

DOI: 10.15276/EJ.03.2020.11
DOI: 10.5281/zenodo.4642220
UDC: 334.02
JEL: D7, M15, C22, C13

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИНАМІЧНОГО УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ З КОЛЕКТИВНИМ ЕКСПЕРТНИМ ОЦІНЮВАННЯМ

INFORMATION SUPPORT OF DYNAMIC MANAGEMENT OF BUSINESS PROCESSES WITH COLLECTIVE EXPERT EVALUATION

Volodymyr Y. Filippov, PhD in Economics, Associate Professor
Odessa National Polytechnic University, Ukraine, Odessa
ORCID: 0000-0003-4429-7582
E-mail: v.filippov@opu.ua

Vitalii M. Antoshchuk
Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine
ORCID: 0000-0003-0763-3401
Email: vitalii.antoshchuk@gmail.com

Received 11.09.2020

Філіппов В.Ю., Антошчук В.М. Інформаційне забезпечення динамічного управління бізнес-процесами з колективним експертним оцінюванням. Науково-методична стаття.

Інформаційне забезпечення динамічного управління бізнес-процесами з колективним експертним оцінюванням. Розроблено принципи інформаційного забезпечення динамічного управління бізнес-процесами за колективним оцінюванням колективом експертів-інсайдерів в умовах динамічних змін та інформаційної невизначеності. Інформаційне забезпечення динамічного управління засноване на формуванні колективу експертів-інсайдерів, що є працівниками підприємства, які добре знають і розуміють проблеми підприємства зсередини та зацікавлені у вирішенні проблем підприємства. Розглянуто основні етапи колективного експертного оцінювання та його особливості у при реалізації концепції «колективного інтелекту». Показані основні переваги колективного експертного оцінювання з залученням експертів-інсайдерів. Апробація запропонованої концепції показала її ефективність.

Ключові слова: інформаційне забезпечення, управління бізнес-процесами, колективне експертне оцінювання, управління, динамічні зміни

Filippov V.Y., Antoshchuk V.M. Information support of dynamic management of business processes with collective expert evaluation. Scientific and methodical article.

Information support of dynamic business process management with collective expert evaluation. The principles of information support of business process dynamic management by collective assessment by a team of insider experts in the conditions of dynamic changes and information uncertainty are developed. Information support of dynamic management is based on the formation of a team of expert insiders who are employees of the enterprise, who know and understand the problems of the enterprise from within and are interested in solving problems of the enterprise. The main stages of collective expert evaluation and its features in the implementation of the concept of "collective intelligence" are considered. The main advantages of collective expert evaluation with the involvement of insider experts are shown. Approbation of the proposed concept showed its effectiveness.

Keywords: information support, business process management, collective expert evaluation, management, dynamic changes

Реалії сьогодення економіки характеризуються надзвичайно динамічною ситуацією з яскраво вираженим негативним трендом, спрямованим на зниження ефективності функціонування багатьох підприємств аж до їх закриття [1]. Значною мірою це пов'язано з пандемією COVID-19 і супутніми карантинними заходами. Для прийняття ефективних управлінських рішень в умовах динамічного та нестабільного розвитку ринкової економіки підприємству необхідна гнучка та оптимальна система інформаційного забезпечення, яка б оперативно відображала об'єктивну та своєчасну інформацію про стан та проблеми підприємства. Важливим елементом системи інформаційного забезпечення при виявленні факторів безпосереднього впливу на стан підприємства динамічних змін зовнішнього середовища є експертне оцінювання, яке є досить ефективною складовою при створення систем і методів підтримки прийняття управлінських рішень, спрямованих на виведення підприємства з кризової ситуації. Тобто в ситуації інформаційної невизначеності системи підтримки прийняття рішень, що базуються на колективних експертних оцінках, є своєчасними та ефективними [2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанню інформаційного забезпечення підтримки прийняття рішень управлінських рішень на основі експертного оцінювання приділяли увагу як вітчизняні так і закордонні вчені. Проте особливості інформаційного забезпечення рішень управлінських рішень в умовах динамічних змін та інформаційної невизначеності загострюють перед наукою ряд невирішених проблем.

