

УДК 004.413:338.5(045)

**ЕМПІРИЧНІ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ВАРТОСТІ РОЗРОБКИ  
ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ****Кожевніков І.Г.***E-mail: igkozhevnikov@gmail.com**Національний університет державної податкової служби України  
м. Ірпінь*

На сьогодні емпіричні моделі є, можливо, найбільш точними у порівнянні з іншими моделями. Однак, відсутня універсальна схема оцінки для різних середовищ, а існуючі моделі досить часто відображають специфіку окремих середовищ на шкоду їх універсальності. У статті розглядаються моделі оцінки вартості розробки програмного забезпечення та проводиться оцінка точності моделей COCOMO, SLIM, SEER за середнім відхиленням відносної помилки та/або якістю передбачення, оцінюються перспективи їх практичного використання. В залежності від типу проекту та чи інша модель проводить кращу оцінку. Таким чином, доведено, що жодна з представлених моделей не є оптимальною для всіх проектів і середовищ розробки. Незважаючи на достатню надійність наведених моделей, питання покращення точності прогнозування залишається відкритим, що є подальшим напрямом досліджень. В роботі проведено огляд і досліджено літературні джерела по даній тематиці, підраховано середню точність наведених моделей, визначено відносний вплив параметрів моделі COCOMO, визначено пріоритетну модель та запропоновано шляхи покращення моделей.

**Ключові слова:** оцінка вартості програмного забезпечення, COCOMO, SLIM, SEER

UDC 004.413:338.5(045)

**EMPIRICAL MODELS OF COST ESTIMATES SOFTWARE  
DEVELOPMENT****Kozhevnikov I.G.***E-mail: igkozhevnikov@gmail.com**National University of State Tax Service of Ukraine  
Irpın*

Today empirical models are, perhaps, the most accurate compared to other models. However, there is no universal assessment scheme for different environments and existing models often reflect the specifics of the environments to the detriment of their versatility. The article considers the cost estimates models of software development, an evaluation of the accuracy of models COCOMO, SLIM, SEER by magnitude of the relative error and/or quality of prediction, the prospects for their practical use have been evaluated. Depending on the type of project one or another model holds better

estimate. Thus, none of the presented models is optimal for all projects and development environments. Despite the sufficient reliability of the mentioned above models, the issue of improving the prediction accuracy is still open, that is a further area of research. It has been reviewed and studied literature on the subject, has been estimated the average accuracy of the constructed models, determined the relative influence of COCOMO model parameters, identified priority model and suggested ways for improving the models.

**Key words:** cost estimation software, COCOMO, SLIM, SEER

**Актуальність проблеми.** Оцінка витрат на розробку програмного забезпечення є одним з найважливіших та найскладніших етапів при проектуванні програмного забезпечення. За останні десятиріччя спостерігається зростаюча тенденція в активізації та використанні різних моделей щодо оцінки зусиль на розробку програмного забезпечення. Наряду з цим зростанням, також стала зрозумілою роль всіх цих моделей при оцінюванні витрат в процесах розробки програмного забезпечення, а також в контексті розвитку та розширення можливостей планування розробки програмних засобів в очікуваних умовах. Незважаючи на досить велику кількість проведених досліджень, витрачений час та гроші, спрямовані на підвищення точності різноманітних моделей, у зв'язку з невизначеністю в проектах розробки програмного забезпечення та ускладненням взаємодії факторів, які впливають на розробку ПЗ, не варто було очікувати однозначної та узгодженої оцінки витрат та зусиль на розробку програмного забезпечення [1].

Точність та надійність оцінки вартості ПЗ дуже важлива для конкурентоспроможності софтверних компаній та підприємств, тому дослідники докладають зусиль для створення чіткої моделі, щоб оцінка проводилась на високому рівні точності. На сьогодні запропоновано багато моделей оцінювання. Серед них емпіричні моделі є, можливо, найбільш точними у порівнянні з іншими моделями. Моделі COCOMO, SLIM, SEER-SEM є найбільш популярними на практиці серед емпіричних. Для емпіричної моделі відповідні оцінки параметрів отримуються, як правило, з емпіричних даних, які збираються з різних джерел.

