

В.А. Рач, А.І. Пилипенко

**КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ РЕСУРСНО-ЧАСОВОГО ОЦІНЮВАННЯ В ГНУЧКІЙ МЕТОДОЛОГІЇ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Показано, що в результаті ресурсно-часового оцінювання зусиль з розробки програмного забезпечення потрібно отримати чотири різні оцінки, зумовлених низкою особистісних властивостей експертів. Запропоновано метод, який дозволяє узагальнити отриману від експертів кількісну інформацію. Трикратна згортка оцінок призводить до отримання єдиного інтегрованого показника. Рис. 5, табл. 2, дж. 25.

Ключові слова: розробка програмного забезпечення, ресурсно-часове оцінювання, експертна оцінка, середні величини, згортка, гнучка методологія.

JEL C13

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними та науковими завданнями.** Однією з найбільш поширених задач, які вирішують розробники програмного забезпечення (ПЗ), - це оцінка матеріальних витрат і (або) витрат часу на успішне завершення проекту. Як стверджує інженер-програміст Том Де Марко, відомий як один з розробників структурного аналізу, «ви не можете контролювати те, що не можете виміряти» [1]. Цей вислів корелюється з відомим твердженням Тіто Конті, колишнього президента Європейської організації якості, який має більш, ніж тридцятирічний досвід роботи в області інформаційних технологій: «Як що ви не можете виміряти, то ви не в змозі це і покращити» [2, с. 46]. А вимір – це перша стадія кількісного оцінювання, результати якого є основою прийняття управлінських та інших рішень. Багато вчених і практиків намагаються перенести кількісні методи оцінювання, що добре зарекомендували себе в інших областях, в розробку ПЗ. Але при цьому практично не враховується специфіка діяльності по створенню ПЗ. Від правильно виконаної оцінки залежить комерційна цінність ІТ-проекту, а також репутація команди розробників. Невірні оцінки стають причиною непорозуміння і невдач, недовіри між замовником та розробниками.

Роберт Мартін проблему бачить в тому, що оцінки як результат оцінювання розглядаються по-різному. Так бізнес вважає, що оцінки це зобов'язання, а розробники – що це тільки припущення [3]. Як бачимо, це принципово різні точки зору.

За змістом зобов'язання – це відношення, в якому одна сторона повинна вчинити на користь другої сторони певну дію. Зобов'язанням властива визначеність. Порушення зобов'язань обертається, в першу чергу, величезним збитком для репутації; приймається як прояв непорядності.

На відміну від зобов'язань, припущення не має на увазі ніяких обов'язкових дій. Тому нереалізація на практиці порушення не зашкодить репутації виконавцю. Для розробників оцінювання - це результат когнітивного моделювання, це спосіб зниження невизначеності, прояснення ситуації в якій вони постійно знаходяться (наприклад, не відомо скільки часу займе робота) [4].

Оцінка творчої і непрогнозованої до кінця роботи є складною сама по собі діяльністю. Тому вибрати спосіб її раціонального виконання досить важко. Автор книги «Міфічний людино-місяць» Фред Брукс висловив це найкращим чином: «Дуже складно забезпечити надійне, правдоподібне обґрунтування для оцінки,

яка отримана без використання кількісних методів, спирається на невеликий обсяг даних і підтверджується в основному припущеннями керівників» [5].

**Аналіз останніх досліджень, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, і виділення невирішених раніше частин.** Існує безліч методів для виконання оцінки витрат на розробку ПЗ, серед яких можна виділити загальні методи оцінки та спеціалізовані методи. До загальноприйнятих методів розрахунку відносять методи оцінки «зверху - вниз», «знизу - вверху», оцінки за аналогією, методи параметричних оцінок. До спеціальних методів належать методи Дельфі, COCOMO, SLIM, PERT та інші. Загальний аналіз переваг та недоліків цих методів з позиції розробників ПЗ, особливості їх застосування, представлено у наукових публікаціях [6-10]. Серед них доцільно виділити роботу Ю.І. Грицюка [8], в якій на підставі проведеного аналізу сучасних проблем наукового оцінювання якості прикладного ПЗ сформульовано рекомендації щодо модифікації наявних методів і засобів побудови ПЗ, технологій та моделей аналізу якості.

Практичні ситуації, в яких команди розробників зустрічаються зі зривом термінів виконання і перевищенням запланованого бюджету проектів, розглядаються на тематичних сайтах присвячених інформаційним технологіям [11-15].

