УДК 658

С. В. Князь,
д. е. н., доцент, завідувач кафедри екологічної політики та менеджменту природоохоронної діяльності, Національний університет "Львівська політехніка"
Н. М. Комарницька,
аспірант кафедри екологічної політики та менеджменту природоохоронної діяльності, Національний університет "Львівська політехніка"

МЕТОДИ ПРИЙНЯТТЯ РЕГУЛЮЮЧИХ РІШЕНЬ СУБ'ЄКТАМИ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА

S. Kniaz,
Doctor of Economics, Associate Professor, Head of Ecological Politics and Enviroment Protection Managment Department, National University "Lviv Polytechnic"
N. Komarnytska,
Postgraduate of department environmental policy and management of environmental activities, National university "Lviv polytechnic", Lviv

METHODS OF DECISION-MAKING REGULATOR REGULATING INNOVATION ACTIVITIES OF ENTERPRISES

Виявлення недоліків у функціонуванні інноваційної діяльності на підприємстві вимагає від менеджерів системи управління інноваційною діяльністю прийняття певних регулюючих рішень. Через високу ризиковість інноваційної діяльності розроблення і впровадження регулюючих рішень відбувається колективно. У результаті аналізу відомих методів колективного упорядкування можливих альтернатив визначено, що найефективнішим є кумулятивний підхід до узагальнення результатів аналізу існуючих альтернатив.

Identifying deficiencies in the functioning of innovation in the enterprise management system requires innovation management take certain regulatory decisions. Because of the high risk innovation development and implementation of regulatory decisions is collectively. An analysis of the known methods of collective ordering of alternatives determined that the most effective approach to cumulative result summary analysis of existing alternatives.

Ключові слова: інноваційна діяльність, система управління, регулюючі рішення, методи.
Key words: innovation, governance, regulatory decisions, methods.

ВСТУП

Для забезпечення прибутковості підприємству інноваційна діяльність повинна функціонувати без будь яких перешкод, адже виникнення найменших труднощів здійснення інноваційної діяльності стає причиною непередбачуваних наслідків: зменшення величини прибутку, втрата конкурентних позицій ринку та авторитету. Моніторинг інноваційної діяльності та системи управління нею дає можливість виявити проблеми на ранній стадії та сприяє формуванню необхідних регулюючих заходів для їх виправлення.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою статті є дослідження методів прийняття регулюючих рішень та вибір найоптимальнішого з них.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження аналітичних матеріалів машинобудівних підприємств показало, що прийняття регулюючих рішень, у системах управління інноваційною діяльністю відбувається виключно колективно. Причина полягає у високому рівні відповідальності керівників за реалізацію ризикових проектів. Характерними ознаками цих рішень є їх інтелектуаломісткість, особливо це стосується рішень, що вимагають глибокого інженерно-технологічного аналізу, а також прогнозування зміни ринкових тенденцій. У зв'язку із тим, що регулюючі рішення приймаються колективно, то актуальною проблемою є науково-обгрунтований вибір одного рішення з ряду альтернативних. Огляд та аналіз літературних джерел [1; 2; 3; 4; 5] показав, що є кілька варіантів розв'язання цієї проблеми. У таблиці

Таблиця 1. Характеристики методів встановлення колективних переважать під час прийняття регулюючих рішень суб'єктами управління інноваційною діяльністю

