



УДК 004.89:005.591.6

# ФОРМАЛІЗОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОПЕРЕДНЬОГО ВІДБОРУ ЕКСПЕРТІВ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ У ЗАДАЧАХ РЕІНЖИНІРИНГУ

## A FORMALIZED FRAMEWORK FOR PRELIMINARY EXPERT SELECTION IN INTELLIGENT SYSTEMS FOR REENGINEERING APPLICATIONS

Булгакова О.С.  
Bulgakova O.S.

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Україна  
Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6587-8573>  
E-mail: [sashabulgakova2@gmail.com](mailto:sashabulgakova2@gmail.com)

Copyright © 2026 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: [10.15673/atbp.v18i1.3432](https://doi.org/10.15673/atbp.v18i1.3432)

**Анотація.** Досліджено проблему неформалізованого відбору експертів в інтелектуальних системах для задач реінжинірингового проектування, де склад експертної комісії безпосередньо впливає на якість, відтворюваність та інтерпретованість прийнятих рішень. Показано, що в більшості сучасних підходів формалізація зосереджена на процедурах еліцитації й агрегування експертних суджень, тоді як етап попереднього добору залишається описовим і контекстно-залежним. Запропоновано формалізовану технологію попереднього відбору експертів, яка структурує формування експертної комісії як алгоритмічний процес із визначеними вхідними множинами, уніфікованим описом профілів кандидатів, інтегральною функцією відповідності та пороговими умовами допуску. Методологія регламентує покриття ролей і предметних доменів, обмеження інституційної залежності, а також процедури стратифікації, кластеризації та документування прийнятих рішень. Описано механізми забезпечення відтворюваності процедури через фіксацію версій даних і протоколювання артефактів, що створює основу для зовнішнього аудиту та подальшого аналізу стійкості й чутливості складу експертної комісії до параметрів відбору. Розроблена модель може бути застосована у проєктах реінжинірингу з обмеженими даними, високим рівнем невизначеності та підвищеними вимогами до прозорого формування експертного складу.

**Abstract.** The problem of non-formalized expert selection in intelligent systems for reengineering design tasks is investigated, where the composition of the expert panel directly affects the quality, reproducibility, and interpretability of decision outcomes. It is shown that in most contemporary approaches, formalization is primarily focused on elicitation and aggregation procedures, while the preliminary selection stage remains descriptive and context-dependent. A formalized preliminary expert selection technology is proposed, structuring expert panel formation as an algorithmic process with defined input sets, standardized candidate profile representations, an integral conformity function, and threshold-based admission conditions. The methodology regulates role and domain coverage, institutional balance constraints, and includes procedures for stratification, clustering, and documentation of selection decisions. Mechanisms for ensuring procedural reproducibility are described, including data version freezing and artifact logging, thereby establishing a foundation for external audit and further stability and sensitivity analysis of expert panel composition with respect to selection parameters. The proposed model can be applied in reengineering projects characterized by limited data availability, high uncertainty, and increased transparency requirements for expert panel formation.

**Ключові слова:** Відбір експертів, експертна комісія, інтелектуальні системи, реінжиніринг, експертні системи, еталон оцінювання, експертна комісія верхнього рівня, формалізація добору.

**Keywords:** Expert selection, expert panel, intelligent systems, reengineering, expert systems, evaluation benchmark, upper-level expert commission, formalization of selection.



**Вступ.** У завданнях системного реінжинірингу, де, зазвичай, бракує коректних даних, критерії прийняття рішень суперечливі, а часові й організаційні обмеження жорсткі, переважна частина рішень і висновків спирається на експертні судження. Такі задачі характеризуються багатокритеріальністю, високим рівнем невизначеності та необхідністю одночасного врахування технічних, економічних, організаційних і соціальних факторів, що унеможливує використання виключно формалізованих або статистичних методів аналізу. Водночас саме добір експертів часто залишається неформалізованим: панелі комплектують «за доступністю», через самовідбір або за інституційними зв'язками, рідко наводячи прозорі правила складу та покриття тематик. Критерії включення до складу експертної групи формуються ситуативно, без уніфікованого опису компетентностей, рівнів методологічної підготовки та вимог до незалежності. У результаті склад панелі може не відповідати структурі задачі та архітектурі системи, для якої формуються оцінки. Наслідок – упередження в композиції панелі, прогалини в доменах, ризик конфліктів інтересів і нестабільність подальших висновків, конформізм. За наявності таких ефектів експертна оцінка може відображати не повноту альтернатив, а внутрішню узгодженість групи, що методологічно знижує її надійність.

