельну шкалу, а деяка інша величина Y' . Крім того, функція (1) використовувалась Е. Харрінгтоном для розрахунку індивідуальної бажаності в задачі багатокритеріальної оптимізації тільки в тому випадку, коли змінна, яка відображається, вважається напівобмеженою, і це при тому, що функція (1) теоретично має необмежений носій. У випадку, коли відображається обмежений показник, Е. Харрінгтон застосовував зовсім іншу функцію бажаності.

Враховуючи те, що у вітчизняній економічній літературі досить часто використовується вербально-числова шкала «Харрінгтона», яка не має жодного відношення до роботи самого Е. Харрінгтона [10], у статті розглянуті основні положення роботи [10] з метою надання можливості коректного використання функції бажаності Харрінгтона для якісної оцінки економічних показників, включаючи комплексні й інтегральні показники, які використовуються для моніторингу фінансового стану підприємства.

Аналіз робіт [10] і [11], де ідеї Е. Харрінгтона поширюються для технічних цілей, показав, що для економічних проблем функція Харрінгтона не дуже зручна, тому що має багато параметрів, які мають бути заданими апіорі. На відміну від технічних цілей, в економіці завдання цих параметрів не має теоретичного підґрунтя, а сама «шкала Харрінгтона», як вона наводиться у вітчизняній економічній літературі, не має зв'язку з особливостями показника, який відображається. Тому в статті запропонована інша функція бажаності, а саме: функція розподілу показника, який відображається, – теоретична або емпірична. Крім того, граничні значення, які відокремлюють різні значення лінгвістичної змінної на базовому інтервалі, запропоновано визначати згідно зі статистикою групи підприємств, до якої входить досліджуване підприємство, або може входити за критерієм однорідності з будь-яким підприємством досліджуваної групи.

Розглянемо основні положення статті Е. Харрінгтона [10] щодо застосування функції бажаності. Ця функція використовується для рішення задачі багатокритеріальної оптимізації якості зварювального процесу. Використання для цього функції бажаності, запропонованої Харрінгтоном, є одним із найбільш розповсюджених методів оптимізації виробничих процесів у промисловості [12]. Цей метод заснований на тому принципі, що якість товару або виробничого процесу, яка визначається певним числом якісних характеристик, вважається незадовільною, якщо хоча б одна з цих характеристик виходить за межі бажаного інтервалу. Тобто виробничі показники підбираються таким чином, щоб максимізувати загальну функцію бажаності, яка береться середнім геометричним індивідуальних функцій бажаності. Тому основну увагу привертають саме індивідуальні функції бажаності.

У роботі [10] розглянуті індивідуальні функції бажаності двох типів: з обмеженням і напівобмеженням носієм. У першому випадку якісна критеріальна функція Y змінюється в обмежених границях: $L \leq Y \leq U$. В іншому випадку ця функція рахується напівобмеженою: $L \leq Y$.

У випадку обмеженої критеріальної функції першим кроком побудови функції бажаності є лінійна

трансформація критеріальної функції Y до інтервалу $[-1, 1]$:

$$Y' = \frac{2Y - U - L}{U - L} \quad (2)$$

При цьому апіорі вважається, що найбільш бажаним значенням трансформованого критерію є 0, оскільки вирішується інженерна задача мінімізації помилок при зварювальному процесі. З цих міркувань Харрінгтоном була запропонована така унімодальна функція бажаності:

$$d(Y) = \exp(-|Y'|^n), \quad (3)$$

з максимумом 1 у точці $Y' = 0$ та мінімумами $1/e$ ($\approx 0,37$) у точках $Y' \pm 1$. Показник ступеня n у (3) визначається після завдання рівня базової змінної таким чином, що при $Y'_0 = -1$ $d_0 = 0,63$. При цьому вважається, що при $d > d_0$ значення якісної змінної відповідають рівню «високий» лінгвістичної змінної. Завдання цих величин приводить до такого значення показника ступеня:

$$n = \ln(\ln(1/d_0)) / \ln|Y'_0| \approx 0,335.$$

При цьому значенні показника n графік функції (3) зображено на рис. 1. У зв'язку з цим графіком слід зауважити, що:

- ✦ функція бажаності не має значень менших, ніж 0,37;
- ✦ якщо $0,37 \leq d(Y) \leq 0,63$, то лінгвістична змінна має значення рівня «низький»;
- ✦ якщо $0,63 \leq d(Y) \leq 1$, то лінгвістична змінна має значення рівня «високий»;
- ✦ «високий» рівень значення якісної змінної відповідає інтервалу трансформованої якісної змінної (2): $-0,1 \leq Y' \leq 0,1$;
- ✦ умова $Y'_0 = -1$ $d_0 = 0,63$, яка породжує функцію бажаності, зображену на рис. 1, пов'язана