Назви методів	Сутність методів	Недоліки методів
Метод К.Ерроу	Цей метод базується на, так званому, «правилі диктатора», яке полягає у тому, що колективне упорядкування переважань варіантів рішень підпорядковане індивідальному упорядкуванню цих варіантів рішень. У відповідності до методу Ерроу, якщо при виборі рішень є більше двох альтернатив, то досягти колективного упорядкування, з урахуванням індивідуальних упорядкувань суб'єктів прийняття рішення, можливо тільки за умови використання правила диктатора	Дотримуючись умов застосування методу К.Ерроу, можливий варіант, коли може бути прийняте рішення, «проти» якого висловилось більше ніж «за»
Метод Ж.Борда	Цей метод передбачає, що кожна особа, яка бере участь у прийнятті рішення оцінює наявні альтернативи у балах і ранжує ці альтернативи у відповідності до призначених балів. За перше місце альтернатива отримує n балів, друга альтернатива n-1 балів, остання альтеатива – 1 бал. При узагальненні отриманих результатів альтернатива, яка набрала найбільше балів обирається в якості рішення, яке виявлось найкращим	Якщо із об'єктивних або суб'єктивних причин виникають обставини, за яких слід відмовитись від альтернативи, що набрала найбільше балів, то має місце та сама проблема, що і при методі К.Ерроу – друга за обсягом набраних балів альтернатива може мати більшу кількість голосів «проти» ніж «за»
Метод Н.Кондорсе	У відповідності до цього методу точне колективне упорядкування наявних альтернатив визначається шляхом попарного порівняння усіх «за» і «проти»	Можливі ситуації, коли за різними індивідуальними упорядкуваннями альтернатив найкращий варіант за одним із упорядкувань буде найгіршим для одного або кількох суб'єктів, управління
Метод Дж.Кемені	Цей метод передбачає визначення колективного упорядкування на основі індивідуального упорядкування із урахуванням рівня відповідності окремих індивідуальних упорядкувань та рівень узгодженості думок суб'єктів управління стосовно того колективного рішення, яке буде випливати із аналізування індивідуальних упорядкувань	Метод не дає точних результатів, якщо у прийнятті рішень бере участь велика кількість суб'єктів управління
Метод Т.Сааті	Цей метод базується на побудові і аналізуванні ієрархій. Його застосування передбачає такі етапи: постановка проблеми, виділення альтернативних варіантів її розв'язання, конкретизація критеріїв розв'язання проблеми; визначення пріоритетів на всіх рівнях ієрархії виявленої проблеми за допомогою методу парних порівнянь; синтез пріоритетів; перевірка альтернатив на сумісність; прийняття рішення	Метод спрямований більше на розробку технології розв'язання проблеми, ніж на вибір одного рішення з ряду альтернативних

Примітки: побудовано авторами.

1 наведено характеристики найбільш відомих методів встановлення колективних переважать під час прийняття регулюючих рішень суб'єктами управління інноваційною діяльністю.

Згідно з методом К. Ерроу, на практиці при розгляді певного рішення група суб'єктів управління зазвичай вибирає одну із запропонованих альтернатив, тобто досягається підпорядкування індивідуального упорядкування колективному, а роль диктатора відіграє експерт, який запропонує альтернативу, прийняту всім іншими експертами.

Ж. Борда довів недосконалість методу К. Ерроу продемонструвавши як може бути прийняте рішення, "проти" якого висловилось більше ніж "за". Так, нехай існує три альтернативи (a, b, c) і 12-ть експертів (табл. 2).

Таблиця 2. Розподіл індивідуальних упорядкувань суб'єктами управління для трьох умовних альтернатив: "а", "b", "c"

Ваги альтернатив	Кількість суб'єктів управління		
	5	4	3
Найкраща	b	a	c
Середня за важливістю	a	c	a
Найгірша	c	b	b

Як бачимо з таблиці 2, хоча за альтернативу "b" висловились більшість суб'єктів управління, все ж чисельність суб'єктів, які висловились проти неї є ще більшою. Проте за правилом більшості голосів, колективним рішення була би альтернатива "b".

Ж. Борда запропонував власний метод. Його пропозиція звелась до обчислення суми місць, яку набере кожна альтернатива у всіх індивідуальних підпорядкуваннях. Так, відповідно до даних таблиці 2, сума місць за альтернативою "b" дорівнюватиме: $\sum b = 1\times 5 + 3\times 4 + 3\times 3 = 26$; сума місць за альтернативою "а" дорівнюватиме: $\sum a = 2\times 5 + 1\times 4 + 2\times 3 = 20$; сума місць за альтернативою "с" дорівнюватиме: $\sum c = 3\times 5 + 2\times 4 + 1\times 3 = 26$. Після даних обчислень слід обирати ту альтернативу, для якої розраховане значення суми місць буде найменшим. В даному випадку оптимальним колективним рішення має вважатись альтернатива "а".

Попри те, що Ж. Борда певною мірою вирішив проблему, яка виникає при застосуванні методу К. Ерроу, проте у запропонованому ним методі є низка відкритих питань, а саме: якщо альтернатива "а" не зможе бути реалізована, тоді доведеться вибрати між альтернативами "b" і "c". Очевидним буде те, що більшість суб'єктів управління вважають варіант "b" кращим за варіант "c", проте ще більше суб'єктів висловились проти варіанту "b". Тому виникає питання, який з цих варіантів буде наступним по своїй вагомості після "а"?