В інтелектуальних експертних системах склад експертної комісії фактично визначає параметри еталону оцінювання, впливає на калібрування моделей і на інтерпретацію результатів аналізу. Таким чином, неформалізований відбір експертів стає джерелом системного ризику, який поширюється на весь життєвий цикл інтелектуальної системи. Відсутність алгоритмічно визначених правил допуску, балансування та перевірки стійкості складу знижує відтворюваність, прозорість і можливість зовнішнього аудиту отриманих результатів.

**Аналіз літературних даних і постановка проблеми.** У задачах реінжинірингового проектування експертні оцінки відіграють не допоміжну, а системоутворюючу роль, що зумовлено обмеженістю, неоднорідністю та контекстною залежністю вихідної інформації [1-4]. Як показано у класичних роботах з реінжинірингу, радикальне перепроектування систем здійснюється в умовах високої невизначеності та багатокритеріальності, де формалізовані дані поєднуються з якісними та експертними інтерпретаціями [3-8]. У більш сучасних дослідженнях підкреслюється, що навіть за наявності цифрових інструментів і BPM-систем інформація про процеси залишається фрагментарною і потребує експертного трактування [9-11].

Таким чином, інтелектуальні експертні системи інтегрують алгоритмічні процедури з експертними знаннями, формуючи єдиний інформаційно-аналітичний комплекс [9]. Проте ефективність такого комплексу безпосередньо залежить від якості складу експертної групи. Незважаючи на це, аналіз сучасних методичних підходів свідчить про відсутність достатньої формалізації саме процедури добору експертів.

Так, у EFSA (European Food Safety Authority) з експертної еліцитації розрізняються етапи «формулювання питання, добір експертів, еліцитація невизначеності, агрегування», і прямо вимагається прозоро документувати компетентність, незалежність та конфлікти інтересів. Але уніфікованого алгоритму з порогами включення не запропоновано, а відбір лишається контекстно-залежним і на відповідальності організаторів дослідження [12].

Аналогічний акцент на описовій, а не на алгоритмічній регламентації відбору міститься й у регуляторному документі NUREG-2255: визначено необхідність обґрунтування критеріїв включення, балансу доменів і незалежності, однак формальні правила побудови складу з універсальними порогами не фіксуються [13].

У Sheffield Elicitation Framework (SHELF) детально стандартизовані ролі фасилітатора, форми фіксації невизначеності та сценарії проведення сесій, але сам добір учасників залишено «проектно-специфічним», із загальними вимогами до експертності та незалежності без єдиної процедури калібрування порогу допуску [14].

В оглядах практик Delphi за останнє десятиріччя відзначається нерівномірність звітування щодо правил рекрутингу та складу груп: критерії включення формулюються гнучко, розміри та баланс панелей варіюють, що ускладнює порівнюваність результатів навіть за однакових процедур еліцитації [15]. Для структурованих експертних оцінок за «класичною моделлю» (Cooke) формалізація зосереджена на калібруванні та перформанс-зважуванні вже залучених експертів; склад групи зазвичай вважається заданим до початку аналізу, що залишає процедуру відбору поза межами формалізованої методології [16].

Окремі дослідження, присвячені формуванню експертних груп у великих інноваційних або системно-аналітичних проєктах, пропонують використання кластеризаційних та індуктивних алгоритмів для структурування експертних множин [17], а також методи оцінювання узгодженості експертних думок з урахуванням соціального профілю [18]. У більш пізніх роботах розглядаються підходи до синтезу експертних матриць на основі нечіткої логіки [19]. Проте навіть у цих дослідженнях акцент робиться переважно на обробці та агрегуванні вже отриманих експертних оцінок, тоді як формалізація процедури попереднього допуску, балансування та перевірки стійкості складу залишається недостатньо розробленою.

Таким чином, аналіз літератури демонструє системний методологічний розрив. З одного боку, стандарти еліцитації та агрегування експертних оцінок достатньо деталізовані та нормативно регламентовані. З іншого боку, процедура формування складу експертної комісії, яка фактично визначає якість подальших рішень інтелектуальної системи, не має уніфікованого алгоритмічного опису з визначеними порогами включення, механізмами балансування та перевіркою стабільності.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження є формалізація процедури відбору експертів для інтелектуальних систем у задачах реінжинірингового проектування шляхом розроблення відтворюваної



методології попереднього допуску, структурного балансування та перевірки стійкості складу експертної комісії. Запропонована технологія розглядає формування експертної комісії як окремий етап проектування інтелектуальної системи з визначеними вхідними множинами, правилами їх перетворення та критеріями прийнятності результату.