**Аналіз останніх наукових досліджень.** Точна оцінка трудомісткості та вартості розробки ПЗ як і раніше є досить важливим питанням для менеджерів програмних проектів. За результатами досліджень Standish Group, проведених у період 1994–2009 рр., лише в середньому один із

трьох проектів завершується успішно і в межах відведених на цей проект ресурсів. Кожен другий проект завершується із суттєвими перевитратами ресурсів, а решта – закінчується провалом [2]. В останні часи відбулось багато нововведень, змін та оновлень в емпіричних моделях, пов'язаних з результатами їх апробації. Загальні зміни у більшості моделей полягають у збільшенні кількості вхідних параметрів та зміні відповідних їм значень. Хоча деякі моделі були перевантажені великою кількістю вхідних даних та додаткових функцій, і, таким чином, підвищення складності оцінки не забезпечило відповідного покращення точності цих моделей. Не дивлячись на існуюче різноманіття моделей, сьогодні також бракує узагальнених моделей для більшості типів середовищ. Отже, відсутня універсальна схема оцінки для різних середовищ, а існуючі моделі досить часто відображають специфіку окремих середовищ на шкоду їх універсальності.

В опублікованих дослідженнях, де розглядається багато моделей оцінки: COCOMO [1,3], SLIM [4,5], SEER [6,7], на нашу думку, бракує порівняльної аналітики. Серед вітчизняних дослідників, в роботах яких висвітлювались моделі оцінки вартості ПЗ, можна назвати Міщенко І. [8], Колдовського В. [2], Баценко Д. [9]. При чому, в роботі [8] сформульований висновок о доцільності використання моделі COCOMO у державних компаніях для оцінки вартості розробки комп'ютерних програм, у той час як сьогодні більшість розробників в цієї сфері є приватними. Серед закордонних авторів слід відзначити роботи під авторством Boehm B.W. [3], R.W. Jensen [6], L.H. Putnam [4], які є розробниками моделей COCOMO, SEER, SLIM відповідно.

**Мета роботи** полягає у аналізі емпіричних моделей оцінки вартості розробки програмного забезпечення, оцінюванні точності цих моделей та узагальненні можливостей їх практичного застосування.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** COCOMO II. Ця модель існує в трьох типах. Вибір того чи іншого типу моделі залежить від типу проекту та стадії розробки.

Перший тип моделі, модель композиції додатка Application Composition model (ACM) включає в себе оцінку прототипу користувацького інтерфейсу. Ця модель використовується на ранніх стадія розробки.

Модель ранньої стадії розробки Early Design (EDM) використовується для отримання приблизних оцінок по проекту. На цій стадії недостатньо загального опису проекту, потрібні деталі.

Пост-архітектурна модель Post-Architecture model (PAM) дозволяє отримати найбільш точну оцінку. Використовує для початкових значень функціональні точки та кількість коду. Ця модель працює найефективніше, якщо розроблена архітектура життєвого циклу, перевірена її відповідність місії компанії, концепції взаємодії, ризикам, визначена структура компонентів продукту, що розробляється.

Загальне рівняння для EDM та PAM має вигляд:

$$E = a \cdot (KLOC)^b \cdot EAF \quad (1)$$

де  $E$  — трудомісткість (в людино-місяцях),  $KLOC$  (KiloLines Of Code) — розмір коду програми в тисячах строк),  $a$  дорівнює 2.45 для EDM та 2.94 для PAM,  $EAF$  (Efforts Adjustment Factor) – регулюючий фактор трудомісткості,

$$EAF = \prod EM_i \quad (2)$$

де  $EM_i$  – числове значення  $i$ -го фактору витрат, для EDM використовується сім факторів, для PAM – сімнадцять,

$$b = 0.91 + 0.01 \cdot \sum_{i=(1,2,\dots,5)} W_i \quad (3)$$

де  $W_i$  = набір параметрів, які відображають властивості проекту.

Час розробки розраховується за формулою:

$$T = 3.67 \cdot E^{(0.28+0.2(b-0.91))} \quad (4)$$

де  $T$  – час (в місяцях).

Наряду із розміром коду в моделі також можна користуватись функціональними точками, як початковими даними в рівняннях.

Відомі значення вартісних факторів, на думку автора, надають можливість зрозуміти їх вплив на вартість проекту, що буде перевагою при опануванні методологією оцінювання за COCOMO.

*SLIM*. Модель SLIM була розроблена L.H. Putnam [4]. Ця модель базується на принципі, який називається розподілом Релея. За цим принципом розподіл робочої сили виражається, як функція від часу (рис. 1). Це може бути представлене в такому вигляді:

$$\frac{dy}{dt} = 2 \cdot K \cdot a \cdot t \cdot e^{-at^2} \quad (5)$$

де  $dy/dx$  – інтенсивність використання персоналу,  $a$  – параметр, який впливає на форму кривої,  $K$  – (загальні затрати на проект) площа під кривою.