Вагомий внесок у розв'язання проблем визначення колективних переважань при прийнятті рішень зробив Н.Кондорсе, який зумів довести, що шляхом попарних порівнянь голосів суб'єктів управління за окремі альтернативи, можна визначити точне колективне упорядкування альтернатив. Так, користуючись пропозиціями Н.Кондорсе щодо підрахунку кількості голосів "за" і "проти" і даними таблиці 2, доходимо таких висновків:

— 9 суб'єктів управління вважають, що $a > c$, 3 суб'єктів, переконані, що $a < c$, отже, альтернатива "а" краща за "c": $a \geq_0 c$;

— 7 суб'єктів управління стверджують, що $a > b$, ще 5 є прихильниками того, що $a < b$, отже, $a \geq_0 b$;

— 7 суб'єктів управління вважають, що $c > b$, 5 переконані, що $c < b$, отже, $c \geq_0 b$. Таким чином, колективне підпорядкування має такий вигляд: $a \geq_0 c \geq_0 b$.

Враховуючи те, що можливі ситуації, коли за різними індивідуальними упорядкуваннями найкращий варіант за одним із упорядкувань буде найгіршим для іншого експерта, то є підстави стверджувати, що метод Н.Кондорсе не транзитивний.

У порівнянні з попередніми, найбільш досконалим є метод Дж. Кемені, який застосовується з метою визначення колективного упорядкування на основі індивідуального упорядкування. Так, нехай сукупність альтернатив складається тільки з двох елементів. Аналізують дані альтернативи два суб'єкта

Таблиця 3. Аксіоми визначення колективних переважань Дж. Кемені

Аксіома 1.	Відстань між двома довільними упорядкуваннями завжди більше рівна нуля. Причому, вона дорівнює нулю тільки тоді, коли ці упорядкування збігаються: $d(A,\ B) \geq 0,\ якщо\ A = B,\ то\ d(A,\ B) = 0$
Аксіома 2.	Функція відстані симетрична щодо власних аргументів: $d(A,\ B) = d(B,\ A)$
Аксіома 3.	Відстань між упорядкуваннями задовольняє нерівності трикутника: $d(A,\ \tilde{N}) + d(\hat{A},\ \tilde{N}) \geq d(A,\ \hat{A})$, причому $d(A,\ C) + d(B,\ C) = d(A,\ B)$ тоді і тільки тоді, коли $\tilde{N} \in [\grave{A},\ \hat{A}]$.
Аксіома 4.	Зміна назв об'єктів упорядкування не повинна впливати на відстань між цими упорядкуваннями, наприклад, $d(A',\ B') = d(A,\ B)$
Аксіома 5.	Найменша позитивна відстань між упорядкуваннями дорівнює 1
Аксіома 6.	Нехай дано два упорядкування A і B, то відстані між цими упорядкуваннями дорівнюють відстані між упорядкуваннями деякого загального для них сегменту W. Таким чином, отримуємо: $d(A, B) = d(A^W, B^W)$

Таблиця 4. Матриця відстаней між упорядкуваннями аналізованої двохелементної множини

Змінні	A	0	-A
A	0	1	2
0	1	0	1
-A	2	1	0

управління ("А" та "В"). Припустимо вони роблять наступні висновки про упорядкування елементів множини альтернатив: $A = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix},\ B = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$, де a, b — альтернативи, що аналізуються суб'єктами управління.

У даному випадку очевидним, що рівень узгодженості думок суб'єктів управління стосовно колективного підпорядкування є високим, рівень індивідуальних упорядкувань також.

З іншого боку, якщо вибір суб'єктів управління є таким: $A = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix},\ B = \begin{pmatrix} b \\ a \end{pmatrix}$, то є підстави стверджувати, що рівень узгодженості позицій суб'єктів управління низький, як і рівень відповідності індивідуальних упорядкувань. Оскільки суб'єкти управління рівноправні у виборі рішень, то постає питання про вибір однієї із альтернатив. Єдиним рішенням, яке може задовольнити умову даної задачі та не порушити правило про рівноправність буде, те що обидві альтернативи приймаються як однаково значущі. Проте, якщо потрібно вибрати тільки одну альтернативу, то без порушення правила рівноправності суб'єктів управління, це зробити неможливо.