Класичні методи експертного оцінювання передбачають формування колективу професійних експертів для вирішення завдання виведення підприємства з кризового стану [4-6]. Ці методи мають два суттєвих недоліки:

- вони неоперативні, оскільки формування професійного експертного колективу вимагає ретельної підготовки, яка не може бути здійснена за короткий час;
- методи професійної експертизи досить затратні, наприклад, середня вартість підготовки та проведення експертного оцінювання за методом Делфі становить приблизно 5000 \$ США [7].

Альтернативним варіантом колективного експертного оцінювання є концепція «колективного інтелекту» або «мудрості натовпу». Стрімкий розвиток цифрових технологій і соціальних мереж сприяло активному поширенню і застосуванню цієї концепції [7-9]. Наприклад, великі компанії збирають індивідуальні оцінки своїх співробітників, які виступають в ролі експертів-волонтерів для складання корпоративних прогнозів з продажу, розвитку підприємства, реінжинірингу бізнес процесів. При цьому засновані на таких колективних судженнях результати, виявляються не менш точними, ніж експертні оцінки колективу професійних експертів [10-12].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

При впровадженні концепції колективного інтелекту мають місце деякі складні моменти. З одного боку, вони пов'язані з великим числом учасників колективного експертного оцінювання, при цьому помилкові рішення нівелюються на фоні вираженої більшості вірних оцінок. З іншого боку, беруть участь в таких експертизах в рамках підприємства добровільні учасники – це зазвичай працівники цього ж підприємства, які глибоко знають його проблеми «зсередини» та мотивовані на сприяння виходу підприємства з кризи. У цьому сенсі вони є інсайдерами (англ. Insider), тобто членами певної групи людей, яка має доступ до інформації, що недоступна зовнішнім експертам та особам, які не працюють в компанії, в даному випадку до інформації про стан бізнес-процесів, що протікають на підприємстві та їх особливості. Далі будемо називати колектив таких експертів колективом експертів-інсайдерів (KEI), а саму експертизу – KEI-експертизою.

KEI-експертиза має свої переваги і недоліки.

Головні переваги:

- невисокі затрати на проведення KEI-експертизи. Вони можуть бути в рази, а то й на порядок менші, ніж в класичній експертизі;
- висока оперативність проведення KEI-експертизи. Таку експертизу можна організувати із застосуванням сучасних цифрових засобів комунікації протягом двох-трьох днів.

Однак разом з безумовними перевагами KEI-експертизи слід відзначити її наступний серйозний недолік. Для отримання достовірного результату експертизи результати оцінювання колективом експертів-інсайдерів потребують більш складної обробки з застосуванням спеціальних математико-статистичних методів. З ростом числа учасників складність цих методів зростає і вимагає серйозних обсягів комп'ютерних розрахунків. Проте, цей недолік може бути нівельований з урахуванням стрімких темпів цифрової трансформації економіки.

Метою статті є розробка принципів інформаційного забезпечення динамічного управління бізнес-процесами за колективним оцінюванням колективом експертів-інсайдерів в умовах динамічних змін та інформаційної невизначеності.

Виклад основного матеріалу дослідження

Як відомо, колективне експертне оцінювання (KEO), як правило, містить ряд обов'язкових етапів, що складають послідовність колективного експертного оцінювання [2].

Етап 1. Визначення мети KEO (наприклад, визначення найбільш ефективних заходів щодо виведення підприємства з кризової ситуації).

Етап 2. Формування експертного колективу (в разі застосування концепції «колективного інтелекту» – колективу для KEI-експертизи).

Етап 3. Формування множини альтернатив колективом експертів (наприклад, переліку можливих заходів щодо виведення підприємства з кризової ситуації).

Етап 4. Формування матриці колективних експертних оцінок (всі експерти оцінюють ефективність заходів з множини альтернатив, сформованих на Етапі 3, зокрема в ранговій шкалі, впорядковуючи альтернативи за ступенем їх ефективності).

Етап 5. Математична обробка результатів експертизи (оцінка узгодженості, оцінка компетентності експертів-інсайдерів, «чистка» – видалення експертів з недостатньою компетентністю, формування колективної оцінки).

Загальна схема етапів колективного експертного оцінювання представлена на рис.1.

Формалізуємо дії, що виконуються на кожному з етапів KEO.