При досить великій кількості методів оцінки ресурсно-часового забезпечення IT-проекту не розглянутим залишається питання обробки отриманої кількісної інформації. Залишається відкритим питання про врахування психологічних факторів, які пояснюють тенденцію надмірно оптимістичних або песимістичних оцінок. Особливо гостро на сьогодні проблема узгодженості експертних оцінок стає при застосуванні гнучких методів управління в рамках Agile методології. Більшість з методів узгодженості базуються на інтуїтивному розумінню «простоти ідеї» узгодженості [16, с. 152]. Потребують подальшої розробки також науково-обґрунтовані положення побудови інструментарію обробки результатів експертного оцінювання ресурсно-часових параметрів проектів розробки ПЗ.

**Мета статті.** Дослідити кількісні методи ресурсно-часового оцінювання розробки програмного забезпечення, а також запропонувати метод для узагальнення отриманої кількісної інформації в методах управління проектами, які базуються на гнучкій методології Agile.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Під час вибору методів оцінки зусиль розробки ПЗ слід враховувати, що в різних ситуаціях одна і та ж особа (експерт) відносно одного і того ж об'єкту оцінки (тривалість, витрати, ризик, та ін.) дають різні оцінки. Розглянемо обставини, які потрібно прийняти до уваги під час оцінювання.

По-перше, розмір IT-проекту. Найважливіший фактор впливу в оцінці ПЗ є розмір продукту проекту - програми, оскільки він підлягає найбільшому різноманіттю у порівнянні з усіма іншими факторами. Найбільш поширеними метриками ПЗ для виміру розміру комп'ютерної програми є кількість рядків коду (Source Lines of Code) і COCOMO (COConstructive COst MOdel). Однак через те, що одна й та сама функціональність може бути записана одним або декількома рядками, дані метрики з позиції оцінювання витрат на отримання заданого функціоналу, потребують вдосконалення.

По-друге, вид програми і мова, на якій вона розробляється. Якщо проект є критичним і до нього висуваються особливі вимоги (авіаційне обладнання, системи реального часу, тощо), то він потребує більшого обсягу робіт, ніж проект бізнес-системи аналогічного розміру [17, с. 78]. Розробники, які використовують інтерпретовану мову, зазвичай працюють продуктивніше, ніж ті, хто використовує компільовану мову [17, с.81].

По-третє, фактор персоналу. Враховуються такі характеристики персоналу як аналітичні здібності, здібності до розробки ПЗ, досвід розробки, досвід використання віртуальних машин, досвід розробки на мовах програмування. СОСОМО II (Model 2: Intermediate) передбачає обробку цих характеристик персоналу, а також характеристик продукту проекту (необхідна надійність ПЗ, розмір БД, складність продукту), характеристик апаратного забезпечення (обмеження швидкодії при виконанні програми, обмеження пам'яті, нестійкість оточення віртуальної машини, необхідний час відновлення), характеристик самого проекту (використання інструментарію розробки ПЗ, застосування методів розробки ПЗ, вимоги дотримання графіка розробки).

Найбільш розповсюдженим методом оцінки, який застосовують на практиці, є індивідуальні експертні судження. В роботі [17] наведено результати досліджень, в яких зафіксовано, що близько 80 % фірм-розробників використовують саме цей метод у якості основного інструмента оцінки. Але експертні оцінки є і найбільш ризикованим методом оцінки. Великий досвід в розробці ПЗ ще не робить робітника експертом в області оцінки. Для узагальнення і обробки індивідуальних оцінок кваліфікованих експертів застосовують Дельфійський метод. Застосування цього методу в методиці гнучкого управління Scrum описано Джеффом Сазерлендом [16]. Різновидом дельфійського методу є покер планування (*Planning Poker* або *Scrum poker*). Ця техніка оцінки заснована на досягненні домовленості, відносно складності роботи чи обсягу поставлених задач [18].

Дослідження О.Б. Дем'янюка довели, що типову поведінку особи, яка приймає рішення, можна охарактеризувати постійними мірами несхильності до ризику щодо часу і грошей [19]. На основі цього твердження О.С. Шарова сформулювала критерій завершення стадії формування бачення продукту проекту на фазі проектування з урахуванням схильності особи, що приймає рішення, до ризику за грошовим параметром та часом, та запропонувала графічну його інтерпретацію [20]. Ці результати дають нам підставу запропонувати поділяти експертів з оцінки зусиль на розробку ПЗ на дві категорії: таких, що мають схильність до ризику за ресурсами (грошовим параметром) та таких, що мають таку схильність, але за часом.