Розглянемо окреме індивідуальне упорядкування. Позначимо його U і припустимо, що має місце відсутність протиріч у даному упорядкуванні. Мається на увазі, що дане відношення буде транзитивним. Спосіб представлення упорядкування буде називатись поданням упорядкування у формі ієрархічної колонки. Паралельно із цим, використаємо матрицю упорядкувань ($\|u_{jm}\|_{(k \times k)}$), значення елементів якої встановлюються на основі загальновживаної умови:

$$u_{jm} = \begin{cases} 1,\ якщо\ z^j \succ z^m; \\ -1,\ якщо\ z^j \prec z^m; \\ 0,\ якщо\ z^j \approx z^m. \end{cases} \qquad (1).$$

Наприклад, якщо дана матриця альтернатив $Z = \{a, b, c, d\}$, в той час, як упорядкування U виглядає наступним чином: $U = \begin{pmatrix} b \\ a-d \\ c \end{pmatrix}$, тобто, суб'єкт управління переконаний, що $b \succ a \approx d \succ c$, тоді матриця цього упорядкування буде мати такий вигляд:

$$U = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \qquad (2).$$

Як бачимо, діагональні елементи матриці U дорівнюють нулю, крім того числа, які знаходяться на протилежних сторонах по діагоналі матимуть протилежні знаки завжди окрім тих випадків, коли вони рівні нулю.

Переносимо властивості транзитивності відношень переважань "рівноцінно", "не гірше", "краще" встановлюємо наступні особливості матриці упорядкування:

1) якщо $u_{jm} > 0$ і $u_{mh} > 0$, то $u_{jh} > 0$;
2) якщо $u_{jm} = 0$ і $u_{mh} = 0$, то $u_{jh} = 0$;
3) якщо $u_{jm} > 0$ і $u_{mh} = 0$, то $u_{jh} > 0$;
4) якщо $u_{im} = 0$ і $u_{mh} > 0$, то $u_{ih} > 0$.

Тепер проаналізуємо сукупність всіх можливих в теорії порядкувань k-ої множини елементів Z. Можна виділити наступні особливі упорядкування:

1) суворе упорядкування — відсутні випадки рівноцінності альтернатив. Матриця суворого упорядкування міститиме нулі тільки по діагоналі, усі інші елементи будуть не нульовими: 1 або -1. Загальна кількість можливих суворих упорядкувань дорівнює $k^!$;

2) нуль-упорядкування — всі елементи матриці рівноцінні;

3) упорядкування, протилежне заданому. Матриця такого упорядкування утворюється транспонуванням матриці протилежного упорядкування. Тобто найбільшою відстанню буде відстань між протилежними елементами суворого упорядкування. Крім того, нуль-упорядкування завжди буде точно посередині між двома протилежними упорядкуваннями;

4) упорядкування, що знаходиться між заданими двома підпорядкуваннями. Це таке упорядкування, за якого окреме твердження про упорядкування двох довільних елементів збігається з аналогічним твердженнями у двох вихідних сукупностях або якщо дані твердження у вихідних матрицях прямо протилежні, то дане твердження в "середній" матриці буде рівноцінне.

Якщо вихідні матриці позначити як A і B, а матрицю проміжного упорядкування C (позначимо: $C \in [A,\ B]$), то можна навести такі співвідношення відповідності елементів цих матриць:

1) якщо $a_{jm} \leq b_{jm}$, то $a_{jm} \leq c_{jm} \leq b_{jm}$;
2) якщо $a_{jm} \geq b_{jm}$, то $a_{jm} \geq c_{jm} \geq b_{jm}$.

Дж. Кемені визначив аксіоми, на основі яких вводитись відстань між двома довільними упорядкуваннями $d(A, B)$, множини Z (табл. 3) і на їх основі вивів теорему про визначеність відстані між довільними упорядкуваннями (при k=2 аксіоми 1—5 однозначно визначають відстань між усіма можливими упорядкуваннями).

Таблиця 5. Позначення для табл. 4

$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} a-b \\ c \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} a \\ c-b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} b \\ a \\ c \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} a \\ c \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} b \\ a-c \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} a-b-c \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} a-c \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} b \\ c \\ a \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} c \\ a \\ b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} b-c \\ a \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} c \\ a-b \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} c \\ b \\ a \end{pmatrix}$
D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	D_{11}	D_{12}	D_{13}

Дійсно, якщо певна множина альтернатив складається тільки з двох об'єктів: $Z = \{a,\ b\}$, то можна визначити тільки три упорядкування: $U = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$, $-U = \begin{pmatrix} b \\ a \end{pmatrix}$, $(a-b)=0$. Отже, необхідно визначити $3^2 = 9$ відстаней. Проте:

$$d(U,U) = d(0,0) = d(-U,-U) = 0 \qquad (3).$$

За аксіомою 2:

$$d(U,0) = d(0,U),\ d(-U,U) = d(U,-U),\ d(-U,0) = d(0,-U) \qquad (4).$$

Таким чином, необхідно знайти тільки три відстані. З аксіоми 3 отримаємо:

$$d(-U,U) = d(-U,0) + d(0,U) \qquad (5).$$

Таким чином, потрібно визначити тільки дві відстані: $d(-U,0)$, $d(0,U)$. Для виконання цього завдання слід скористатись аксіомою 4, відповідно до якої зміна назви упорядкувань не впливає на зміну відстаней між ними. Тому здійснимо дві заміни: *a* на *b* і навпаки. Отримаємо, що $U' = -U$, а упорядкування 0 не зміниться. Тоді відповідно до аксіоми 4 отримуємо, що $d(U,0) = d(U',0')$, у результаті чого одержуємо рівність: $d(U,0) = d(-U,0)$. Враховуючи аксіому 5, відзначимо, що якщо одну із цих невідомих рівностей прирівняти до 1, то всі інші необхідні відстані будуть визначені (табл. 4).

Щоб аналізувати відстані між упорядкуваннями більше двох елементів, зробимо декілька припущень. Так, нехай існує певна множина елементів W ($W \subset U$), що формує деякий сегмент упорядкування A. З огляду на це, для довільного елемента $z \in W$ виконується рівність: $z \succ z^W \forall z^W \in W$ або $z^W \succ z \forall z^W \in W$, де z — довільний елемент множини Z, до якої входить сегмент W. Це порівняння означає, що будь-який елемент більшої множини є кращий за будь-який елемент її сегмента або навпаки.

Наприклад, якщо задано:

$$A = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix} \text{ і } B = \begin{pmatrix} a \\ c \\ b \\ d \end{pmatrix} \qquad (6),$$

то загальним сегментом цих упорядкувань слід вважати множину $\{b, c\}$, а самі сегменти для обох упорядкувань будуть наступними:

$$A^W = \begin{pmatrix} b \\ c \end{pmatrix} \text{ і } B^W = \begin{pmatrix} c \\ b \end{pmatrix} \qquad (7).$$

Очевидним припущенням буде те, що якщо два упорядкування однакові на початку і в кінці, а різняться тільки сегментом, загального для них обох, то відстань між цими упорядкуваннями буде такою ж як і між упорядкуваннями тільки сегмента. У відповідності до методу Дж. Кемені цю відстань слід обчислювати за формулою:

$$d(A,B) = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{k}\sum_{m=1}^{k}\left|a_{jm} - b_{jm}\right| \qquad (8).$$

Враховуючи те, що матриці кожного з упорядкувань є кососиметричними, розрахунок відстаней за формулою Дж. Кемені можна спростити до наступного виразу:

$$d(A,B) = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{k-1}\sum_{m=j+1}^{k}\left|a_{jm} - b_{jm}\right| \qquad (9).$$

Наприклад, нехай дано:

$$A = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix} \text{ і } B = \begin{pmatrix} b \\ a-c \\ d \end{pmatrix} \qquad (10),$$

то матриці цих упорядкувань можна записати у наступній формі:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix},\ B = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \qquad (11).$$

Застосовуючи спрощену формулу, отримаємо відстань між цими упорядкуваннями:

$$d(A,B) = \left|1-(-1)\right| + \left|1-0\right| + \left|1-1\right| + \left|1-1\right| + \left|1-1\right| + \left|1-1\right| = 3 \qquad (12).$$

Відстань між суворими протилежними упорядкуваннями буде дорівнювати $k(k-1)$. У свою чергу, відстань між суворим і нульовим упорядкуванням буде рівна: $\frac{k(k-1)}{2}$.

Наведемо усі можливі відстані для трьохелементної множини (табл. 5 і 6).

На підприємстві при здійсненні певних досліджень, всі розрахунки, пов'язані із визначенням відстані між упорядкуваннями елементів, опускаються. Дані таблиці 2, 4, 5, 6 — спільні для усіх розрахунків. Прийнято розрізняти два типи упорядкувань — медіанне та серединне. Медіанне упорядкування — це таке упорядкування, сума відстаней від якого до всіх інших упорядкувань є найменшою. Серединними називають упорядкування, сума квадратів відстаней від якого до всіх інших упорядкувань є найменшою.