Етап 1. Організатор KEO формує його мету.

Слід відзначити, що мета KEO залежить від того, що зараз найбільш актуально для підприємства і як планується використовувати результати експертизи. Наприклад, це може бути наступне:

- визначення основних пріоритетів при управлінні бізнес-процесами. Зібрана інформація дозволяє виявити проблемні зони на підприємстві;
- оцінка можливості впровадження нових технологій при організації бізнес-процесів. Інформація дає можливість виявити ставлення співробітників до змін, які зачіпають умови роботи та знайти шляхи до впровадження таких змін;
- генерування пропозицій щодо управлінських рішень. Інформація розглядається як спосіб покращення методів управління тощо.

Для прикладу розглянемо визначення двох-трьох заходів, сформульованих у вигляді управлінських рішень, спрямованих на виведення підприємства з кризового стану.

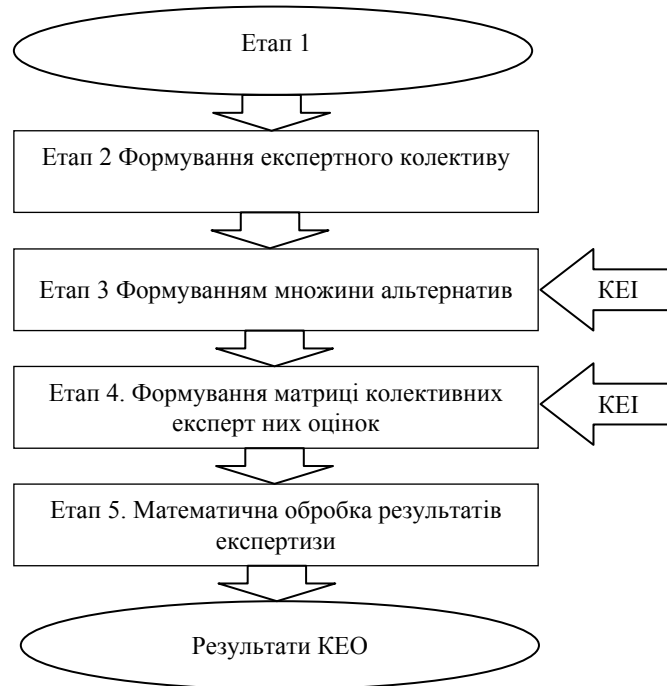


Рисунок 1. Загальна схема колективного експертного оцінювання
(Показано залучення до процесу КЕО колективу експертів-інсайдерів на етапах 3 і 4).

Джерело: власна розробка авторів

Етап 2. Формування експертного колективу (при впровадженні концепції «колективного інтелекту» – колективу для КЕІ-експертизи):

$$EColl = \{Exp_1, Exp_2, \dots, Exp_i, \dots, Exp_N\}, \overline{i = 1, N},$$

де N – число учасників експертного колективу. Експертний колектив в загальному випадку може складатися з професійних експертів, з експертів-інсайдерів, а також бути змішаним, тобто для експертизи можуть залучатися як професійні експерти так і з експертів-інсайдерів.

Етап 3. Формування множини альтернатив колективом експертів:

$$Alt = \{Alt_1, Alt_2, \dots, Alt_j, \dots, Alt_M\}, \overline{j = 1, M}.$$

Очевидним є наступний факт – чим більшим буде розмірність множини альтернатив, тим вище ймовірність, що серед них виявляться дійсно ефективні заходи, що дозволять досягти мети – вивести підприємство з кризи.

Слід відзначити, що залучення експертів-інсайдерів дає безумовні переваги. По-перше, «колективний інтелект» дозволить сформулювати більше варіантів виведення підприємства з кризового стану. По-друге, експерти-інсайдери менш консервативні, ніж професійні експерти, вони можуть запропонувати «свіжі» ідеї завдяки своєму баченню проблем підприємства «зсередини».