Для досягнення поставленої мети у роботі обґрунтовується необхідність алгоритмічної регламентації процедури добору експертів у контексті реінжинірингових задач; формується структурована модель опису кандидатів і механізм порогового допуску до складу комісії; розробляється процедура стратифікації, кластеризації та перевірки стабільності складу на незалежних підвибірках; визначається набір документованих складових, що забезпечують прозорість, відтворюваність та можливість зовнішнього аудиту процедури формування експертної комісії.

**Методи і матеріали досліджень.** Методологічною основою дослідження є системний підхід до проектування інтелектуальних експертних систем у задачах реінжинірингового проектування, відповідно до якого формування складу експертної комісії розглядається як самостійний структурований етап життєвого циклу системи. Процедура добору експертів моделюється як керований процес перетворення вхідної множини кандидатів у цільову множину допустимих рішень за заздалегідь визначеними правилами та обмеженнями.

Формалізація здійснюється з використанням апарату теорії множин та структурного моделювання. Пул кандидатів подається у вигляді множини  $\Omega = \{e_1, e_2, \dots, e_N\}$ , де кожен кандидат  $e_i$  описується профілем  $x_i$ , що входить до матриці ознак  $X$ . Компоненти профілю відображають доменну компетентність, професійний досвід, відповідність функціональним ролям, інституційну афіліацію та статус незалежності. Для забезпечення порівнюваності профілі будуються на уніфікованих шкалах із фіксованими правилами нормалізації та документованими джерелами.

На етапі попереднього допуску застосовується інтегральна функція відповідності  $g(X_i)$ , яка агрегує профільні характеристики кандидата з урахуванням вагових коефіцієнтів. Порогове значення  $x_0$  визначає мінімальний рівень прийнятності профілю. Таким чином, процедура допуску інтерпретується як відображення  $\Omega \rightarrow \Omega_0$ , де  $\Omega_0 \subseteq \Omega$  є підмножиною кандидатів, що задовольняють формалізовані критерії.

Для забезпечення структурної збалансованості застосовується метод стратифікації за ключовими атрибутами профілю (функціональні ролі, домени, афіліації, статус незалежності). Стратифікація дозволяє сформувати підвибірку з контрольованими параметрами різноманітності та мінімізувати інституційну залежність складу. Подальше групування кандидатів здійснюється із застосуванням кластерного аналізу у просторі ознак із визначенням метрики відстані та кількості кластерів на основі критеріїв гомогенності та інтерпретованості. Важливою складовою технології є забезпечення відтворюваності процедури. Для цього використовується принцип фіксації версій даних («заморожування» зрізів множини  $\Omega$  та матриці  $X$ ), детерміновані правила перетворення профілів, а також протоколювання рішень щодо допуску, балансування та формування остаточного складу. Такий підхід дозволяє розглядати попередній відбір не як евристичний етап, а як формалізований процес, придатний для подальшого аналізу його стійкості та чутливості до параметрів моделі.

Матеріалами дослідження є структуровані профілі кандидатів, сформовані на основі відкритих джерел (публікаційна активність, сертифікації, проєктні ролі, рекомендації), а також регламентні вимоги щодо незалежності та запобігання конфліктам інтересів. Дослідження має концептуально-методологічний характер і спрямоване на створення базової моделі попереднього відбору, яка в подальших роботах може бути доповнена метриками стабільності та процедурою чутливісного аналізу.

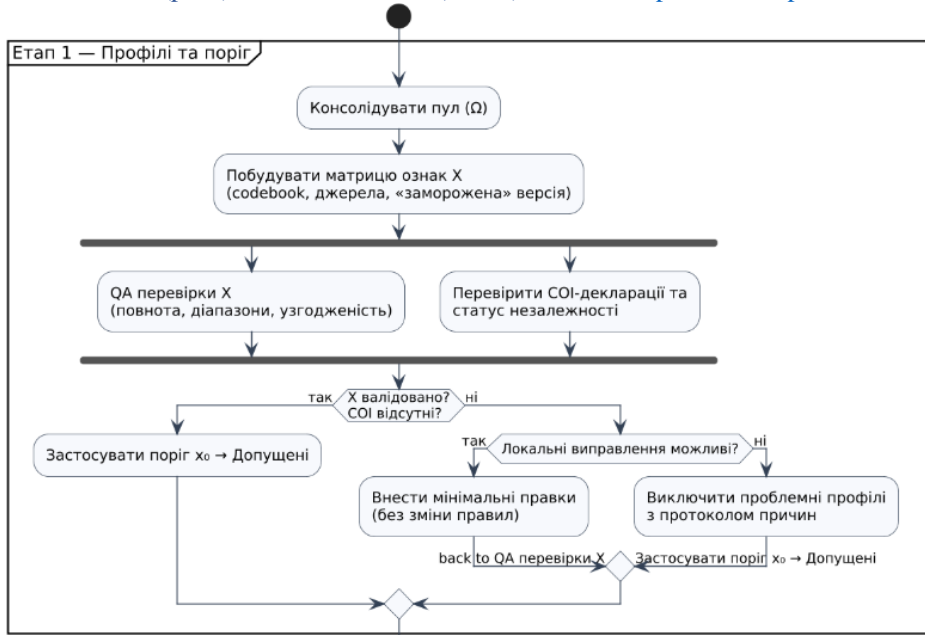
**Результати досліджень.** У результаті проведеного дослідження розроблено формалізовану технологію попереднього відбору експертів для інтелектуальних систем у задачах реінжинірингового проектування. На відміну від підходів, у яких склад експертної групи вважається заданим або формується евристично, запропонована модель розглядає процедуру добору як керований алгоритмічний процес із визначеними вхідними множинами, параметрами та обмеженнями. Запропонована технологія добору експертів включає чотири послідовні кроки, що переводять відбір експертів у керовану, відтворювану процедуру.