Наприклад, припустимо що три експерти оцінили три альтернативи наступним чином: $\begin{pmatrix} a-b \\ c \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} a \\ c \\ b \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c \\ a-b \end{pmatrix}$, то відповідно до таблиці 6, медіанним буде упорядкування $\begin{pmatrix} a \\ c \\ b \end{pmatrix}$, а серединним — $(a-b-c)$. Так, проаналізувавши медіанне та серединне упорядкування, можемо дійти висновку, що суб'єкти управління не одноголосно визнають, що альтернатива "b" найгірша. Аль-

Таблиця 6. Відстані між упорядкуваннями трьохелементної множини елементів

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	D_{11}	D_{12}	D_{13}
D_1	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6
D_2	1	0	2	1	3	2	2	4	3	5	4	4	5
D_3	1	2	0	3	1	4	2	2	5	3	4	4	5
D_4	2	1	3	0	4	1	3	5	2	6	3	5	4
D_5	2	3	1	4	0	5	3	1	6	2	5	3	4
D_6	3	2	4	1	5	0	2	4	1	5	2	4	3
D_7	3	2	2	3	3	2	0	2	3	3	2	2	3
D_8	3	4	2	5	1	4	2	0	5	1	4	2	3
D_9	4	3	5	2	6	1	3	5	0	4	1	3	2
D_{10}	4	5	3	6	2	5	3	1	4	0	3	1	2
D_{11}	5	4	4	3	5	2	2	4	1	3	0	2	1
D_{12}	5	4	4	5	3	4	2	2	3	1	2	0	1
D_{13}	6	5	5	4	4	3	3	3	2	2	1	1	0

Таблиця 7. Індивідуальні упорядкування для чотирьох альтернатив, оцінених 10-ма експертами

Індивідуальні упорядкування	Кількість експертів			
	4	3	2	1
Найкраща	a	b	c	d
Друга за важливістю	c-d	a	a	c
Третя за важливістю	b	c-d	d	a-b
Найгірша	-	-	b	-

Таблиця 8. Визначення колективного упорядкування за правилом Борда

Альтернативи					Сума місць
	4	3	2	1	
a	1	2	2	3,5	17,5
b	3	1	4	3,5	13,5
c	3	3,5	1	2	26,5
d	3	3,5	3	1	29,5
Контрольна сума місць	10	10	10	10	87

тернативу "a" — слід вважати найкращою. У даному випадку перевага визначених елементів не є переконливою, оскільки серединне упорядкування визначає всі елементи рівноправними.

Рівень відповідності цих упорядкувань може бути встановлений за допомогою формули:

$$L(A,B)=\frac{d(A,B)}{k(k-1)} \qquad (13).$$

Якщо значення даного показника дорівнює нулю, то це вказує на те, що упорядкування подібні між собою. Якщо значення показника наближається до 1, то досліджувані упорядкування є не подібними між собою.

За умови коли дано сукупність $A_1,..,A_n$ — певна множина упорядкувань кожного із n експертів, то узагальненою оцінкою рівня відповідності цим упорядкуванням деякого упорядкування B буде показник, який може розраховуватись за формулою:

$$\bar{L}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}L(A_i,B) \qquad (14).$$

Підсумовуючи наведені методи прийняття колективних рішень на основі індивідуальних упорядкувань, варто сказати, що проблема коректності визначення відстаней між окремими упорядкуваннями залишається відкритою.

Крім наведених показників узгодженості позицій суб'єктів управління, можна використовувати також коефіцієнт конкордації для суворих та не суворих упорядкувань тощо. Наведемо приклад аналізування вибору альтернативи з чотирьох умовних варіантів: a, b, c, d. Нехай дані альтернативи аналізують 10 суб'єктів управління за трирівневою шкалою (табл. 7).

Проаналізуємо вибір альтернативи на основі правила "більшості голосів". На основі таблиці 7, бачимо що альтернатива "a" набрала найбільшу кількість голосів, тож вона має бути обрана як першочергова.

У свою чергу, за правилом Ж. Борда, визначаємо суми місць за кожною альтернативою. Попередньо припускаємо, що для рівноцінних альтернатив порядковий номер приймається, як середнє арифметичне двох сусідніх чисел (табл. 8).

Таким чином, на основі підрахунку суми місць, можна навести наступне колективне підпорядкування: $b \succ a \succ c \succ d$.

У таблиці 9 наведено дані для аналізу індивідуального упорядкування на основі попарних порівнянь.

Таким чином, на основі методу попарних порівнянь можна навести наступне колективне підпорядкування: $a \succ d \succ b \succ c$. Як бачимо, в даному випадку висновок, у порівнянні із методом Ж. Борда, є цілком несподіваним. Протилежні результати свідчать про значну неузгодженість позицій суб'єктів управління, та демонструють недоліки даних методів. Варто зазначити, що все ж можна виділити альтернативи a і b, які, характеризуються найбільшою вагомістю.

Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що інколи доцільним є розрахунок функції цінності, яка своїм зростанням відображає збільшення переважання:

$$s_j=f\left(z^j\right)=\frac{k-n_j}{k-1},\ j=\overline{1,n}. \qquad (15).$$

Якщо позиція кожного суб'єкта управління вважається рівноправною, то цінність альтернатив можна розрахувати як суму індивідуальних упорядкувань:

$$S=\sum_{i=1}^{n}u_{ji}=\sum_{i=1}^{m}\frac{k-n_{ij}}{k-1} \qquad (16),$$

де n_{ij} — місце відповідної альтернативи в індивідуальному упорядкуванні відповідного суб'єкта управління.

Можливим є також використання індивідуальних функцій цінності, які називають інтервальними. Одночасно з цим часто застосовується і мультиплікативна функція цінності:

$$g_j=\prod_{i=1}^{n}g_{ij} \qquad (17),$$

де g_{ij} — відносна оцінка цінності визначеної альтернативи, визначеним суб'єктом управління.

Визначення відносних оцінок цінності можна за допомогою методу Т.Сааті або ж із використання формул:

$$g_{ij}=1+s_{ij}\left(m_i-1\right) \qquad (18),$$

де m_i — параметр, який характеризує у скільки разів найкраща альтернатива переважає найгіршу. Якщо кожного з суб'єктів управління зробити рівноправним, то всі ці параметри мають бути рівними між собою. Наведемо оцінки цінності за інтервальною та відносною шкалами (табл. 10).

Як бачимо з таблиці 10, оцінки за інтервальною та відносною шкалами дещо вищі для альтернативи "c" ніж над альтернативи "d", що суперечить результатам, отриманим за методом попарних порівнянь.

Тепер проаналізуємо рівень вагомості визначених чотирьох елементів за методом Дж. Кемені. Так, у даному випадку медіанним буде упорядкування $\begin{pmatrix} b \\ a \\ c-d \end{pmatrix}$. Тож є підстави стверджувати про вагомість елементів "c" і "d" є однаковою. Найбільш вагомими слід вважати елементи "a" і "b", причому, елемент "b" є більш вагомим, оскільки він вважається найкращим за більшістю наведених у даному прикладі методів.

Як бачимо, наведені методи визначення колективного упорядкування на основі індивідуальних упорядкувань, є не універсальними і можуть давати відмінні результати. Це спричинено невизначеністю суб'єктів управління стосовно вагомості окремих альтернатив. Метод "більшості голосів" та метод Ж.Борда наділені суттєвою перевагою — простота у застосуванні, проте на практиці можуть характеризуватись сумнівністю результатів, за умови не однозначної впевненості суб'єктів управління стосовно індивідуальних упорядкувань.

Метод попарних упорядкувань слід використовувати коли, попередні методи не дали однозначних результатів. На основі

Таблиця 9. Попарні порівняння індивідуальних упорядкувань

Пара альтернатив	Кількість експертів, які вважають що між досліджуваними парами є наступна залежність			Остаточний висновок
	$\succ$	$\prec$	$\approx$	
a, b	6	3	1	$a \succ b$
a, c	7	3	0	$a \succ c$
a, d	9	1	0	$a \succ d$
b, c	3	1	0	$b \succ c$
b, d	3	7	0	$d \succ b$
c, d	2	1	7	$c \approx d$

Таблиця 10. Порівняльні оцінки альтернатив за інтервальною та відносною шкалами

Альтер-нативи	Інтервальна шкала					Відносна шкала				
	Оцінка в упорядкуванні, визначена певною кількістю експертів				s_j	Оцінка в упорядкуванні, визначена певною кількістю експертів				g_j
	4	3	2	1		4	3	2	1	
a	1	0,75	0,75	0,17	7,92	2	1,75	1,75	1,17	171,99
b	0,33	1	0	0,17	4,49	1,33	2	1	1,17	74,69
c	0,33	0,17	1	0,75	4,58	1,33	1,17	2	1,75	130,71
d	0,33	0,17	0,33	1	3,49	1,33	1,17	1,33	2	99,34

цього методу можна чітко встановити колективне упорядкування, але за певних умов, це упорядкування може відрізнятись від тих що отримані внаслідок застосування методів Ж. Борда та "більшості голосів". Метод попарних порівнянь доцільно використовувати тоді, коли між експертами не має однозначної впевненості.

Метод інтервальних та відносних оцінок слід вважати похідним від методу Ж. Борда, оскільки для визначення даних оцінок використовується таблиця зважених переважань, розрахована на основі правила Ж. Борда. Відтак, недоліки методу Ж.Борда переносяться і на цей метод. Перевагою даного методу є, те що на його основі можна відрізнити найкращу альтернативу від найгіршої за шкалою від найбільшого до найменшого, в той час як за методом Ж. Борда, шкала оцінок є протилежною.