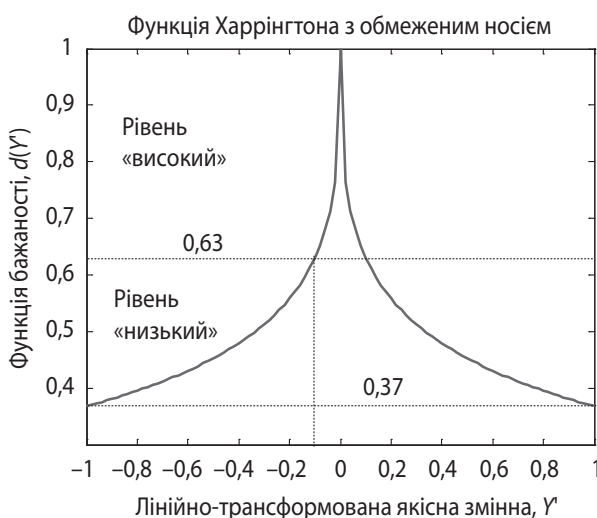


Рис. 1. Функція бажаності Е. Харрінгтона (3) від трансформованої якісної змінної Y'

тільки з технічним аспектом виробничого процесу, розглянутого Е. Харрінгтоном у роботі [10]. В інших випадках, як, наприклад, у стандарті бс, мінімальний рівень базової змінної, який відповідає значенню лінгвістичної змінної «високий», може бути значно вищим, ніж 0,63;

- ✦ якісна змінна Y , яка відповідає значенню лінгвістичної змінної «рівень високий» для функції бажаності (3), змінюється в межах:

$$0,5(1,1L + 0,9U) \leq Y \leq 0,5(0,9L + 1,1U).$$

Функція бажаності (3) приводить до такої шкали Харрінгтона:

Значення функції бажаності	Значення рівня лінгвістичної змінної
0,63–1,00	«ВИСОКИЙ»
0,37–0,63	«НИЗЬКИЙ»

Ця шкала принципово відрізняється від тієї, яка у вітчизняній економічній літературі зветься «шкалою Харрінгтона» тим, що:

- ✦ значення функції бажаності, тобто базові значення для лінгвістичної змінної, не збігаються зі значеннями якісної змінної Y , наприклад зі значеннями комплексного показника рівня фінансового стану;
- ✦ функція бажаності взагалі не приймає значень в інтервалі $[0-0,37]$;
- ✦ оскільки функція (3) унімодальна, то значення функції бажаності не є монотонно зростаючими зі зростанням значення якісної змінної, тобто зі зростанням якісної змінної Y від L до U значення функції бажаності спочатку зростають, а потім зменшуються, що заважає застосуванню такої функції для відображення на вербальній шкалі таких показників, як рівень фінансового стану або потенціал підприємства.

Розглянемо далі іншу функцію бажаності, яка також запропонована Е. Харрінгтоном у роботі [10]:

$$d(Y) = \exp(-\exp(-Y')). \quad (4)$$

Аргументом цієї функції є лінійне перетворення якісної змінної Y :

$$Y' = \frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1} (Y'_2 - Y'_1) + Y'_1, \quad (5)$$

де вважається, що $Y_1 < Y_2$ та $Y'_{1,2} = -\ln(-\ln d_{1,2})$. Значення якісної змінної $Y_{1,2}$ та відповідні їм значення функції бажаності $d_{1,2}$ задаються апіорі виходячи з тієї інженерної задачі, яка вирішується за допомогою функції (4). Графік цієї функції зображено на рис. 2. З цього графіка видно, що хоча теоретично функція (4) має необмежений носій, практично її значення не відрізняються від 0 при $Y' < -2$. Тобто є підстава вважати функцію (4) напівобмеженою, як це і робиться в роботі [10].