Етап 4. Формування матриці колективних експертних оцінок. На даному етапі кожному з N експертів пропонується оцінити ефективні заходів з безлічі альтернатив, сформованих на Етапі 3. Оцінка здійснюється зазвичай в ранговій шкалі, тобто кожен експерт складає індивідуальне ранжування

альтернатив за ступенем їх переваги зокрема в ранговій шкалі, впорядковуючи альтернативи за ступенем їх ефективності):

$$\text{Rank}_i = \{ \text{Alt}_1^i > \text{Alt}_2^i > \dots > \text{Alt}_j^i > \dots > \text{Alt}_M^i \}, j = 1, M, i = 1, N,$$

де символ $>$ означає «краще, ніж».

Таким чином, формується N строк, що представляють собою індивідуальні переваги експертів щодо альтернатив в ранговій шкалі розмірності M . Далі індивідуальні переваги збираються послідовно в матрицю колективних експертних оцінок Rank_Gen розмірності $N \times M$. Очевидно, що матриця Rank_Gen містить тим більше інформації, отриманої колективом експертів-інсайдерів, чим більше альтернатив M було запропоновано на етапі 3 і чим більше експертів N взяло участь в КЕО.

Етап 5. Експертна матриця обробляється з метою формування колективного ранжування у вигляді однієї строки Rank_Gen_0 генеральних переваг. Найбільш обґрунтованим методом формування рядка генеральних переваг є розрахунок медіани Кемені (МК) [12]. Медіани Кемені являє собою ранжування, рівновіддалене від всіх індивідуальних переваг експертів в M -мірному просторі. Обчислення медіани Кемені пов'язано з великими обчислювальними витратами, які зростають пропорційно значенню $\exp(N)$, проте існують способи її прискореного обчислення [13].

Далі для перевірки узгодженості думок експертів обчислюється коефіцієнт конкордації Кенделла (КК) W . Значення $W \geq 0,7$ свідчить про високу достовірність КЕІ [5, 14]. Однією з особливостей КЕІ-експертизи є можливість отримання низького значення КК і, відповідно, низької достовірності КЕО в цілому. Це пов'язано, з одного боку, з наявністю в складі КЕІ-експертизи великої кількості учасників і, відповідно, великим розкидом думок. З іншого боку, в КЕІ-експертизі можуть брати участь експерти з особистою думкою, що істотно відрізняється від думки більшості (їх називають експертами-дисидентами або експертами-нонконформістами). Думки таких експертів у вигляді їх рядків індивідуальних ранжувань $\text{Rank}_i^{\text{diss}}, i = 1, N$ слід виключити з генеральної матриці ранжування Rank_Gen_0 для підвищення достовірності КЕО в цілому.

Для цього пропонується наступна методика – з M рядків індивідуальних ранжування експертів формується матриця Rank_Gen_Current розмірності $N \times M$ покроковим додаванням рядків. Для отриманої матриці (назвемо її поточна рангова матриця) на кожному кроці додавання рядків розраховується непараметрична статистика Фрідмана, яка дозволяє перевірити однорідність цієї матриці [15]:

$$R_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \text{Rank_Gen_Current}_{ij},$$

$$\chi_F^2 = \frac{12N}{M(M+1)} \left(\sum_{j=1}^M R_j^2 - \frac{M(M+1)^2}{4} \right).$$

Статистика Фрідмана перевіряє дві статистичні гіпотези: нульову H_0 – всі зібрані в матрицю ранжування несуперечливі, проти гіпотези H_1 – в індивідуальному ранжуванні, що додається, є істотна відмінність з накопиченою матрицею. Якщо гіпотеза не підтверджується, то відповідний рядок не додається до матриці Rank_Gen_Current . Таким чином, думка експерта-дисидента виключається.

Для отриманої композиційної матриці оцінюється статистика Кронбаха (Cronbach's Alpha Coefficient – SAC), яка є кількісною оцінкою узгодженості матриці Rank_Gen_Current по рядках [15]:

$$\alpha_{Cron} = N(N-1) \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^M S_j^2}{S_{\text{сум}}^2} \right],$$

де S_j – вибіркова дисперсія j -ї альтернативи по стовпчику, $S_{\text{сум}}$ – вибіркова дисперсія суми рангів j -ї альтернативи, отриманих за всіма індивідуальним ранжування експертів. Значення статистики Кронбаха лежить в межах $[-\infty, 1]$, значення 1 відповідає абсолютному збігу рядків матриці Rank_Gen_Current (абсолютно надійна оцінка).