Площа під кривою представляє собою загальну функцію затрат та може бути обчислена наступною формулою:

$$y(t) = \int_0^t [dy(t)/dt = K(1 - e^{-at^2})] dt \quad (6)$$

При  $t \rightarrow \infty$ ,  $y(t) = K$ .

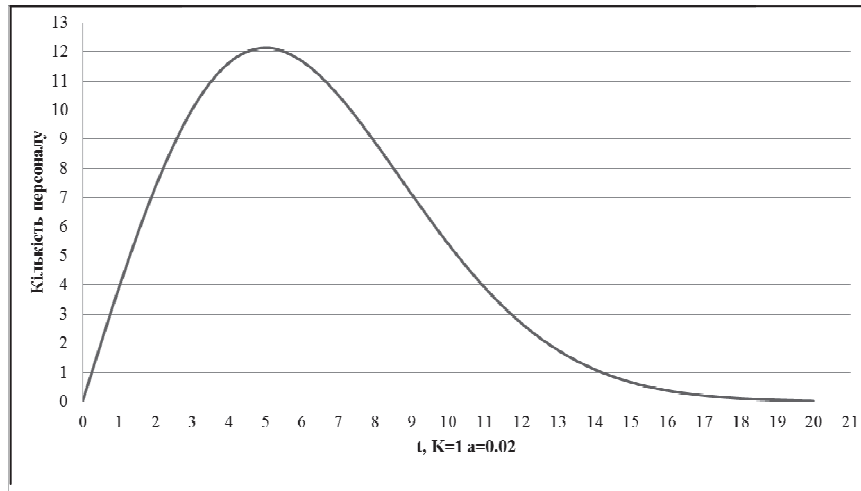


Рис.1. Розподіл Релея

Джерело: розроблено автором за даними [4, 11]

Так як життєвий цикл проекту зазвичай ділить на складові фази, кожна з яких може бути виражена кривою Релея, загальні результати будуть представляти суму часткових кривих.

Точка, на осі часу, в якій  $dy/dt$  максимальна, відповідає

$$a = \frac{1}{2 \cdot t_d} \quad (7)$$

де,  $t_d$  – час від початку проекту.

В цій моделі використовується продуктивність персоналу для зв'язку кривою Релея з характеристиками проекту. Продуктивність обчислюється за формулою:

$$P = \frac{S}{E} \quad (8)$$

де,  $S$  – розмір коду,  $E$  – трудовитрати на розробку; у моделі визначено, що, вимірюється у людино-місяцях.

Рівень завантаження персоналу асоціюється із складністю проекту і визначається за формулою:

$$D = \frac{K}{[(t)_d]^3} \quad (9)$$

Рівняння розміру проекту:

$$S = C(K)^{1/3}[(t_d)]^{2/3} \quad (10)$$

Рівняння загальних трудовитрат на життєвий цикл проекту:

$$K = \frac{S^3}{C^3(t_d)^4} \quad (11)$$

де  $K$  вимірюється у людино-роках,  $C$  - стала, індекс продуктивності, який використовується для урахування вартісних атрибутів – таких як методи розробки та керування проектом, засоби розробки, кваліфікація та досвід персоналу, складність проекту та ін.

На відміну від моделі COCOMO II, де складність моделі збільшується відповідно від вибору типу моделі (ACM, EDM, PAM), складність моделі SLIM є відносно низькою.

Головним недоліком цієї моделі є висока чутливість до індексу продуктивності. Також ця модель неефективна для проектів малих розмірів.

До переваг можна віднести власну базу даних, що дозволяє швидко відкалібрувати модель за історичними даними.

*SEER-SEM ESTIMATION MODEL*. SEER (System Evaluation and Estimation of Resources) – модель, яка належить Galorath Associates, Inc. На початку 90-х компанія почала розробку над першою версією SEER-SEM, результатом якої стало перше програмне рішення розміром у 22 000 строк. SEER (SEER-SEM) – програмний додаток управління проектом, розроблений спеціально для оцінки, планування та моніторингу зусиль та ресурсів, необхідних для любого типу розробки програмного забезпечення та/або підтримки проекту. Ця модель базується на роботах Dr. Randall Jensen [6].

Основним рівнянням є:

$$S_e = NSize + ESize \cdot (0.4Red + 0.25Rei + 0.35Ret) \quad (12)$$

де,  $S$  – ефективний розмір коду, уніфікована внутрішня міра,  $NSize$  – розмір нового коду,  $ESize$  – розмір повторно використовуваного коду,  $Red$ ,  $Rei$ ,  $Ret$  – розміри змінюваного коду у зв'язку із повторним проектуванням, повторним кодуванням, повторним тестуванням відповідно.