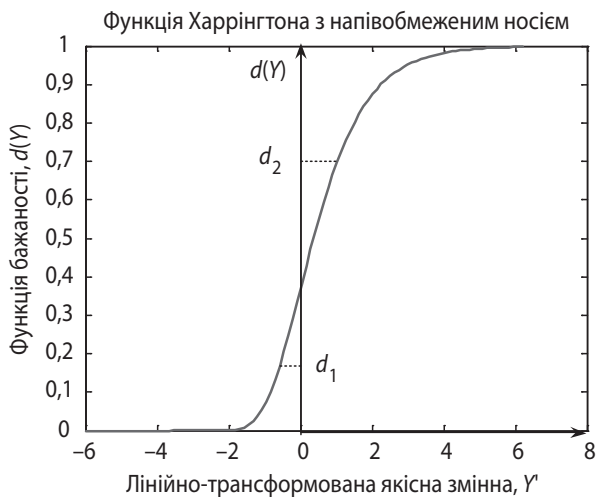


Рис. 2. Функція бажаності Е. Харрінгтона (4) від трансформованої якісної змінної Y'

Слід, однак, зауважити, що визначаючи функцію (4), Е. Харрінгтон не надає ніяких значень парам чисел (Y_1, d_1) і (Y_2, d_2) , зважаючи на те, що вони повинні задаватися згідно зі специфікою інженерної задачі. Оскільки в роботі розглянуто рішення багатокритеріальної задачі оптимізації виробничого процесу, на базі індивідуальних функцій бажаності розраховується загальна функція бажаності як середнє геометричне індивідуальних функцій. Відносно цієї загальної функції Е. Харрінгтон стверджує тільки, що стандартом інтерпретації такої функції є те, що її значення, близькі до одиниці, свідчать про те, що виробничий процес не потребує подальшого вдосконалення, а якщо її значення близькі до 0,3, то такий процес повністю не припустимий. Більш детальної градації якісної змінної Е. Харрінгтон не приводить. Немає такої градації й у таких роботах щодо багатокритеріальної оптимізації [12; 13]. Таким чином, в іноземній науковій літературі є поняття «функція Харрінгтона», але немає поняття «шкала Харрінгтона», тому що для кожного виробничого процесу створюється своя специфічна функція бажаності та своя вербально-числова шкала. Наприклад, у роботі [14] наводиться така шкала для 6 σ -стандарту (табл. 1).

Таким чином, слід зробити висновок, що досить розповсюджена у вітчизняній економічній лі-

тературі вербально-числова шкала «Харрінгтона» не має теоретичного підґрунтя. Така шкала, як правило, зв'язується з функцією бажаності (4), але при цьому як аргумент використовується сама якісна змінна Y , а не трансформована змінна Y' . Це теж припустимо, але тоді потрібно якось пояснити граничні значення: $d = 0,37$ і $d = 0,63$. Якщо ми підставимо ці значення в (4), то рахуючи $Y' = Y$ в аргументі, отримаємо такі значення якісної змінної Y : $Y = 0,006$ та $Y = 0,772$ відповідно. Враховуючи, що якісна змінна в цьому випадку повинна змінюватися в інтервалі $(-2, 6)$, дуже складно пояснити економічний зміст граничних значень $Y = 0,006$ та $Y = 0,772$ якісної змінної. Слід зауважити, що теоретична необґрунтованість існуючої шкали «Харрінгтона» була відзначена також у роботі [15], де були запропоновані функції бажаності для задач банківського контролю.

У даній роботі запропоновано інший підхід до створення вербально-числової шкали, заснований на ймовірнісному підході. При цьому, як функція бажаності використовується функція розподілу якісної змінної – теоретична або емпірична. Такий підхід припустимий для відображення на вербально-числовій шкалі тих економічних показників, зростання яких трактується як збільшення якості функціонування об'єкта. До такого сімейства якісних показників належить показник рівня фінансового стану підприємства (R -оцінка) за моделлю Сайфулліна – Кадикова, який розглядається в роботі. Теоретично значення цього показника змінюються в необмежених границях. При цьому слід зауважити, що додатні та від'ємні значення R -оцінок зустрічаються приблизно з однаковою частотою, що, своєю чергою, свідчить про близькість закону розподілу R -оцінок до нормального розподілу. Припустимо, що це так і є, хоча цей момент не є принциповим для методу, який пропонується в роботі. Якщо закон розподілу R -оцінки можна вважати нормальним, то ясно, що функція, яка відображає значення якісної змінної (R -оцінки) на вербально-числовій шкалі, повинна бути симетричною відносно середнього значення. Тобто функція бажаності Харрінгтона (4) принципово для цього не підходить, не кажучи вже про те, що вона має практично напівобмежений носій. Водночас