По черзі додається по одному рядку в матрицю Rank_Gen_Current і розраховується статистика Кронбаха. Після досягнення необхідної надійності за Кронбахом знову розраховується медіана Кемені 2-го рівня і розраховується нове значення коефіцієнт КК W . Практичне застосування такої методики показало, що в результаті «невключення» в матрицю підсумкової колективної експертної оцінки 3-5 експертів-дисидентів вдається досягти значення КК $W = 0,75$ і вище, тобто домогтися високої достовірності КЕІ.

Викладена методика інформаційного забезпечення динамічного управління бізнес-процесом з колективним експертним оцінюванням була апробована на підприємстві малого бізнесу ООО «7-40»

(м. Одеса, Україна). Підприємство «7-40» займається розробкою програмного забезпечення, організацією конгресів і торговельних виставок і налічує 45 співробітників.

За результатами діяльності підприємства протягом I кварталу 2020 г. із-за карантинних заходів прибуток підприємства скоротився на 45%. Для виходу з кризової ситуації були проведені три етапи КЕО для вироблення заходів у вигляді екстрених керуючих рішень по стабілізації стану підприємства. Етапи КЕО здійснювалися з інтервалом 2 місяці. На етапі I до КЕО було залучено 4 професійних експерта. На етапі II КЕО було проведено колективом з 2-х професійних експертів і 26 експертів-інсайдерів. На етапі III в КЕО брали участь тільки 40 експертів-інсайдерів. За результатами КЕО вибиралися 3 кращі альтернативи по ранговій шкалою з матриці КЕО, які реалізовувалися далі як управлінські рішення. Після закінчення кожного 2-х місячного терміну після проведення КЕО оцінювався прибуток підприємства.

Результати наведені на рисунку 2.

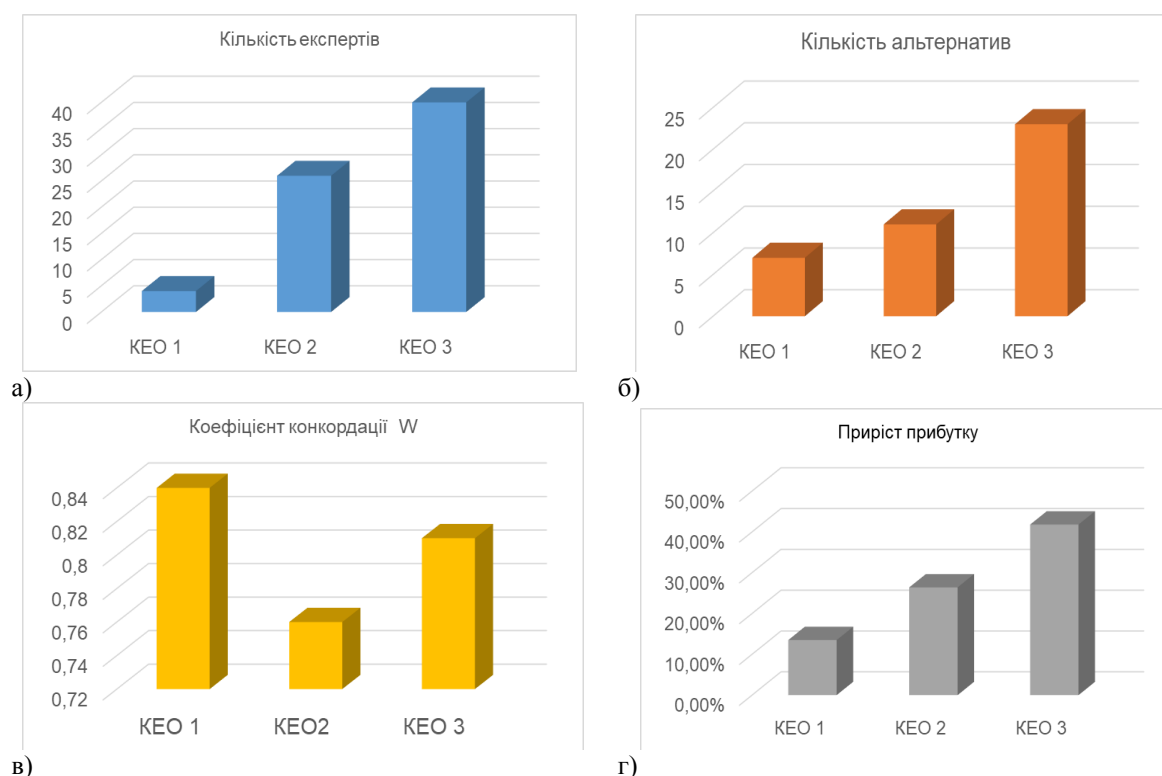


Рисунок 2. Результати 3-х послідовних етапів колективного експертного оцінювання по виходу з кризової ситуації на малому підприємстві ТОВ «7-40»