Ще одним з факторів, що впливає на точність оцінювання, є оцінний стиль особи (експерта). Особливості оцінного стилю зумовлені низкою особистісних властивостей експертів, включаючи загальні установки оптимізм/песимізм, а також інтелектуальні й емоційні їх властивості [21]. На підставі аналізу засобів оцінювання особистісних особливостей та особливостей оцінювання А.В. Євдокімова запропонувала п'ять графічних профілів у вигляді базових еніш-шкал для поміркованого, песимістичного, оптимістичного, центристського та полярного типів оціночного стилю [22]. Виходячи з цього вважаємо, що група експертів, яка залучається для оцінювання, повинна бути представлена як мінімум чотирма особами. Вони повинні відповідати різним комбінаціям схильності до ризику (грошовий параметр або час), з однієї сторони, і двом оцінним стилям (песимістичний або оптимістичний), з іншої сторони (табл.1). У даній роботі задача вибору експерта та формування експертної групи не ставиться, увагу зосереджено на кількісній оцінці отриманих експертних оцінок з чотирьох зазначених позицій.

Такий набір експертів гарантує отримання чотирьох різних за величиною та змістом оцінок, які потрібно звести до єдиної інтегрованої оцінки (показника). Подальша задача зводиться до пошуку методу згортки, який дозволить розрахувати загальну експертну оцінку  $\bar{a}$ , на основі оцінок  $a_1, a_2, a_3, a_4$ .

## Характеристики експертів, які залучаються до оцінювання

Схильність до ризику щодо параметрів	Оціночний стиль	
	Песимістичний	Оптимістичний
Ресурси	$a_1$	$a_2$
Час	$a_3$	$a_4$

При обробці експертних даних широке застосування отримали процедури розрахунків середніх величин. Класичні положення теорії середніх наведено у монографії колишнього голови італійської статистичної школи Коррадо Джині [23]. На практиці під час розрахунків застосовують середні двох типів: степеневі середні та структурні. В рамках теорії вимірювань встановлені правила вибору середньої відповідно до типу шкали, яка використовувалась під час вимірювання вихідних даних [24]. Так, для даних, які вимірюються у порядковій шкалі, припустимими середніми є тільки члени варіаційного ряду (вибіркова медіана). При застосуванні шкали інтервалів з усіх середніх можна використовувати тільки середнє арифметичне. Для шкали відносин з усіх середніх припустимі тільки степеневі середні. Далі будемо розглядати ситуації, в яких експертні оцінки  $a_1, a_2, a_3, a_4$  отримано у відносній (абсолютній) шкалі.

Загальна формула середньої степеневі для будь-яких додатних  $x_1, x_2, \dots, x_n$  має вигляд:

$$\bar{x} = \left( \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i^p \right)^{1/p}. \quad (1)$$

Найбільш відомі і найчастіше застосовуються такі види степеневих середніх:

$$\bar{x}_{hm} = \left( \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i^{-1} \right)^{-1} = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}} - \text{середнє гармонійне}, \quad (2)$$

$$\bar{x}_{gm} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n} - \text{середнє геометричне}, \quad (3)$$

$$\bar{x}_{am} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} - \text{середнє арифметичне}, \quad (4)$$

$$\bar{x}_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2} = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}} - \text{середнє квадратичне}. \quad (5)$$

Нерівність Коші (нерівність про середні) говорить, що для будь-яких невід'ємних чисел  $x_1, x_2, \dots, x_n$  вірна нерівність [25]:

$$\bar{x}_{hm} \leq \bar{x}_{gm} \leq \bar{x}_{am} \leq \bar{x}_{rms}, \quad (6)$$

причому рівність досягається тоді і тільки тоді, коли  $x_1 = x_2 = \dots = x_n$ .

Розглянемо різні випадки функціональної залежності упорядкованих оцінок  $a_1, a_2, a_3, a_4$ . Поліном, який описує цю залежність має вигляд:

$$y = a_1 + k(x^n - 1), \quad (7)$$

де  $a_1$  – найменша з експертних оцінок, зрушення графіку;

$k$  - кутовий коефіцієнт функції, що характеризує темп зміни значення оцінок в залежності від  $x$ ;

$n$  - значення степені полінома

Експериментальним шляхом встановлено, що для отримання повної картини про зміну значень оцінок достатньо застосувати лінійний, квадратичний і кубічний поліном, тобто показник  $n$  може приймати значення 1, 2 і 3 (рис. 1).