Таблиця 1

Шкала для 6 σ -стандарту

Рейтинг, d	Опис
1,00–0,9999966	Новий 6 σ -стандарт якості (подальше вдосконалення процесу не приводить до примітного поліпшення якості)
0,9999966–0,9938	Хороша, але не визначна якість (4 σ -стандарт)
0,9938–0,9332	Припустима, але погана якість (історичний 3 σ -стандарт)
0,9332–0,69	Неприпустима якість (2 σ -стандарт)
0,69–0,00	Цілковито неприпустима якість

функція розподілу R -оцінки дуже добре підходить як функція бажаності за всіма міркуваннями. Вона має необмежений носій, симетрична, відображає значення R -оцінок на інтервал $(0; 1)$ і надає ймовірнісного змісту відображенню будь-якого інтервалу якісної змінної на відповідний базовий інтервал лінгвістичної змінної, який належить інтервалу $(0; 1)$. При цьому для вербально-числової шкали пропонується лінгвістична змінна, яка приймає тільки три значення:

$$L = \{\text{«низький»}, \text{«середній»}, \text{«високий»}\}, \quad (6)$$

маючи на увазі критерій якості рівня фінансового стану. Більш детальна терм-множина лінгвістичної змінної не має, на погляд автора, достатньої основи, зважаючи на те, що чітке розділення інтервалу базової змінної $[0, 1]$ на три частини має досить умовний характер, оскільки, з точки зору нечіткої логіки, носії функцій приналежності значно перекриваються вже при трьох значеннях лінгвістичної змінної. Іншими словами, якісні характеристики: «низький», «середній», «високий», стосовно фінансового стану об'єкта досить впевнено відрізняються одна від одної, але подальша деталізація призведе до змішування понять.

Припускаючи, що якісна змінна (R -оцінка) розподілена за нормальним законом, використаємо як функцію бажаності функцію розподілу нормального закону:

$$d(R) = 0,5 + \Phi\left(\frac{R - R_{CP}}{S_R}\right), \quad (7)$$

із заміною математичного сподівання на середнє значення, R_{CP} і середньоквадратичного відхилення на його незміщену оцінку S_R , де $\Phi(x)$ є стандартна функція Лапласа. Графік функції бажаності (7) для умовних параметрів, $R_{CP} = 0,5$ і $S_R = 3,0$ зображено на рис. 3. При цьому будь-яке значення якісної змінної (R -оцінки) відображається цієї функцією на числову шкалу $[0, 1]$, яка є базовою для лінгвістичної змінної (6). Для побудови вербально-числової шкали кожному значенню лінгвістичної змінної необхідно поставити у відповідність функцію приналежності, яка в чіткій постановці кожному значенню лінгвістичної змінної ставить у відповідність чіткий інтервал, який є частиною інтервалу $[0, 1]$. Сума частинних інтервалів у чіткій постановці дорівнює цілому інтервалу $[0, 1]$.

Визначення частинних інтервалів у роботі пропонується проводити на базі статистичного обстеження генеральної сукупності підприємств досліджуваної галузі. Основним питанням при цьому є відносна кількість підприємств, фінансовий стан яких можна охарактеризувати як «середній». Це питання можна вирішити експертним методом на базі даних фінансової звітності. При цьому, точність визначення відносної кількості «середніх» підприємств не має принципового значення, тому що загалом точні значення інтервалів приналежності для кожного значення лінгвістичної функції є тільки наслідком

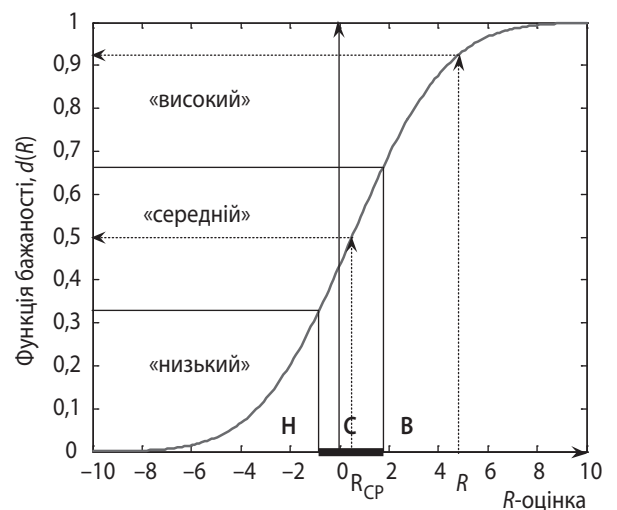


Рис. 3. Функція розподілу якісної змінної як функції бажаності

чіткої постановки задачі, яка в загальному випадку не є коректною. Однак з точки зору як чіткої, так і нечіткої логіки, коректним є тільки те, що середнє значення показника якості (R) відображається на середину інтервалу $[0, 1]$, тобто в точку 0,5, якщо закон розподілу показника є нормальним. Це означає, що базовим поняттям при побудові вербально-числової шкали на ймовірнісній основі є поняття статистично-середнього підприємства, відносні економічні показники якого є середніми по генеральній сукупності підприємств. При цьому, порівняння досліджуваних підприємств проводиться відносно гіпотетичного середнього підприємства.