Джерело: власна розробка авторів

Аналіз результатів трьох етапного КЕО, відображеного на рис. 2, дозволяє встановити наступне. З ростом кількості учасників в групі КЕО помітно збільшується множина альтернатив, що підлягають розгляду (рис. 2 б). Це позитивний факт, який показує збільшення інформації, що міститься в результаті колективного розгляду проблеми. З одного боку, зі збільшенням числа експертів зростає число індивідуальних думок. З іншого боку, експерти-інсайдери більш креативні, ніж експерти-професіонали. В силу своєї «внутрішньої заглибленості» в організм функціонування підприємства можуть запропонувати нетипові рішення. Так, зокрема, в результаті 3-го етапу КЕО найкращими альтернативами виявилися пропозиції про повний перехід підприємства на віртуальний (повністю дистанційний) режим функціонування, придбання програмного засобу Zoom для проведення оперативних нарад в дистанційному режимі управління і розробка та застосування засобів постійної інформаційної підтримки поточних управлінських рішень. Столпчик 3 діаграми (рис. 2 г) підтвердив ефективність цих рішень. Рис. 2 в демонструє, що запропонована методика формування узгодженої матриці КЕО гарантує високу достовірність експертизи. Рис. 2 г показує ефективність розглянутих принципів у цілому по головному критерію – зростання прибутку підприємства.

Висновки

Розроблено принципи інформаційного забезпечення динамічного управління бізнес-процесами за оцінюванням варіантів дій колективом експертів-інсайдерів в умовах динамічних змін та інформаційної невизначеності. Інформаційне забезпечення динамічного управління засноване на формуванні експертного колективу, який здійснює пошук виходу шляхів виведення підприємства з кризового стану,

з експертів-інсайдерів, які є працівниками підприємства, що добре знають і розуміють проблеми підприємства зсередини та зацікавлені у вирішенні проблем підприємства. Розроблені принципи дозволяють істотно знизити затрати на проведення колективного експертного оцінювання як способу пошуку ефективних управлінських рішень і підвищити його оперативність. Апробація досягнутих результатів на реально функціонуючому підприємстві підтвердила ефективність колективного мислення як інструменту управління бізнес-процесами.

Abstract

The principles of information support of dynamic business process management based on collective assessment by a team of insider experts in the conditions of dynamic changes and information uncertainty have been developed. Information support of dynamic management is based on the formation of a team of expert insiders who are enterprise employees that know and understand the problems of the enterprise from the inside and are interested in solving the problems of the enterprise.

The advantages of conducting an examination by a team of insider experts are shown: low costs for its implementation and high efficiency.

The main stages of collective expert evaluation are considered:

- Defining the examination purpose, for example, determining the main priorities in business process management, assessing the possibility of introducing new technologies, generating proposals for management decisions.
- Formation of an expert team.
- Formation of a set of alternatives by a team of experts (for example, a list of possible measures to bring the company out of crisis).
- Formation of a matrix of collective expert evaluations (all experts evaluate the effectiveness of measures from the set of alternatives formed in stage 3, in particular in the ranking scale, sorting the alternatives according to the degree of their effectiveness).
- Mathematical processing of examination results (assessment of consistency, assessment of competence of insider experts, "cleaning" – removal of experts with insufficient competence, formation of collective assessment).

Next, to verify the consistency of expert opinions, the Kendall concordance coefficient (KK) W is calculated. The value indicates a high reliability of the examination.

Developed principles of examination by a team of expert insiders can significantly reduce the cost of expert evaluation as a way to find effective management solutions and increase its efficiency. Approbation of the achieved results at a really functioning small business enterprise confirmed the effectiveness of collective thinking as a tool for business process management. Approbation of the proposed concept showed its effectiveness.