Вхідними об'єктами є пул кандидатів  $\Omega$  – множина кандидатів, з якої формується експертна комісія верхнього рівня (ЕКВР), кожен кандидат описується профілем у матриці ознак  $X$ , де  $X_i$  – це узгоджений набір вимірів для кандидата  $i$  з уніфікованими шкалами та посиланнями на джерела, та поріг допуску  $x_0$ . Для переходу від сирих даних до узгодженого  $X$  формується «заморожена версія» – фіксований зріз із часовою міткою та контрольними сумами; усі перетворення детерміновані та відтворювані. Цільовим результатом є затверджений склад експертної комісії верхнього рівня розміру  $m_{opt}$  та зафіксований еталон оцінювання результатів  $E_0^b(R(I))$ .

Технологія добору експертів включає чотири етапи:

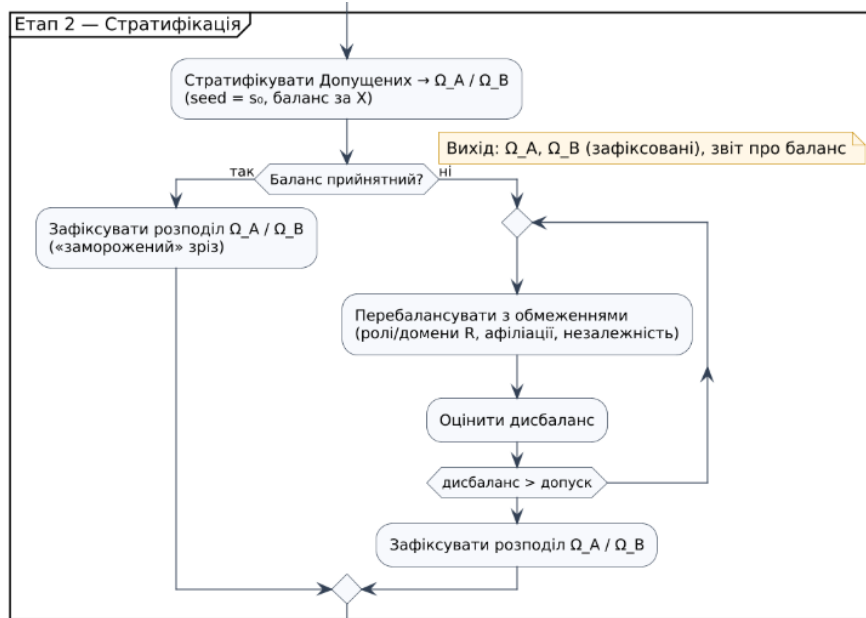
*Етап 1. Профілі та поріг допуску до складу експертної комісії (рис.1).*

Вихідна множина кандидатів  $\Omega$  консолідується з різних джерел (публікації, сертифікації, проєктні ролі, рекомендації тощо). Для кожного кандидата формується рядок у «замороженій» матриці ознак  $X$  з уніфікованими шкалами та codebook: чітко зазначається, що означає кожна ознака, як вона вимірюється та на які документи спирається. Паралельно запускаються дві незалежні гілки контролю.