Припустимо, що експертне оцінювання відносної кількості «середніх» підприємств певної галузі дає $1/3$. Тобто приблизно третю частину підприємств можна охарактеризувати як «середні» з точки зору їх фінансового стану. Тоді, якщо ми розглянемо випадково деяке підприємство з генеральної сукупності, ймовірність того, що воно може характеризуватися як «середнє», дорівнює $1/3$. Якщо якісний показник рівня фінансового стану розподілений за нормальним законом, то ймовірність того, що фінансовий стан випадкового підприємства може бути охарактеризований як «високий» або «низький» також дорівнює $1/3$. У даному випадку випадкове значення якісного показника належить до інтервалу, який визначається з рівняння:

$$P(|R - R_{CP}| < S_R t) = 2\Phi(t) = 1/3, \quad (8)$$

з якого визначається $t \approx 0,43$. Тобто «середні» підприємства у чіткій постановці — це ті, якісна змінна яких (R -оцінка) знаходиться в інтервалі:

$$R_{CP} - 0,43S_R < R < R_{CP} + 0,43S_R, \quad (9)$$

що означений на рис. 3 (область С). Підприємствам з низьким рівнем фінансового стану відповідає область Н: $R < R_{CP} - 0,43S_R$, а підприємствам з висо-

ким рівнем відповідає область В: $R > R_{CP} + 0,43S_R$. Неважко перевірити, що функція бажаності (7) відображає ці три області на інтервал $[0, 1]$ базової змінної так, що вони однакові. Тобто вербально-числова шкала для відображення якісної змінної (R -оцінки) рівня фінансового стану в даному випадку має вигляд *табл. 2*:

Таблиця 2

Вербально-числова шкала

Значення функції бажаності	Значення лінгвістичної змінної
0,666–1,00	«високий»
0,333–0,666	«середній»
0,000–0,333	«низький»

Принциповим значенням функції бажаності на базовому інтервалі у випадку нормального розподілу якісної змінної є 0,5, яке відповідає якості статистично-середнього підприємства по галузі. Якщо відносна кількість підприємств, фінансовий стан яких можна охарактеризувати як «середній», більша ніж 1/3, то середній інтервал вербально-числової шкали (див. *табл. 2*) збільшується; якщо кількість таких підприємств зменшується, то і середній інтервал шкали зменшується.

Якщо закон розподілу якісної змінної відрізняється від нормального, то розрахунок інтервалів визначення функцій приналежності значень лінгвістичної змінної (6) слід проводити з використанням згладженої емпіричної функції розподілу (кумуляти). У цьому випадку границі інтервалів приналежності слід розраховувати за допомогою числових методів рішення нелінійних рівнянь, але це не заважає їх коректному визначенню. При будь-якій функції розподілу якісної змінної вербально-числова шкала може бути побудована з урахуванням статистичних особливостей підприємств галузі.

Як приклад застосування запропонованого методу побудови вербально-числової шкали розглянемо відображення R -оцінок рівня фінансового стану за моделлю Сайфулліна – Кадикова [1] групи з 11 підприємств важкого машинобудування м. Харкова, отриманих за даними фінансової звітності за 2001–2006 рр., значення яких змінюються приблизно в інтервалі $(-4, 4)$. Закон розподілу R -оцінок перевірявся за критерієм Колмогорова. Для застосування критерію Колмогорова, а також для побудови вербально-числової шкали зручніше перейти до стандартизованих R -оцінок:

$$R_{CT} = (R - R_{CP}) / S_R. \quad (10)$$

За результатом перевірки закону розподілу на нормальність будується кумулята та теоретична крива нормального закону, як це зображено на *рис. 4*.