Модель дозволяє використовувати (замість розміру коду) розмір в умовних одиницях функціонального розміру. В цьому випадку рівняння має вигляд:

$$S_e = LK \cdot (Adj \cdot UFP)^{E/1.2} \quad (13)$$

де,  $Lx$  – коефіцієнт розширення коду, який залежить від мови програмування,  $Adj$  – складений параметр, який враховує вплив складності та середовища розробки,  $UFP$  – функціональний розмір,  $E$  – приймає значення від 1.04 до 1.2. в залежності від типу розробляемого програмного забезпечення.

Для оцінки трудомісткості використовується наступна формула:

$$K = D^{0.4} \cdot \left( \frac{S_e}{C_{te}} \right)^{1.2} \quad (14)$$

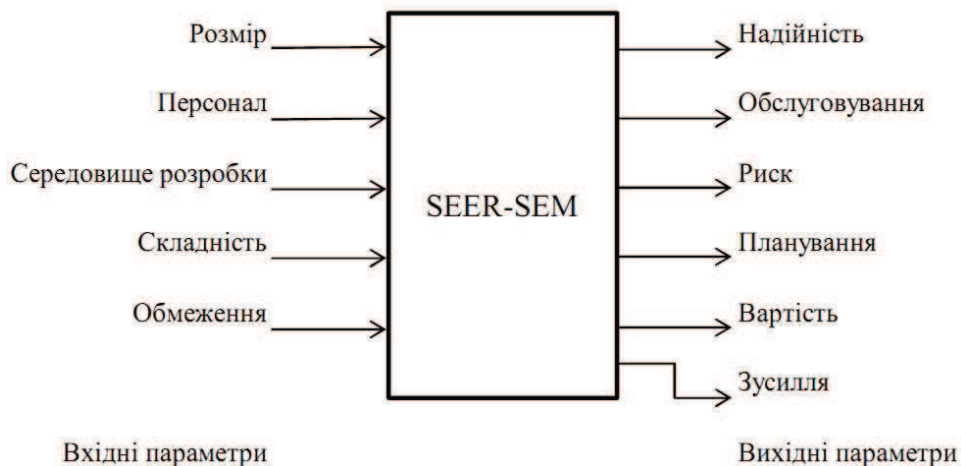
де,  $S$  – ефективний розмір коду, введений раніше,  $C$  – ефективність технології, комплексна метрика, яка враховує ефективність та продуктивність роботи, більш висока оцінка означає, що розробка буде з більш високою продуктивністю.  $D$  – кадрова складність, рейтинг, який відображає динаміку збільшення персоналу в розробці.

Для оцінки тривалості розробки застосовується наступна формула:

$$t_d = D^{-0.02} \cdot \frac{S_e^0}{C_{te}^0} \cdot 0.4 \quad (15)$$

Розробники включили у модель близько 30-ти вхідних параметрів. Підтримуються сучасні мови програмування.

На рисунку 2 зображені узагальнені вхідні та вихідні категорії, кожна з яких являє собою десятки специфічних параметрів.



**Рис. 2.** SEER-SEM вхідні/вихідні параметри

Джерело: розроблено автором за даними [6-7]

Велика кількість вхідних параметрів ускладнюють цю модель. Однак, як і для SLIM, для SEER існують бази знань, які дозволяють відкалібрувати модель та зробити перші приблизні оцінки, коли інформації замало.

*Аналіз моделей.*

*Доступність моделей.* Судячи з наведеного огляду, можна сказати, що модель COCOMO є більш зрозуміла та проста. Нескладні формули дозволяють отримати оцінку за допомогою стандартних математичних програм. Для COCOMO існує безкоштовна програма та декілька онлайн-калькуляторів. Моделі SLIM та SEER є власністю компаній QSM та Galorath Associates відповідно і вони використовуються у програмних рішеннях цих компаній. Хоча, існують програмні продукти, які проводять оцінку по декількох моделях, наприклад, Construx Estimate. Також, слід відзначити наявність власних історичних баз у моделях SLIM та SEER (таблиця 1).

*Вплив параметрів.* Емпіричні моделі оцінки вартості програмного забезпечення залежать головним чином від оціночних параметрів та факторів. Крім того моделі залежать від розміру проекту, зміни в розмірах призводять до пропорційної зміни трудомісткості.