Знайдемо з рівняння (1) коефіцієнт  $k$  при  $y = \alpha a_1$  ( $\alpha$  - крок, з яким будемо змінювати коефіцієнт  $k$ ) і  $x = 4$ :

$$k = \frac{a_1(\alpha - 1)}{4^n - 1}. \quad (8)$$

Експерти у своїй діяльності можуть використовувати оцінки двох типів: менше або більше одиниці. Отже, розглянемо два випадки: по-перше, коли оцінки  $a_1, a_2, a_3, a_4$  менше одиниці, тоді будемо вважати, що  $a_1$  може приймати значення 0.1, 0.5, 0.9; по-друге, коли оцінки  $a_1, a_2, a_3, a_4$  більші за одиницю, тоді будемо вважати, що  $a_1$  може приймати значення 1.5, 2.0, 2.5.

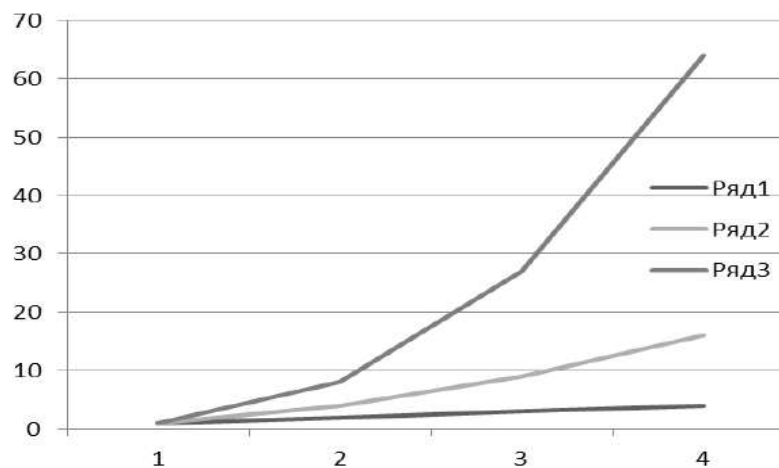


Рис. 1. Дослідження поведінки функції  $y(x)$ , в залежності від степені  $n$

Результати моделювання функції  $y(x)$  за формулою (7) з урахуванням коефіцієнта  $k$ , розрахованого за формулою (8), вибірково представлено на рис. 2. Як видно з рисунку, чим більше  $a_1$  відхиляється від нуля, тим більше розмах значень  $a_i$ , і чим більше показник степені  $n$ , тим менш рівномірне відхилення між оцінками між  $a_i$ . Таким чином, ми отримали різні оцінки, які потрібно звести до однієї інтегрованої оцінки.

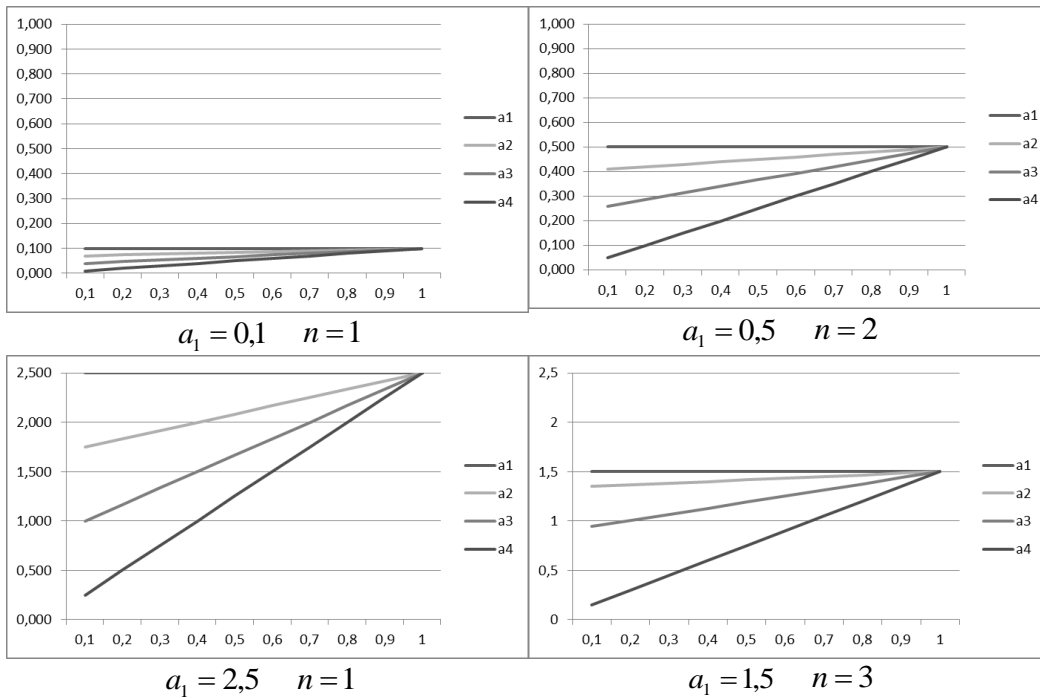


Рис.2. Вибіркові результати моделювання функції  $y(x)$  для контрольних значень  $a_1$  і  $n$ .