Емпіричний закон розподілу стандартизованої R -оцінки

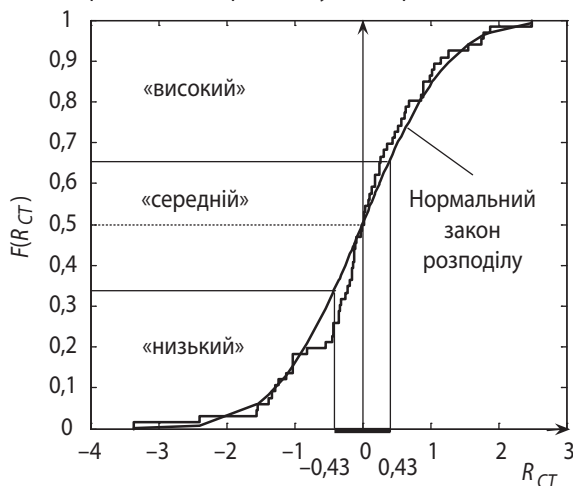


Рис. 4. Кумулята та нормальна функція розподілу стандартизованої R -оцінки

Стандартна програма перевірки близькості емпіричного розподілу до нормального закону за критерієм Колмогорова, *kstest.m* (MATLAB), за кумулятою, зображеною на *рис. 4*, видає згідність з нормальним законом на рівні 0,0516 (p -value), що дозволяє будувати вербально-числову шкалу на базі теоретичної функції розподілу стандартизованої R -оцінки, як це показано на *рис. 4*, враховуючи те, що математичне сподівання R_{CT} дорівнює 0, а стандартне відхилення – 1. Припускаючи, що експертний аналіз підприємств важкого машинобудування м. Харкова оцінює відносну частину підприємств, фінансовий стан яких можна охарактеризувати як «середній», числом 1/3, значення R -оцінок рівня їх фінансового стану відображаються за розглянутим методом на вербально-числовій шкалі так, як це зображено на *рис. 5*.

Причому, як це видно з *рис. 4*, середнє значення стандартизованої якісної змінної, тобто 0, відображається в середину шкали, тобто в 0,5. Якщо відносна частина «середніх» підприємств менша, ніж 1/3, то величина середнього інтервалу вербально-числової шкали має бути зменшена, і навпаки. Якщо закон розподілу R -оцінок не є близьким до нормального закону, то слід знайти більш підходящий теоретичний закон і побудувати вербально-числову шкалу на базі цього закону.

ВИСНОВКИ

У роботі розглянуто існуючі методи побудови вербально-числових шкал на базі використання функції бажаності Харрінгтона. Показано, що широко відома у вітчизняній економічній літературі так звана «шкала Харрінгтона» не відповідає жодній функції бажаності Харрінгтона. Більше того, «шкала Харрінгтона» згадується у зв'язку з іншою функцією Харрінгтона, яка в роботі самого Е. Харрінгтона використовується для відображення напівобмеженої

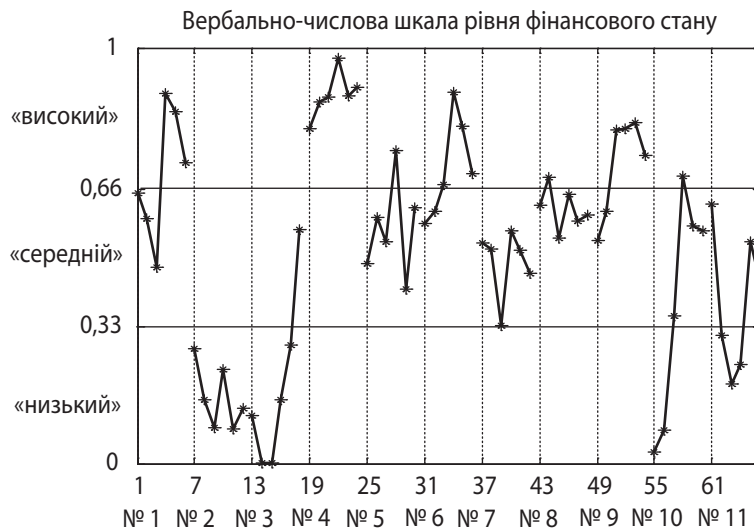


Рис. 5. R-оцінки рівня фінансового стану 11 підприємств за 5 років (2001–2006 рр.) на вербально-числовій шкалі

якісної змінної та не приводить до тих границь між областями означення функцій приналежності $[0; 0,37; 0,63; 1]$, які завжди фігурують у «шкалі Харрінгтона». Крім того, аргументом функції Харрінгтона є не сама якісна змінна, а її лінійна трансформанта з чотирма параметрами, вибір яких в економічних дослідженнях важко зробити достатньо обґрунтованим. У зв'язку з цим у роботі запропонована вербально-числова шкала на базі функції розподілу якісної змінної, яка пристосована для відображення необмежених якісних змінних, що розподілені, зокрема, за нормальним законом або близько до нього. Однією з таких якісних змінних є R-оцінка рівня фінансового стану за моделлю Сайфулліна – Кадикова, для якої побудована вербально-числова шкала та надані теоретичні міркування щодо вибору границь між областями означення функцій приналежності логістичної змінної $L = \{\text{«низький»}, \text{«середній»}, \text{«високий»}\}$ відносно якісного визначення рівня фінансового стану підприємства. ■