**Рис. 1 – Блок-схема етапу формування профілів та порогового допуску кандидатів**  
**Fig.1 – Flowchart of the profiling stage and threshold-based admission of candidates**

Перша – QA перевірки даних: повнота заповнення, допустимі діапазони, відсутність суперечностей і дублікатів. Друга – верифікація незалежності та COI (conflict of interest – наявність фінансових, інституційних або близьких особистих зв’язків, здатних вплинути або створити враження впливу на неупередженість кандидата); кандидати декларують COI, а команда відбору перевіряє ці декларації та правила інституційної підлеглості. Якщо знайдено похибки даних, виконуються мінімальні правки без зміни правил; якщо це неможливо, то профіль виключається із фіксацією причин. Після успішного проходження QA і COI перевірок застосовується пороговий допуск  $x_0$  до функції якості  $g(X_i)$ , кандидатів з  $g(X_i) > x_0$  переходять далі. На виході етапу маємо «заморожені» артефакти: версію  $X$  із контрольними сумами, журнал QA, протоколи COI/незалежності та множину допущених.



**Рис. 2 – Блок-схема етапу стратифікації**  
**Fig.2 – Flowchart of the stratification stage**

*Етап 2. Стратифікація (рис.2)*

Множина допущених розбивається на дві неперекривні підвибірки  $\Omega_A$  та  $\Omega_B$  за фіксованим параметром випадковості  $s_0$ , що гарантує відтворюваність розподілу. Мета етапу: досягти балансу за ключовими стовпцями  $X$  (тематичні ролі та домени  $R$ , рівні компетентності/методологічної підготовки, афіліації, статус незалежності та задекларовані COI). Якщо початковий розподіл незбалансований, запускається цикл перебалансування з



визначеними допусками: змінюються лише рішення про належність кандидата до підвибірки, але не змінюються самі профілі й правила. Коли відхилення за всіма ключовими ознаками входять у допуски, розщеплення фіксується як «заморожений» зріз  $\Omega_A/\Omega_B$  із баланс-звітом. Це створює основу для зовнішньої перевірки стійкості подальших кроків: незалежний повтор відбору на  $\Omega_A$  та  $\Omega_B$  має приводити до узгоджених рішень.

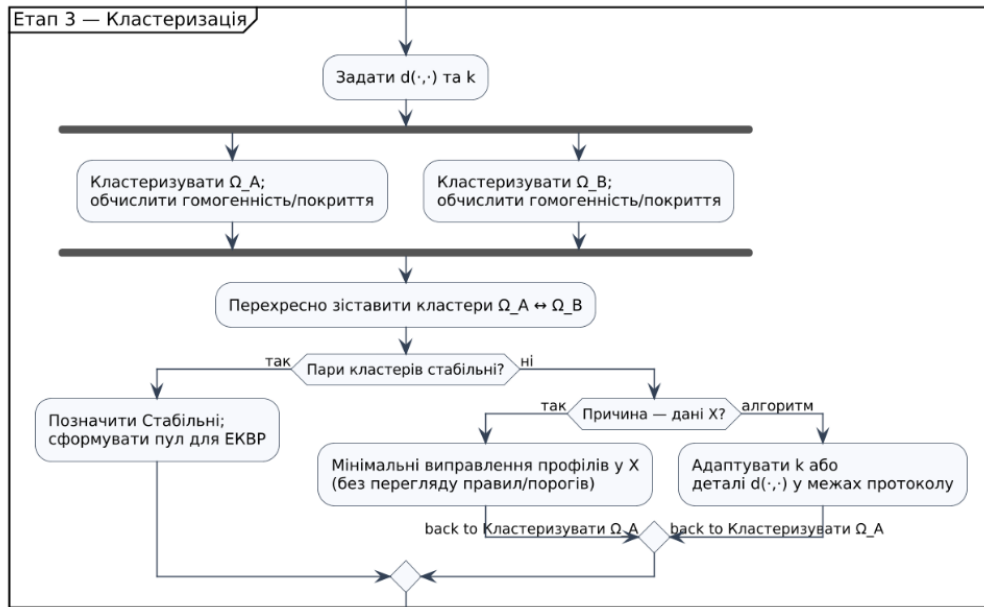


Рис. 3 – Блок-схема етапу кластеризації  
Fig.3 – Flowchart of the clustering stage

### Етап 3. Кластеризація (рис.3)

Для простору ознак визначається узгоджена метрика відстані  $d$  і обирається кількість кластерів  $k$  з огляду на гомогенність компетентностей та інтерпретованість результатів. Далі  $\Omega_A$  та  $\Omega_B$  кластеризуються окремо, для кожного кластера обчислюються метрики внутрішньої узгодженості, тематичного покриття (відповідність ролям/доменам  $R$ ) та інституційної рівноваги (щоб не накопичувався надлишок однієї афіліації).