*Таблиця 1. Характеристики доступності моделей*

Характеристика	COCOMO	SEER	SLIM
Пропріетарність	-	+	+
Власна база проектів	-	+	+
Наявність безкоштовних ПЗ	+	-	-

Джерело: розроблено автором

Прорахунки у значеннях вартісних параметрів в результаті дають ще більш значні зміни. Наприклад, недооцінка декількох вартісних параметрів персоналу в моделі COCOMO від значення дуже високий до дуже низький призведе до 200% збільшення трудомісткості. Так, в моделі SEER-SEM зміни вимог безпеки з низького до високого призведуть до збільшення трудомісткості на 400%. Всі моделі мають один або декілька вхідних параметрів, малі зміни в яких призведуть до значних змін у оцінці трудомісткості. Також слід зазначити, що вплив помилки від параметру зростає разом із розміром проекту (рис. 3).

Проблема ускладнюється тим, що деякі вхідні дані важко отримати, особливо на початку програми. Розмір коду має бути оцінений на початку, що, зрозуміло, зробити важко. Деякі чуттєві вхідні значення, наприклад можливості програмістів та аналіз носять чисто суб'єктивний характер і їх часто важко визначити.



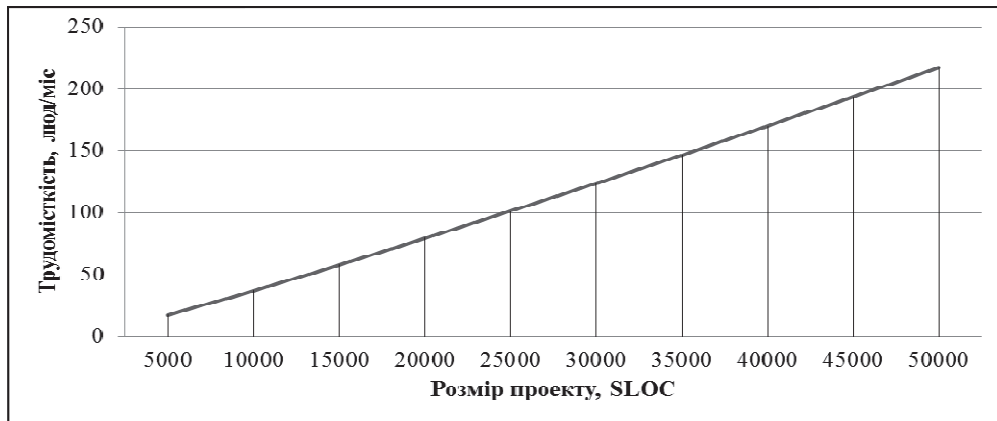


Рис. 3. Залежність трудомісткості від розміру у моделі COCOMO II.

Джерело: розроблено автором

На рисунку 4 зображено відносний вплив вхідних параметрів моделі SEER. За результатами експериментальних розрахунків були отримані подібні дані для моделі COCOMO II (рис.5). Порівнюючи ці дві моделі, можна сказати, що модель COCOMO є більш стійка до вхідних параметрів. Вплив більшості параметрів в обох моделях знаходиться у межах 40-60%.