ЛІТЕРАТУРА

- Любушин Н. П. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2005. 445 с.
- Литвак Б. Г. Экспертные оценки и принятие решений. М. : Патент, 1996. 190 с.
- Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М. : Наука, 1976. 324 с.
- Федоров В. Д. Изменения в природных биологических системах. М. : Спорт и Культура, 2004. 368 с.
- Хамханов К. М. Основы планирования эксперимента. Улан-Уде : Восточно-Сибирский государственный технологический университет, 2001. 50 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/438/18438/files/Mtdukm8.pdf>
- Варжапетян А. Г. Квалиметрия. СПб. : Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2005. 176 с.

- Баранов Л. Т., Птушкин А. И., Трудов А. В. Нечеткие множества в экспертном опросе. *Социология*. 2004. № 19. С. 142–156.
- Лойко В. И., Ефанова Н. В. Подход к анализу внутренней среды интегрированной производственной системы с целью учета рисков составляющей. *Научный журнал КубГАУ*. 2008. № 35. Ч. 1. С. 1–25. URL: <http://ej.kubagro.ru/2008/01/pdf/12.pdf>
- Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М. : Мир, 1976. 165 с.
- Harrington E. C. Jr. The Desirability Function. *Industrial Quality Control*. 1965. Vol. 21. P. 494–498.
- Derringer G., Suich R. Simultaneous Optimization of Several Response Variables. *Journal of Quality Technology*. 1980. Vol. 12. Is. 4. P. 214–219. DOI: <https://doi.org/10.1080/00224065.1980.11980968>
- Engineering Statistics Handbook. URL: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section5/pri5322.htm>
- Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys / Greco, S., Ehrgott, M., Figueira, J. R. (Eds.). Kluwer Academic Publishers, 2016. 108 p.
- Ribardo C., Allen T. T. An Alternative Desirability Function for Achieving "Six Sigma" Quality. *Quality and Reliability Engineering International*. 2003. Vol. 19. Is. 3. P. 227–240. DOI: <https://doi.org/10.1002/qre.523>
- Малярец Л. М. Система измерителей в банковском контроллинге. *Економіка розвитку*. 2004. № 3. С. 10–15.

REFERENCES

- Adler, Yu. P., Markova, Ye. V., and Granovskiy, Yu. V. *Planirovaniye eksperimenta pri poiske optimalnykh usloviy* [Planning an Experiment When Searching for Optimal Conditions]. Moscow: Nauka, 1976.
- Baranov, L. T., Ptushkin, A. I., and Trudov, A. V. "Nechetkiye mnozhestva v ekspertnom oprose" [Fuzzy Sets in an Expert Survey]. *Sotsiologiya*, no. 19 (2004): 142-156.

- Derringer, G., and Suich, R. "Simultaneous Optimization of Several Response Variables". *Journal of Quality Technology*, vol. 12, no. 4 (1980): 214-219.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00224065.1980.11980968>
- "Engineering Statistics Handbook". <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section5/pri5322.htm>
- Fedorov, V. D. *Izmeneniya v prirodnykh biologicheskikh sistemakh* [Changes in Natural Biological Systems]. Moscow: Sport i Kultura, 2004.
- Harrington, E. C. Jr. "The Desirability Function". *Industrial Quality Control*, vol. 21 (1965): 494-498.
- Khamkhanov, K. M. "Osnovy planirovaniya eksperimenta" [Experiment Planning Fundamentals]. Ulan-Ude : Vostochno-Sibirskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskiy universitet, 2001. <http://window.edu.ru/resource/438/18438/files/Mtdukm8.pdf>
- Litvak, B. G. *Eksperntnyye otsenki i prinyatiye resheniy* [Expert Judgment and Decision Making]. Moscow: Patent, 1996.
- Loyko, V. I., and Yefanova, N. V. "Podkhod k analizu vnutrenney sredey integrirovannoy proizvodstvennoy sistemy s tseliu ucheta riskovoy sostavliaiushchey" [Approach to the Analysis of Internal Environment of Integrated Production System with the Aim of Account of Risk Constituent]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU*, no. 35, part 1 (2008): 1-25. <http://ej.kubagro.ru/2008/01/pdf/12.pdf>
- Lyubushin, N. P. *Kompleksnyy ekonomicheskyy analiz khozyaystvennoy deyatel'nosti* [Comprehensive Economic Analysis of Economic Activities]. Moscow: YuNITI-DANA, 2005.
- Malyarets, L. M. "Sistema izmeriteley v bankovskom kontrolinghe" [Measuring System in Banking Controlling]. *Ekonomika rozvytku*, no. 3 (2004): 10-15.
- Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Kluwer Academic Publishers, 2016.
- Ribardo, C., and Allen, T. T. "An Alternative Desirability Function for Achieving "Six Sigma" Quality". *Quality and Reliability Engineering International*, vol. 19, no. 3 (2003): 227-240.
DOI: <https://doi.org/10.1002/qre.523>
- Varzhapetyan, A. G. *Kvalimetriya* [Qualimetry]. St. Petersburg: Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet aerokosmicheskogo priborostroeniya, 2005.
- Zade, L. A. *Ponyatiye lingvisticheskoy peremennoy i yego primeneniye k prinyatiyu priblizhennykh resheniy* [The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Making Approximate Decisions]. Moscow: Mir, 1976.