Кластери з  $\Omega_A$  перехресно зіставляються з найближчими за центроїдами кластерами в  $\Omega_B$ . Якщо пари кластерів стабільні (склади та профілі відрізняються в межах заздалегідь визначених допусків), кандидати з цих кластерів формують пул для складання ЕКВР. Якщо стабільності не досягнуто, передбачені дві керовані гілки: мінімальні виправлення даних у  $X$  (уточнення джерел, нормалізації) без зміни правил або обережне налаштування  $k$  чи деталей  $d$  у межах зафіксованого протоколу з повторною оцінкою. Етап завершується «замороженим» пакетом: мітки кластерів у кожній підвибірці, показники гомогенності/покриття та звіт про стабільність пар  $\Omega_A \leftrightarrow \Omega_B$ .

### Етап 4. Формування ЕКВР (рис.4)

Із набору стабільних кандидатів формується експертна комісія верхнього рівня розміру  $m_{opt}$ . Перевіряється повнота покриття  $R$  (усі визначені ролі та домени представлені), дотримання обмежень інституційної незалежності (верхні межі на частку однієї афіліації, відсутність активних СОІ згідно з деклараціями та перевітками), а також стійкість складу щодо розщеплення  $\Omega_A/\Omega_B$  – рішення не повинні суттєво залежати від того, з якої підвибірки стартує відбір. Якщо виявляються прогалини в покритті або порушення обмежень, виконуються точкові заміни на еквівалентні профілі та повторні перевірки до виконання критеріїв. Після погодження складу затверджується еталон оцінювання  $E_0^b(R(I))$  для відповідного контексту задачі  $I$ . Еталон – це набір фіксованих цільових/порогових значень  $e_{ij}$  для визначених артефактів і метрик якості; після затвердження він не редагується постфактум і використовується для подальшої незалежної перевірки.

Якщо член ЕКВР вибуває, допускається еквівалентна заміна: кандидат-заміна має відповідати тій самій ролі/домени з набору  $R$ , не поступатися рівнем компетентності та зберігати статус незалежності без СОІ. Після заміни повторно перевіряються стабільність рішення й обмеження на афіліації, а зміна документується в пакеті артефактів. Усі події, пов'язані з СОІ, фіксуються окремо: декларації, виявлені конфлікти, прийняті запобіжники (відведення від голосування, виключення, заміна), щоб забезпечити прозорість і відтворюваність процедури.

Перевірка стабільності відбору проводиться на двох незалежних траєкторіях. Перша траєкторія міжпідвибіркова: протокол запускається окремо на  $\Omega_A$  та  $\Omega_B$ , після чого порівнюються склади попередніх шортлистів і фінальні варіанти ЕКВР. Узгодженість оцінюється через перетин вибраних множин, узгодженість ранжувань претендентів та схожість кластерних структур. Порогові значення «достатньої узгодженості» задаються до запуску та відображають вимоги  $R$  у контексті  $I$ . Друга траєкторія внутрішньопідвибіркова: виконуються серії контрольованих пертурбацій у межах допустимих похибок вимірювання ознак у  $X$  та



альтернативні ініціалізації в межах тієї самої послідовності  $s_0$ . Після кожної варіації повторюється кластеризація та перевіряється, чи лишається рішення в межах визначених допусків.

Окремо перевіряється виконання вимог покриття  $R$  і незалежності. Для покриття формується карта ролей і доменів із валідаційними показниками: частка закритих ролей, мінімальна представницькість критичних доменів, відсутність «дір» у компетенціях, потрібних для артефактів  $R(I)$ . Ресурсні обмеження валідується за журналами процесу: фіксуються фактичні витрати часу на збір і калібрування ознак, кількість ітерацій перебалансування  $\Omega_A/\Omega_B$ , спроб кластеризації та замін у складі. Якщо якийсь підетап систематично виходить за встановлені обмеження, подається обґрунтування компромісів або пропозиції щодо спрощення без втрати відтворюваності.

Наприкінці формується пакет для зовнішнього аудиту. Він містить мінімально достатні дані та метадані для повторення всіх кроків: версії  $X$ ,  $\Omega_A/\Omega_B$ ,  $s_0$ ,  $d$ ,  $k$ , критерії стабільності і покриття  $R$ , правила COI і афіліаційних обмежень, еталон  $E^b_0(R(I))$  та протокол усіх прийнятих рішень. Такий пакет дає можливість незалежній стороні відтворити результати, звірити порогові значення з оголошеними допусками і підтвердити, що склад ЕКВР не є артефактом випадкових або не задокументованих рішень.