Список літератури:

1. Великі проблеми малого бізнесу: Системний звіт. Рада бізнес-омбудсмена: веб-сайт. 2020. 64 с. [Електроний ресурс] – Режим доступу: https://boi.org.ua/media/uploads/system_bigproblemssmalbusiness/3_2020_system_ua.pdf. (дата звернення 03.08.2020).
2. Нестеренко О.В., Савенков О.І., Фаловський О.О. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень: навчальний посібник / За ред. П.І. Бідюка. Київ: Національна академія управління, 2016. – 188 с. [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://www.nam.kiev.ua/files/publications/978-966-8406-94-2-pos.pdf>. (дата звернення 03.08.2020).
3. Попов О.О., Яцишин А.В., Артемчук В.О. Можливості використання експертних методів та систем для вирішення задач екологічної безпеки в зонах впливу АЕС. Збірник наукових праць інституту геохімії навколишнього середовища. – 2016. – Вип. 25 – С. 5-16. (дата звернення 03.08.2020).
4. Куваєва В.І., Лип'яніна Х.В., Болтънков В.О. Обробка експертної інформації при колективному оцінюванні туристичної інфраструктури. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. – 2018. – № 3. – С. 35-43.
5. Лисецкий Ю.М. Технология анализа согласованности и достоверности экспертных оценок. Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки. – 2017. – Вип. 16. – С. 72-79.
6. Венедиктов А.А. О показателе согласованности экспертных оценок. Вооружение и экономика. – 2018. – № 3 (45). – С. 52-66.
7. Weiss A. The Power of Collective Intelligence. Collective Intelligence. – 2005. – № 9. – P. 17-23.

8. Malone T.W., Laubacher R., Dellarocas C. *Harnessing crowds: mapping the genome of collective intelligence*. Cambridge, MA: MIT Center for Collective Intelligence Massachusetts Institute of Technology, 2009. 21 p. DOI: 10.2139/ssrn.1381502.
9. Філіппов В.Ю. *Управління розвитком підприємництва за імперативами сталого розвитку в інформаційно-інноваційній економіці: системно-інтегрований підхід*. Schweinfurt: Time Realities Scientific Group UG (haftungsbeschränkt), 2020. – 489 с.
10. Woolley A., Aggarwa I., Malone T. *Collective Intelligence and Group Performance*. *Current Directions in Psychological Science*. – 2015. – Vol. 24, № 6. – P. 420-424.
11. Славин Б.Б. *Технологии коллективного интеллекта. Проблемы управления*. – 2016. – №5. – С. 2-9.
12. Gonzalo N.R., Zoumpolia D., Elpiniki P., Rafael B., Koen V. *Aggregation of Partial Rankings – An Approach Based on the Kemeny Ranking Problem*. *Advances in computational intelligence*. – 2015. – № 2. – С. 343-355.
13. Boltenev V., Kuvaeva V., Galchonkov O., Ishchenko O. *The research of possibilities for fast calculation of median consensus rankings*. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2018. – Vol. 4/4 (94). – P. 28-35.
14. Triantaphyllou E., Hou F., Yanase J. *Analysis of the Final Ranking Decisions Made by Experts After a Consensus has Been Reached in Group Decision Making*. *Group Decision and Negotiation*. 2020. – № 29. – P. 271-291. DOI: 10.1007/s10726-020-09655-5.
15. Bonnini S., Corain L., Marozzi M., Salmaso S. *Nonparametric Hypothesis Testing – Rank and Permutation Methods with Applications in R*. N.Y.: John Wiley & Sons, 2014. – 567 p.