УДК 330.101
JEL: F17

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНАЛІЗУ ЕКСПОРТНО-ІМПОРТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

©2021 ФАТЬЯНОВ Д. В.

УДК 330.101
JEL: F17

Фатьянов Д. В. Інформаційно-аналітичне забезпечення аналізу експортно-імпортного потенціалу підприємства

У статті викладено теоретичні та практичні рекомендації щодо здійснення аналізу експортно-імпортного потенціалу промислових підприємств у сучасних умовах; розглянуто змістовне наповнення інформаційно-аналітичного забезпечення аналізу цього потенціалу. Обґрунтовано доцільність організації технології аналізу експортно-імпортного потенціалу підприємства (ЕІПП) у такій логіці етапів: 1) опис цього потенціалу за ознаками та формування системи показників; 2) встановлення тенденцій зміни значень показників на основі аналізу їхньої динаміки; 3) порівняння досягнутих рівнів значень із плановими або нормативними, еталонними, що супроводжується пошуком і виявленням резервів та діагностуванням критичних ситуацій; 4) визначення впливу факторів зовнішнього середовища; 5) визначення рівнів розвитку структурних складових потенціалу на основі інтегральних показників; 6) визначення причинно-наслідкових взаємозв'язків елементного складу потенціалу; 7) визначення впливу факторів внутрішнього середовища; 8) аналіз динаміки структурних змін експортно-імпортного потенціалу; 9) визначення й аналіз резервів ефективності використання ЕІПП; 10) прогнозування значень показників ЕІПП для кращого розуміння змін, що відбуваються. До інформаційного забезпечення аналізу ЕІПП рекомендується включити частинні та інтегральні показники, які утворюють ієрархічну систему показників для опису цього потенціалу; критерії, що дозволяють визначити ступінь досягнення мети функціонування та розвитку; еталони показників, які уможливають порівняння та проведення аналізу. Систему ознак експортно-імпортного потенціалу в загальному вигляді слід представити як складні та елементарні ознаки, а саме: ознаки структурних складових потенціалу; ознаки механізмів реалізації потенціалу; ознаки процесів потенціалу; ознаки факторів впливу зовнішнього середовища на потенціал; ознаки факторів впливу внутрішнього середовища на потенціал. Запропоновано перелік основних аналітичних задач в аналізі експортно-імпортного потенціалу та методи їх розв'язання. Таке інформаційно-аналітичне забезпечення складає наукове підґрунтя та має практичну значущість в управлінні ЕІПП.

Ключові слова: інформаційно-аналітичне забезпечення, експортно-імпортний потенціал промислових підприємств, ієрархічна система показників.
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-6-107-113>

Рис.: 1. Табл.: 1. Формул.: 6. Бібл.: 20.

Фатьянов Даниїл Володимирович – аспірант кафедри вищої математики та економіко-математичних методів, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

E-mail: Malyares@ukr.net

UDC 330.101
JEL: F17

Fatyaynov D. V. The Information-Analytical Provision of Analyzing the Export-Import Potential of Enterprise

The article contains theoretical and practical recommendations on analyzing the export-import potential of industrial enterprises in modern conditions; the content of the information-analytical provision for analysis of such a potential is considered. The expediency of organizing the technology of analysis of export-