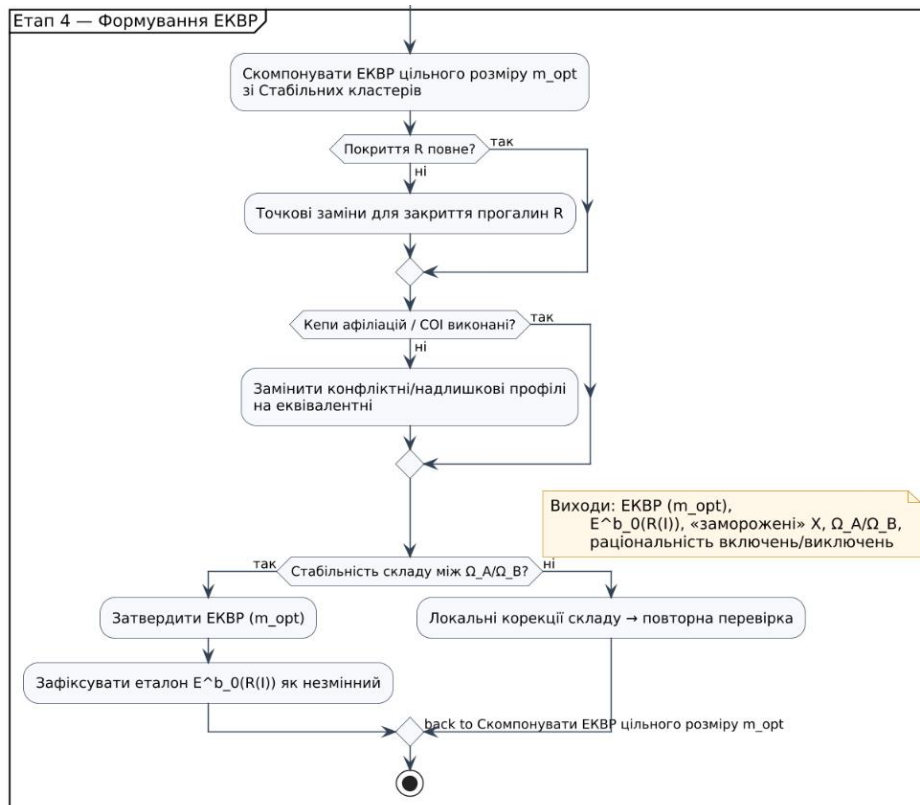


Рис. 4 – Блок-схема етапу формування ЕКВР

Fig.4 – Flowchart of the ULEC formation stage

Таким чином, запропонована технологія забезпечує структурну визначеність та прозорість процедури формування експертної комісії. Формалізація дозволяє відокремити вплив параметрів відбору від випадкових або неявних факторів, що традиційно супроводжують експертні процедури. Отримана модель створює основу для подальшого аналізу стійкості та чутливості складу експертної комісії до варіацій порогових значень, інституційних обмежень і структури вихідного пулу кандидатів. Такий підхід дозволяє розглядати попередній відбір не лише як підготовчий етап, а як самостійний об'єкт аналітичного дослідження, придатний до кількісного оцінювання та параметричної оптимізації

**Висновки.** У роботі розв'язано задачу формалізації попереднього відбору експертів для інтелектуальних систем у задачах реінжинірингового проектування. Обґрунтовано, що склад експертної комісії є важливим системоутворюючим фактором, який визначає параметри еталону оцінювання, впливає на інтерпретацію результатів і зумовлює відтворюваність прийнятих рішень. Показано, що недостатня регламентація процедури добору експертів створює приховані джерела інституційних та структурних викривлень, навіть за умови формально коректного застосування процедур еліcitaції та агрегування. Наукова новизна роботи полягає у представленні попереднього відбору експертів як самостійного об'єкта формалізації та моделювання в межах життєвого циклу інтелектуальної системи. Запропоновано технологію, яка структурує процедуру формування експертної комісії як алгоритмічний процес із визначеними вхідними множинами, інтегральною функцією



відповідності профілю, пороговими умовами допуску, механізмами стратифікації, кластеризації та регламентованими обмеженнями щодо інституційної незалежності. Такий підхід переводить добір експертів із площини описових рекомендацій у сферу формалізованих процедур, придатних до відтворення, аудиту та параметричного аналізу.

Представлена технологія може бути застосована у проєктах реінжинірингу з обмеженими даними та підвищеними вимогами до прозорості прийняття рішень. Формалізація процедури дозволяє мінімізувати вплив випадкових або неявних чинників, забезпечити контроль покриття ролей і доменів, знизити ризик інституційної концентрації та створити документований пакет артефактів для зовнішньої перевірки.