Процедуру згортки пропонуємо здійснити наступним чином. Розрахуємо для кожної четвірки експертних оцінок  $a_1, a_2, a_3, a_4$  чотири види степеневих середніх: середнє гармонійне  $\bar{a}_{hm}$ , середнє геометричне  $\bar{a}_{gm}$ , середнє арифметичне  $\bar{a}_{am}$ , середнє квадратичне  $\bar{a}_{rms}$ . Графік для цих середніх наведено на рис.3. Далі повторимо цю процедуру для середніх оцінок  $\bar{a}_{hm}, \bar{a}_{gm}, \bar{a}_{am}, \bar{a}_{rms}$  і отримаємо нову четвірку середніх оцінок  $\bar{a}_{hm}, \bar{a}_{gm}, \bar{a}_{am}, \bar{a}_{rms}$  (рис.3). Як бачимо, порівняно з першою згорткою, зона графіку, в якій повністю співпали усі чотири середніх, значно збільшилась. Повторення ще однієї процедури згортання дозволяє отримати співпадання значення усіх середніх на всьому діапазоні  $\alpha$ . Графічне підтвердження цього твердження для різних  $a_1$  та  $n$ , представлено на рис. 3-5. Проведемо більш детальний їх аналіз.

Як бачимо з рис. 3, оцінки  $a_i$  мають максимальний розмах 0,81 (0,9-0,09=0,81) при  $\alpha = 0,1$ . Співпадіння оцінок маємо лише коли  $\alpha = 1$ . Перше застосування запропонованої згортки дозволило звузити розмах до 0,41 (0,67-0,26=0,41), при цьому співпадіння  $\bar{a}_i$ , яке відрізняється менше ніж на 0,01, спостерігається в діапазоні [0,8; 1]. Друга згортка звузила максимальний розмах до 0,09 (0,52-0,43=0,09).

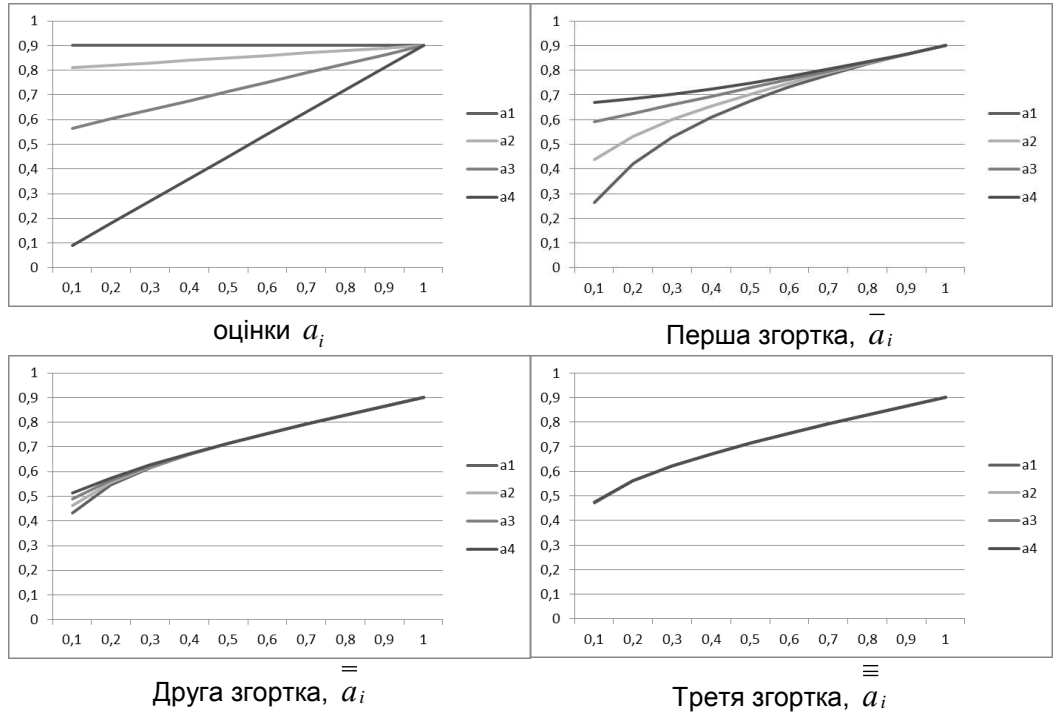


Рис 3. Ітераційні результати згортки експертних оцінок при  $a_1 = 0,9$ ,  $n = 3$ .