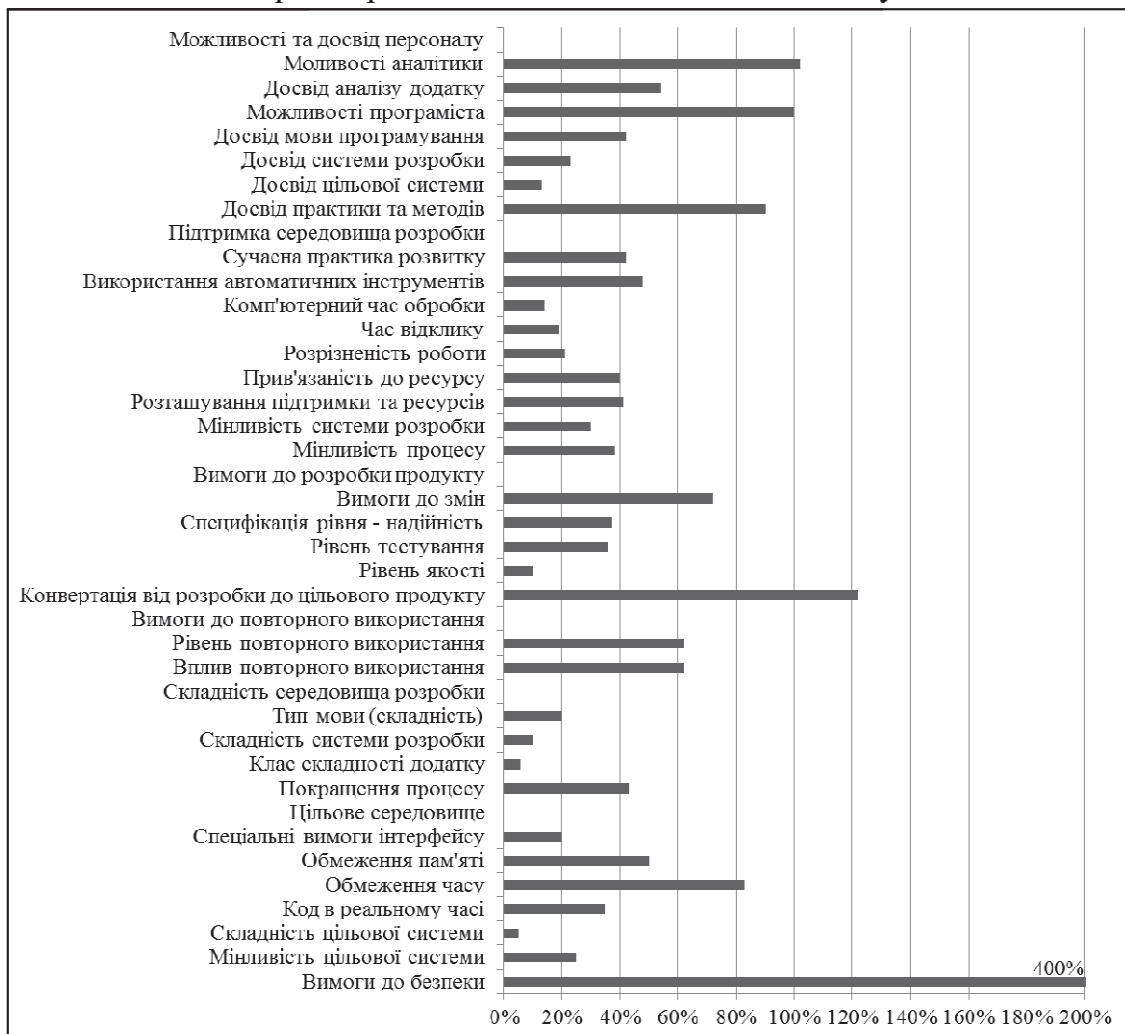


Рис. 4. Відносний вплив вартісних параметрів SEER.

Джерело: [15]

Навіть об'єктивні дані, можуть бути неточно оцінені на початку, що потім призведе до суттєвої різниці у вартості оцінки та планування. Деякі вхідні параметри мають бути відкалібровані за минулими даними. Якщо такі дані відсутні або відповідні параметри не можуть бути відкалібровані корисність та точність моделі може виявитись під питанням.

*Точність оцінки.* Найбільш часто вимірювання точності оцінки використовуються середнє відхилення відносної помилки *MMRE* (mean magnitude relative error) та якість передбачення *PRED(x)* (prediction within x). Обидві ці оцінки базуються на значенні відхилення відносної помилки *MRE* (magnitude relative error).

$$MRE = \frac{|E - A|}{A} \quad (16)$$

$$MMRE = \frac{1}{n} \sum MRE \quad (17)$$

$$PRED(x) = \frac{k}{n} \quad (18)$$

де *E* – оцінене (прогнозоване) значення показника, *A* – реальне значення показника, *n* – кількість проаналізованих проектів, *k* – кількість даних, для яких  $MRE \leq x$ .