Представлена технологія є методологічною основою для подальшого кількісного аналізу стійкості та чутливості складу експертної комісії до варіацій порогових значень і структурних обмежень. Таким чином, попередній відбір може розглядатися не лише як підготовчий етап, а як окремий аналітичний рівень у системах підтримки прийняття рішень, що підлягає формальному оцінюванню та оптимізації.

У зв'язку з тим, що робота має методологічний характер, то подальші дослідження доцільно спрямувати на інтеграцію метрик стабільності та чутливісного аналізу у процедуру відбору, експериментальну перевірку моделі на прикладних реінжинірингових проєктах, а також на розроблення механізмів адаптивного налаштування параметрів відбору з урахуванням специфіки предметної області.

#### Список використаних джерел

1. Hammer M., Champy, J. Reengineering the corporation: Manifesto for business revolution, a. Zondervan, 2009.
2. Davenport, T. H. The coming commoditization of processes. Harvard business review, 83(6), 100-108, 2005.
3. Perišić, A.; Perišić, I.; Perišić, B. Simulation-Based Engineering of Heterogeneous Collaborative Systems - A Novel Conceptual Framework. Sustainability, 15, 8804, 2023. DOI: 10.3390/su15118804.
4. Idogawa J, Bizarrias FS, Câmara R. Critical success factors for change management in business process management". Business Process Management Journal, Vol. 29 No. 7 pp. 2009-2033, 2023. DOI: 10.1108/BPMJ-11-2022-0625.
5. Reijers, H. A., Mansar, S. L. Best practices in business process redesign: an overview and qualitative evaluation of successful redesign heuristics. Omega, 33(4), 283-306, 2005. DOI: 10.1016/j.omega.2004.04.012
6. Amaya, J., Holweg, M. Using algorithms to improve knowledge work. Journal of Operations Management, 70(3), 482-513, 2024. DOI: 10.1002/joom.1296
7. Lewandowsky, S., Kirsner, K. Knowledge partitioning: Context-dependent use of expertise. Memory & Cognition 28, 295-305, 2000. DOI: 10.3758/BF03213807.
8. Turban, E. Decision support and business intelligence systems. Pearson Education India, 2011.
9. Reijers, H. A. Implementing BPM systems: the role of process orientation. Business process management journal, 12(4), 389-409, 2006.
10. Jeston, J. Business process management: practical guidelines to successful implementations. Routledge, 2014.
11. van der Aalst, W.M.P. Process Mining: A 360 Degree Overview. In: van der Aalst, W.M.P., Carmona, J. (eds) Process Mining Handbook. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 448. Springer, Cham, 2022. DOI: 10.1007/978-3-031-08848-3\_1
12. Guidance on Expert Knowledge Elicitation in Food and Feed Safety Risk Assessment. Efsa, 2014. DOI: 10.2903/j.efsa.2014.3734
13. Xing, J., Morrow S. Guidance for Conducting Expert Elicitation in Risk-Informed Decision making Activities (NUREG-2255). U.S.NRC, 2024. URL: <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/staff/sr2255/index>
14. O'Hagan, T., Oakley, J. The Sheffield Elicitation Framework (SHELF). University of Sheffield, 2025. URL: <https://shelf.sites.sheffield.ac.uk/>
15. Nasa, P., Jain, R., Juneja, D. Delphi methodology in healthcare research: How to decide its appropriateness. World J Methodol, 20;11(4):116-129, 2021. URL: <https://www.wjgnet.com/2222-0682/full/v11/i4/116.htm>
16. Colson, A., Cooke, R. Cross validation for the classical model of structured expert judgment. Reliability Engineering & System Safety, 163, 109-120, 2017. DOI: 10.1016/j.ress.2017.02.003
17. Wojcik, W., Osypenko, V., Lytvynenko, V. The use of inductive clustering algorithms for forming expert groups in large-scale innovation projects. Electronika, 2013. URL: <https://www.theiet.org/publishing/inspec/>
18. Zosimov, V., Bulgakova, O. Calculation the Measure of Expert Opinions Consistency Based on Social Profile Using Inductive Algorithms. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-26474-1\_43
19. Osypenko, V., Korohod, H., Zlotenko, B., Chuprynka, N. & Yakhno, V. Synthesis of expert matrices in inductive system-analytical research based on fuzzy logic algorithm. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2024. DOI: 10.15587/1729-4061.2024.310326

Отримана в редакції 25.02.2026. Прийнята до друку 09.03.2026. Розміщено в інтернеті 30 березня 2026.  
Received 25 February 2026. Approved 09 March 2026. Available in Internet 30 March 2026