При цьому розширився інтервал, на якому середні  $\bar{a}_i$  мало відрізняються одна від одної: на відрізку [0,3; 1] з точністю до 0,01. Третя згортка дозволила отримати повне співпадіння середніх для будь якого  $\alpha$ . На квадраті цієї згортки ми бачимо одну лінію.

Аналогічні висновки отримані і з аналізу рис. 4 і 5 (табл. 2).

Таблиця 2

**Дослідження збіжності середніх при трикратній згортці**

Рівень згортки	$a_1=1,5$ $n=1$ (рис.4)		$a_1=2,5$ $n=3$ (рис. 5)	
	Мах розмах	Інтервал збіжності з точністю до 0,01	Мах розмах	Інтервал збіжності з точністю до 0,01
$a_i$	1,50-0,15=1,35	[1]	2,50-0,25=2,25	[1]
I ( $\bar{a}_i$ )	0,97-0,40=0,57	[0,9; 1]	1,86-0,73=1,13	[0,9; 1]
II ( $\bar{a}_i$ )	0,73-0,63=0,10	[0,6; 1]	1,43-1,20=0,23	[0,6; 1]
III ( $\bar{a}_i$ )	0,68-0,68=0	[0,1; 1]	1,31-1,31=0	[0,1; 1]

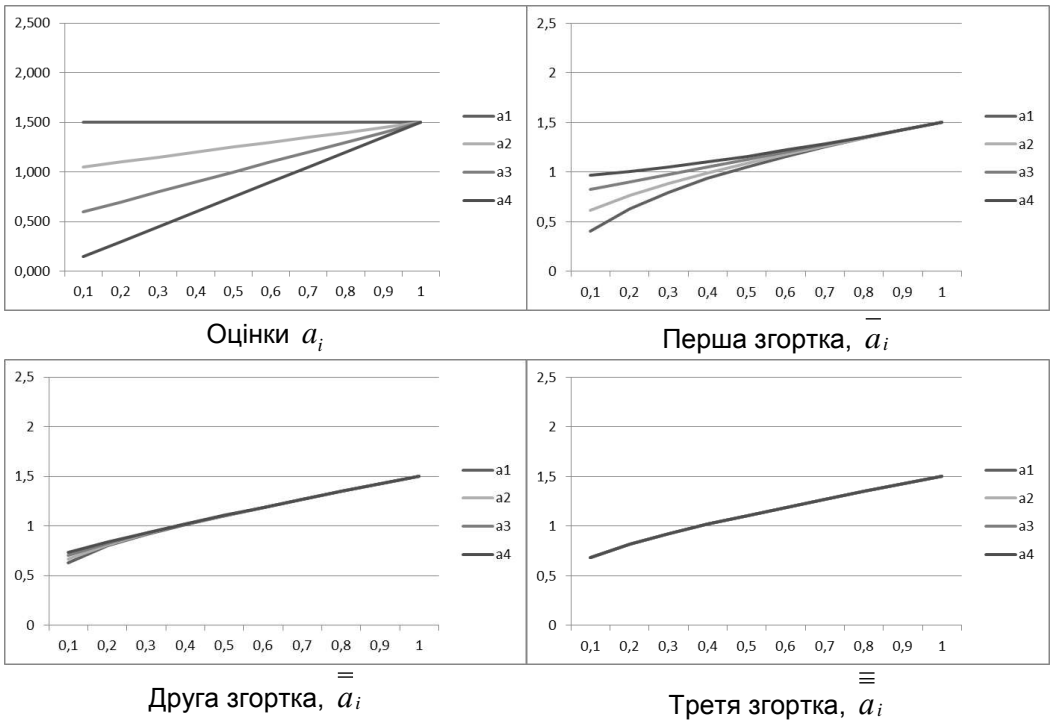


Рис 4. Ітераційні результати згортки експертних оцінок, при  $a_1 = 1,5$ ,  $n = 1$ .