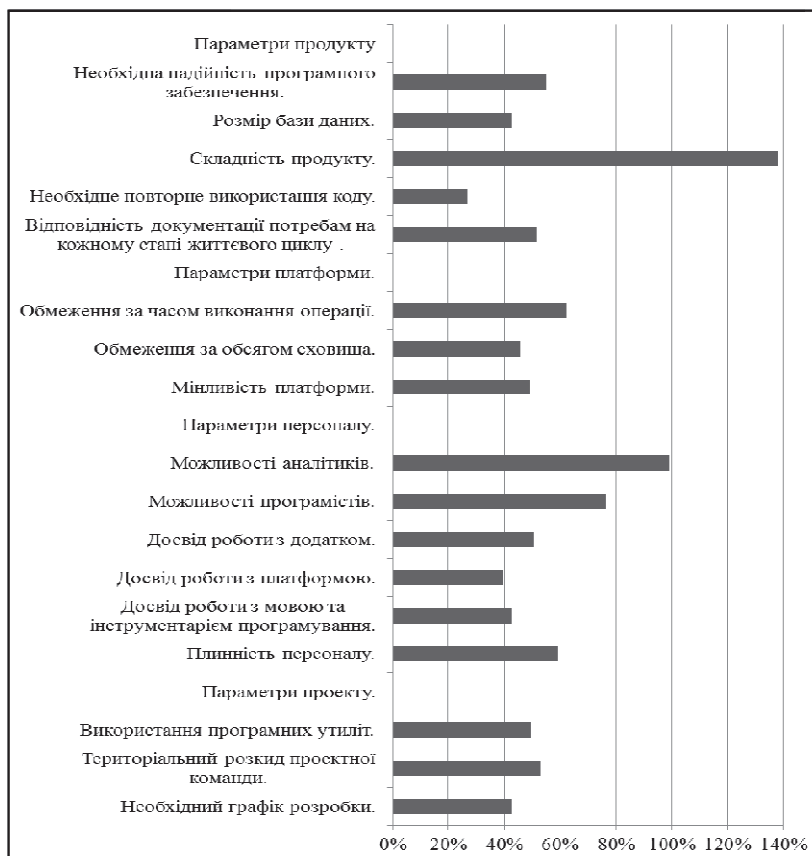


Рис. 5. Відносний вплив вартісних параметрів COCOMO.

Джерело: розроблено автором

Модель має бути в межах 25% точності у 75% даних і  $MMRE < 0.25$  [11]. Щоб знайти цю ступінь точності  $PRED(x)$ , потрібно розділити кількість проектів в наборі даних для яких  $MRE = 0.25$  або менше ( $k$ ) на загальну кількість проектів ( $n$ ). Загалом,  $PRED(x)$  показує середній відсоток оцінок, які знаходяться в  $x$  відсотках значень, наприклад,  $PRED(0.3) = 0.55$  значить, що 55% оцінок знаходиться у межах 30% від реальної вартості проекту.

В таблиці 2 представлено результати аналізу досліджень, які включають в себе ім'я авторів, назву моделі та отриману у дослідженні точність. Розглядалися дані лише за стандартним поданням моделей. В цих роботах розглядалися проекти різних типів, так, наприклад, у роботі [11] були одночасно розглянуті авіаційні та наземні проекти лабораторії NASA.

Таблиця 2. Аналіз точності моделей

Автор	Модель	Точність	
		MMRE(%)	PRED(%)
Баценко Д.В.	COCOMO	-	70(0.3)
Wei Lin Du	COCOMO	48.63	37(0.2) 54(0.3)
	SEER	84.39	36(0.2) 45(0.3)
Satyananda	COCOMO	32.65	50(0.25) 60(0.3)
Karen Lum	COCOMO	-	43(0.25) 57(0.3)
	SEER	-	29(0.25) 43(0.3)
	PRISE S	-	67(0.25) 67(0.3)
	COCOMO	-	33(0.25) 50(0.3)
	SEER	-	17(0.25) 17(0.3)
	PRISE S	-	50(0.25) 67(0.3)
Sunita Chulani	COCOMO	-	76(0.25) 80(0.3)
Boehm B.	COCOMO	-	55(0.25) 64(0.3)
Daniel V. Ferens	SLIM	67	-
	SEER	24	100(0.25)
	COCOMO	33	40(0.25)
Gerald L Ourada	REVIC	37.3	42(0.25)
	SASET	595	3.5(0.25)
	SEER	355	10.7(0.25)

Джерело: розроблено автором на основі [1, 7, 9-14]

Таблиця 3. Параметри моделей.

Параметр	SLIM	SEER-SEM	COCOMO II
Розмірні атрибути (SLOC, FP)	+	+	+
Підтримка різних життєвих циклів	+	+	+
Тип додатку	+	+	-
Складність	+	+	+
Мова програмування	+	+	+
Мінливість платформи	-	+	+
Можливості персоналу	+	+	+
Постійність персоналу	-	-	+
Досвід персоналу	+	+	+
Обмеження планування	+	+	+
Зрілість процесу	+	+	+
Згуртованість команди	-	+	+
Питання безпеки	-	+	-
Розрізненість розробки	-	+	+

Джерело: розроблено автором

Для досліджених даних середнє значення  $PRED(30)$  складає 56%. Для моделі COCOMO середнє значення  $PRED(30)$  складає 62%.

В таблиці 3 наведені параметри, які використовуються в вище зазначених моделях. Видно, що практично усі параметри присутні в кожній моделі. Слід відзначити, що лише модель SEER враховує питання безпеки і тільки модель COCOMO – постійність персоналу. Водночас, модель COCOMO, на відміну від інших, не враховує тип додатку.

Базуючись на цих даних, можна сказати, що існуючі моделі є досить надійними. Однак, це не є вірним для всіх проведених досліджень. В залежності від типу проекту та чи інша модель проводить кращу оцінку. Таким чином, жодна з представлених моделей не є оптимальною для всіх проектів і середовищ розробки. За отриманими результатами можна стверджувати, що перевага надається моделі COCOMO. Вона більш простіша у використанні, дозволяє отримати оцінку при різних рівнях визначеності вимог. Модель SEER має велику кількість параметрів, що може призвести до плутанини. Модель SLIM неефективна для малих проектів.