References:

1. Big problems of small business: System report. (2020). Rada biznes-ombudsmena: website. 64 p. Retrieved from https://boi.org.ua/media/uploads/system_bigproblemsmalbusiness/3_2020_system_ua.pdf [in Ukrainian].
2. Nesterenko, O.V. & Savenkov, O.I. & Falovskyi, O.O. (2016) *Intelligent decision support systems: a textbook* / Ed. P.I. Bidiuk. Kyiv: Natsionalna akademiia upravlinnia. 188 p. Retrieved from <https://www.nam.kiev.ua/files/publications/978-966-8406-94-2-pos.pdf> [in Ukrainian].
3. Popov, O.O. & Yatsyshyn, A.V. & Artemchuk, V.O. (2016). *Possibilities of using expert methods and systems to solve environmental safety problems in NPP impact zones*. *Zbirnyk naukovykh prats instytutu heokhimii navkolyshnoho seredovyscha*. Is. 25, 5-16 [in Ukrainian].
4. Kuvaeva, V.I. & Lipianina, Kh.V. & Boltonkov, V.O. (2018). *Processing of expert information in the collective assessment of tourist infrastructure*. *Suchasnyi stan naukovykh doslidzhen ta tekhnologii v promyslovosti*. 3, 35-43 [in Ukrainian].
5. Lysetskyi, Yu.M. (2017). *The technology for analyzing the consistency and reliability of expert estimates*. *Matematychni ta kompiuterni modeliuvannia*. Seriya: Tekhnichni nauky. Is. 16, 72-79 [in Russian].
6. Venedyktov, A.A. (2018). *On the indicator of consistency of expert assessments*. *Vooruzheniye i ekonomika*. 3 (45), P. 52-66 [in Russian].
7. Weiss, A. (2005). *The Power of Collective Intelligence*. *Collective Intelligence*, 9, 17-23 [in English].
8. Malone, T.W. & Laubacher, R. & Dellarocas C. (2009). *Harnessing crowds: mapping the genome of collective intelligence*. Cambridge, MA: MIT Center for Collective Intelligence Massachusetts Institute of Technology. 21 p. DOI: 10.2139/ssrn.1381502 [in English].
9. Filippov, V.Yu. (2020). *System-integrated management of business development according to the imperatives of sustainable development in information and innovation economics*. Schweinfurt: Time Realities Scientific Group UG (haftungsbeschränkt) [in Ukrainian].
10. Woolley, A. & Aggarwa, I. & Malone, T. (2015). *Collective Intelligence and Group Performance*. *Current Directions in Psychological Science*, 24/6, 420-424 [in English].
11. Slavyn, B.B. (2016). *Collective intelligence technologies*. *Problemy upravleniya*, 5, 2-9 [in Ukrainian].
12. Gonzalo, N.R. & Zoumpolia, D. & Elpiniki, P. & Rafael, B. & Koen V. (2015). *Aggregation of Partial Rankings – An Approach Based on the Kemeny Ranking Problem*. *Advances in computational intelligence*, 2, 343-355 [in English].
13. Boltenev, V. & Kuvaeva, V. & Galchonkov, O. & Ishchenko, O. (2018). *The research of possibilities for fast calculation of median consensus rankings*. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4/4 (94), 28-35 [in English].
14. Triantaphyllou, E. & Hou, F. & Yanase, J. (2020). *Analysis of the Final Ranking Decisions Made by Experts After a Consensus has Been Reached in Group Decision Making*. *Group Decision and Negotiation*. 29, 271-291. DOI: 10.1007/s10726-020-09655-5 [in English].

15. Bonnini, S. & Corain, L. & Marozzi, M. & Salmaso S. (2014). Nonparametric Hypothesis Testing – Rank and Permutation Methods with Applications in R. N.Y.: John Wiley & Sons [in English].

Посилання на статтю:

Філіппов В.Ю. Інформаційне забезпечення динамічного управління бізнес-процесами з колективним експертним оцінюванням / В. Ю. Філіппов, В. М. Антощук // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2020. – № 3 (13). – С. 87-94. – Режим доступу до журн.: <https://economics.opu.ua/ejopu/2020/No3/87.pdf>.

DOI: 10.15276/EJ.03.2020.11. DOI: 10.5281/zenodo.4642220.

Reference a JournalArticle:

Filippov V.Y. Information support of dynamic management of business processes with collective expert evaluation / V. Y. Filippov, V. M. Antoshchuk // Economic journal Odessa polytechnic university. – 2020. – № 3 (13). – P. 87-94. – Retrieved from <https://economics.opu.ua/ejopu/2020/No3/87.pdf>.

DOI: 10.15276/EJ.03.2020.11. DOI: 10.5281/zenodo.4642220.