Проведені дослідження показали, що метод Дж. Кемені найбільш виважений, оскільки грунтується на таблиці відстаней між окремими індивідуальними упорядкуваннями. Цей метод найбільш доцільний тоді коли не має чіткої упорядкованості досліджуваних альтернатив серед суб'єктів управління. Попри це, суттєвим недоліком цього методу є те, що коли кількість альтернатив становить 4 і більше, таблиця відстаней буде надзвичайно громіздкою, що ускладнює використання методу на практиці. Перевагою даного методу над усіма іншими є, те що він побудований на уже готовій таблиці "рішень" колективних упорядкувань, в якій передбачені усі ймовірні варіанти, тож за будь-яких умов завжди буде знайдено чітке колективне упорядкування.

Якомога об'єктивніше колективне упорядкування може бути знайдене тільки тоді, коли результати опитування будуть проаналізовані за всіма існуючими методами. Якщо переважання однієї із альтернатив є чітко вираженим, тоді це буде "видно" на основі використання кожного з наведених методів. Якщо ж суб'єкти управління мають сумніви, тоді всі методи покажуть відмінні результати, на основі яких все ж можна буде створити найбільш раціональне колективне упорядкування. Проте, коли суб'єкти управління мають сумніви, з метою отримання правильної відповіді про переважання досліджуваних альтернатив, варто змінити критерії відбору фахівців до групи осіб, які залучені до процесу вироблення і прийняття регулюючого рішення, збільшити їхню кількість, запросити суб'єктів управління, які є фахівцями з інших галузей тощо.

ВИСНОВОК

Доведено, що рішення керівників підприємств щодо впровадження продуктових, технологічних або управлінських інновацій практично завжди потребують коригування. Причинами цього є те, що інновації вимагають застосування нестандартних підходів до вирішення проблемних ситуацій. Через високу ризиковість інноваційної діяльності, її капіталомісткість та інтелектуаломісткість розроблення і впровадження регулюючих рішень у системах управління інноваційною діяльністю відбувається колегіально (колективно). Дослідження показали, що ключовою проблемою технологічного процесу прийняття колегіального регулюючого рішення є вибір найкращого рішення з ряду альтернативних. Критичний аналіз відомих методів колективного упорядкування можливих альтернатив показав, що кожен з цих методів має певні недоліки, проте виходом із ситуації є застосування кумулятивного підходу до узагальнення результатів аналізу існуючих альтернатив. Запропонований підхід уможливлює адекватне упорядкування можливих варіантів прийняття регулюючого рішення із урахуванням переважань кожного із суб'єктів управління, який бере участь у розробленні і реалізації регулюючого рішення.

Література:

1. Гойко А.Ф. Методи оцінки ефективності інвестицій та пріоритетні напрями їх реалізації / А.Ф. Гойко. — К.: ВІРА-Р, 1999. — 320 с.
2. Грабовецький Б. Є. Економічне прогнозування: навчальний посібник / Б.Є. Грабовецький. — К.: ЦНЛ, 2003. — 188 с.
3. Кігель В. Р. Математичні методи ринкової економіки / В.Р. Кігель. — К.: Кондор, 2003. — 158 с.
4. Кігель В. Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці / В.Р. Гігель: монографія. — К.: ЦУЛ, 2003. — 202 с.
5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Електронный ресурс] / Т Саати. — М.: Радио и связь, 1989. — Режим доступу: http://www.twirpx.com/file/26182/

References:

1. Hojko, A.F. (1999), Metody otsinky efektyvnosti investytsij ta priorytetni napriamy ikh realizatsii [Methods for evaluating the effectiveness of investment and priorities for their implementation], VIRA, Kyiv, Ukraine.
2. Hrabovets'kyj, B.Ye. (2003), Ekonomichne prohnozuvannia: navchal'nyj posibnyk [Economic forecasting: tutorial], TsNL, Kyiv, Ukraine.
3. Kihel', V.R. (2003), Matematychni metody rynkovoi ekonomiky [Mathematical methods of market economy], Kondor, Kyiv, Ukraine.
4. Kihel', V.R. (2003), Metody i modeli pidtrymky pryjniattia rishen' u rynkovij ekonomitsi [Methods and models of decision support in a market economy], TsUL, Kyiv, Ukraine.
5. Saati, T. (1989), Prinjatie reshenij. Metod analiza ierarkhij [Adoption decisions. The method of analysis yerarhyy.], Radio i svjaz', Moscow, Russia.

Стаття надійшла до редакції 22.03.2016 р.