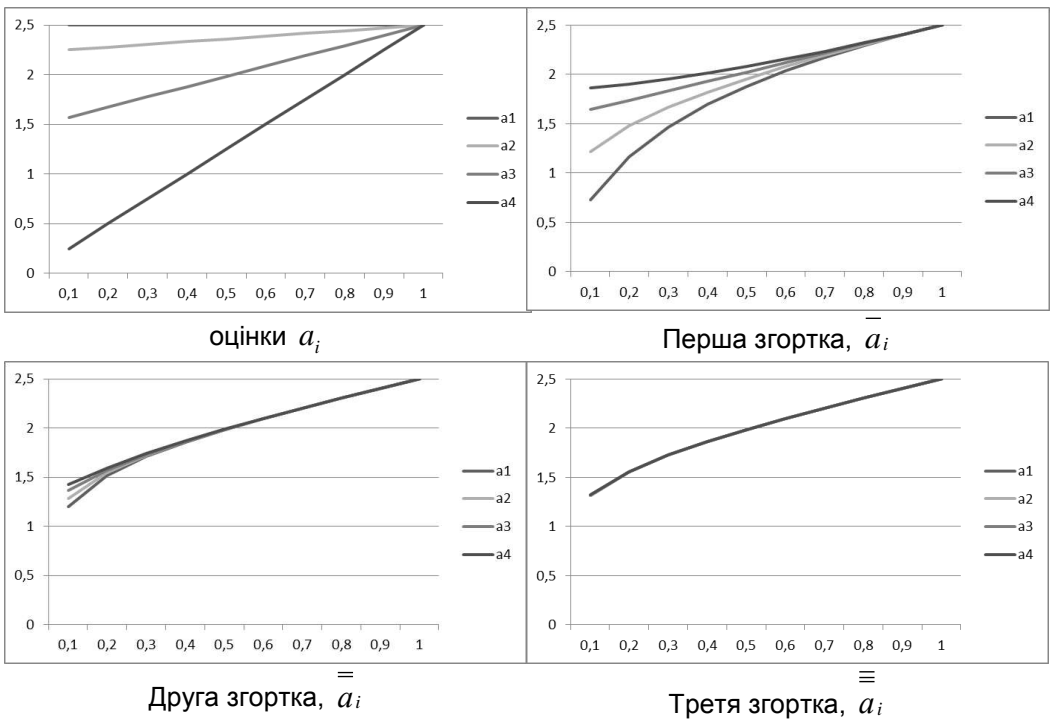


Рис 5. Ітераційні результати згортки експертних оцінок, при  $a_1 = 2,5$ ,  $n = 3$ .



**Висновки.** Отже, узагальнення отриманих результатів дослідження показує, що експерти (та/або розробники), які здійснюють оцінку витрат на розробку ПЗ, знаходяться в стані невизначеності. В таких умовах вони проявляють особисту схильність до ризику за грошовим або за часовим параметром, а також особистий оцінний стиль. Тому для отримання більш «об'єктивної» оцінки будь-якого параметру проекту потрібно сформулювати групу з чотирьох експертів, які мають різну схильність до ризику, та різні оптимістичний або песимістичний оціночний стиль.

У процедурі згортки запропоновано використовувати чотири види степеневих середніх: середнє гармонійне, середнє геометричне, середнє арифметичне, середнє квадратичне. Кожна з них має свої переваги при різному характері розбіжностей між оцінками експертів. Розглянуто два випадки, коли експерти у своїй діяльності використовують оцінки менше або більше одиниці. На основі проведених розрахунків доведено, що застосування трикратної згортки середніх величин дозволило звести їх значення до повного співпадіння. Отримана при цьому величина є єдиною інтегрованою оцінкою.