**Висновки.** Є сильні і слабкі сторони для всіх трьох основних моделей. В усіх моделях використовуються два ключових фактори, які впливають на оцінку – розмір проекту в LOC або FP та можливості персоналу. Всі три моделі вимагають певної підготовки для належного використання. Незважаючи на достатню надійність наведених моделей, питання покращення точності прогнозування залишається відкритим,

що є подальшим напрямом досліджень. Цього можна досягнути, по-перше, за рахунок вірного вибору методу калібрування моделі, по-друге, шляхом модернізації самої моделі не збільшуючи складності, по-третє, визначенням оптимальної моделі для даного типу проекту.

Основні наукові результати даної роботи є наступні: проведено огляд і досліджено літературні джерела по даній тематиці, підраховано середню точність наведених моделей, визначено відносний вплив параметрів моделі СОСОМО, визначено пріоритетну модель та запропоновано шляхи покращення моделей.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Ch. Satyananda Reddy, KVSVN Raju. An Improved Fuzzy Approach for COCOMO's Effort Estimation Using Gaussian Membership Function // Journal of Software. - 2009. – vol. 4. – pp. 452-459.
2. Колдовський, В. В. Фактор невизначеності в управлінні програмними проектами // Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України : зб. наук. пр. - Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ», 2011. - Вип. 33. - С. 140-148.
3. Boehm B.W. The COCOMO 2.0 Software Cost Estimation Model // American Programmer. – 2000. – 586 p.
4. L.H. Putnam. A General Empirical Solution to the Macro Software Sizing and Estimating Problem // IEEE Transactions. on Software Engineering. – vol. 4. - July 1978. – pp. 345-361.
5. Kim Johnson. Software cost estimation // Metrics and models. – Dept. of CS, Univ. of Calgary, Canada. – 2001. – 115p.
6. R. W. Jensen. A Comparison of the Jensen and COCOMO Schedule and Cost Estimation Models // Proceedings of the International Society of Parametric Analysts. – 1983. - pp. 96-106.
7. W. Lin Du. Improving software effort estimation using neuro-fuzzy model with seer-sem // Global Journal of Computer Science and Technology. – 2010. - vol. 10. – pp. 52-64.
8. Міщенко, І. Застосування моделі Constructive Cost Model (COCOMO II) під час проведення оцінки комп'ютерних програм на основі витратного підходу // Інтелектуальна власність : наук.-практ. журн. - 2010. - N 10. - С. 13-17 : табл.. - ISSN 1608-6422.
9. Баценко, Д.В. Метод калібрування моделі СОСОМО шляхом редукції основного рівняння // Інженерія програмного забезпечення : наук. журн. - № 1(5). -2011. - С. 16-24.
10. Lum, K. Powell, J. Hihn, J. Validation of spacecraft cost estimation models for flight and ground systems // International Society of Parametric Analysts Conference: Software Modeling Track. – 2002.

11. Ferens, Daniel V., David S. Christensen. Calibrating Software Cost Models to Department of Defense Databases – A Review of Ten Studies // Journal of Parametrics. – 1998. – vol. XVIII, N 2. - pp. 55-74.
12. Sunita Chulani, Bert Steece. COCOMO II Calibration [Electronic resource] // COCOMO Forum, October 25, 2000. - Mode of access: WWW.URL: <http://sunset.usc.edu/Activities/oct24-27-00/Presentations/Chulani.pdf>. - Last access: 2013.
13. Gerald L. Ourada, Daniel V. Ferens. Software Cost Estimation Models: A Callibration, Evaluation, and Compartison // Cost Estimating and Analysis. - Air force institute of Technology, 1992. - pp 83-101.
14. Boehm B., Clark B., Devnani-Chulani S. Calibration Results of COCOMO II.1997 [Electronic resource] // CSE tech report, 1997. - Mode of access: WWW.URL: <http://sunset.usc.edu/publications/TECHRPTS/1997/usccse97-507/usccse97-507.pdf>. - Last access: 2013.
15. SEER-SEM Frequently Asked Questions [Electronic resource] // Galorath Inc. - Mode of access: WWW.URL: [http://www.seerbygalorath.com/SEER\\_SupportingDocs/SEERfor Software/SEER-SEM FAQ.pdf](http://www.seerbygalorath.com/SEER_SupportingDocs/SEERfor Software/SEER-SEM FAQ.pdf). - Last access: 2013.