Дуже проста програма в середовищі Excel дозволяє рекомендувати застосовувати такий варіант згортки оцінок при застосуванні різних підходів управління проектами в рамках методології Agile.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. DeMarco, T. The Deadline: A Novel About Project Management. Dorset House, 1997.
2. Конти, Т. Самооценка в организациях [Текст] / Тито Конти ; пер. с англ. И.Н. Рыбакова при участии Г.Е. Герасимовой. – М.: Редакционно-информационное агенство «Стандарты и качество», 2000. – 328 с.
3. Мартин, Р. Идеальный программист. Как стать профессионалом разработки ПО / Роберт Мартин // СПб.: Питер, 2012. - 224 с.
4. Рач, Д.В. Влияние характера денежного потока на показатели оценки жизнеспособности проекта / Д.В. Рач // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. праць. – Луганськ: Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля, 2009. - №1(29). – С.53-59.
5. Brooks, Frederick P. The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering: 20th Anniversary Edition. — 2nd ed. — Addison-Wesley Professional, 1995. — P. 336. — ISBN 978-0-201-83595-3.
6. Соловьева, Е. И. Подход к повышению точности оценивания трудозатрат на создание IT-проекта / Е.И. Соловьева // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. - 2014. - № 1. - С. 144–149. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/recs\\_2014\\_1\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/recs_2014_1_23).
7. Рябокін, Ю.М. Оцінка вартості програмного забезпечення / Ю.М. Рябокін // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія : Технічні науки. - 2015. - № 1. - С. 117-124. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutdtn\\_2015\\_1\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutdtn_2015_1_18).
8. Грицюк, Ю.І. Сучасні проблеми наукового оцінювання якості прикладного програмного забезпечення / Ю.І. Грицюк, П.Ю. Грицюк // Науковий вісник НЛТУ України. - 2015. - Вип. 25.7. - С. 284-294. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnlту\\_2015\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnlту_2015_25).
9. Говорущенко, Т.О. Метод оцінки достатності інформації для визначення складності та якості програмного забезпечення на основі порівняльного аналізу онтологій / Т.О. Говорущенко, О.В. Поморова // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. - 2016. - № 6. - С. 59–68. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/recs\\_2016\\_6\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/recs_2016_6_11).
10. Бахиркин, М.В. Модель динамической оценки стоимостных, временных и функциональных показателей процесса проектирования и разработки программ и программных систем / М.В. Бахиркин, А.С. Зинченко, А.П. Кирпичников, В.Н. Лукин, Д.П. Ткаченко // Вестник Казанского технологического университета.- 2014.- №7. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/model-dinamicheskoy-otsenki-stoimostnyh-vremennyh-i-funktionalnyh-pokazateley-protssessa-proektirovaniya-i-razrabotki-programm-i>.
11. Кривицкий, А. Гибкий подход разработки ПО — Scrum [Электронный ресурс] / Алексей Кривицкий. – Режим доступа: <https://dou.ua/lenta/articles/scrum-for-developers/>

12. Рогожников, Н. Оценка трудозатрат на проект и подготовка коммерческих предложений / Н. Рогожников. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/248677/>
13. Оценка трудозатрат выполнения проекта по разработке ПО: практика в условиях украинской реальности / Блог компании Инфопульс Украина. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/infopulse/blog/134719/>.
14. Селиванов, К. Оценка затрат на разработку ПО / К. Селиванов. – Режим доступа: <http://www.vr-online.ru/content/2008-02-05/138.html>.
15. Метод определения сроков выполнения проекта по Бобуку–Бацеку. – Режим доступа: <https://it.d3.ru/metod-opredeleniia-srokov-vypolneniia-proekta-po-bobuku-batseku-878384/?sorting=rating>.
16. Сазерленд, Дж. Scrum. Революционный метод управления проектами / Джефф Сазерленд; пер. с англ. М. Гескиной — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. — 288 с.
17. Макконенелл, С. Сколько стоит программный проект / С. Макконенелл – М.: Русская редакция, СПб.: Питер, 2007. – 304 с.
18. Завертайлов, В. Как дать адекватную оценку времени, когда неопределённость бьёт по башке / В. Завертайлов. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/308494/>
19. Дем'янюк, О.Б. Моделювання прийняття фінансових рішень на основі функції вигідності з грошовим та часовим аргументом: дис.... канд. екон. наук: 08.03.02 / Дем'янюк Ольга Борисівна. – Т., 2002. – 213 с.
20. Шарова, О.С. Управління формуванням бачення продукту проекту девелопменту на фазі проектування [Текст]: автореферат... к. технічних наук, спец.: 05.13.22 - управління проектами та програмами / О.С. Шарова.– К.: Київський нац. ун-т буд-ва і архітектури, 2009.– 20 с.
21. Выбойщик, И.В. Оценочный стиль как один из факторов точности оценивания / И.В. Выбойщик // Вестник ЮУрГУ. Серия: Психология.- 2008. -№32 (132). – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenochnyy-stil-kak-odin-iz-faktorov-tochnosti-otsenivaniya>.
22. Євдокимова, А.В. Оцінювання компонентів портфеля проектів на основі інтроформаційної моделі [Текст] : автореферат... канд. техн. наук, спец.: 05.13.22 - управління проектами і програмами / А.В. Євдокимова.– К.: Київський нац. ун-т буд-ва і архітектури, 2014.– 20 с.
23. Джини, К. Средние величины / К. Джини // Пер. с итал. – Москва: Статистика, 1970. – 448 с.
24. Орлов, А.И. О средних величинах / А.И. Орлов // УБС.- 2013.- №46. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/o-srednih-velichinah>.
25. Соловьев, Ю. Огюстен Луи Коши и математическая индукция / Ю. Соловьев // Квант. — 1991. — № 3. — С. 13—14.

Рецензент статті  
д.т.н., проф. Тесля Ю.М.

Стаття рекомендована до  
публікації 17.02.2017 р.