

ЗАСОБИ ОЦІНКИ ВАРТОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

(Представлено д.т.н., проф. Панішевим А.В.)

Розглядаються різноманітні методи оцінки вартості програмного забезпечення, порівнюються засоби оцінки ПЗ, основані на моделях COCOMO і SLIM. Проводиться експеримент оцінки вартості розробки ПЗ системи дистанційного управління пристроями шляхом калібрування параметрів вартості моделі COCOMO за допомогою програмного засобу Costar (SoftStar Systems).

Ключові слова: метрики виміру програмного продукту, оцінка вартості програмного забезпечення, моделі SLIM і COCOMO, калібрування параметрів вартості моделі COCOMO II, програмний засіб Costar.

Вступ. Зростання функціональних можливостей програмного забезпечення (ПЗ) збільшує час розробки та фінансові витрати і потребує розвитку методів точного прогнозування, або оцінки на ранніх етапах, кінцевої вартості ПЗ. На даний час існує багато методів оцінки вартості ПЗ [1–7]. За принципом оцінки методи поділяються на алгоритмічні та неалгоритмічні [18]. До неалгоритмічних методів належать Price-to-win, оцінка за Паркінсоном, експертна оцінка, оцінка за аналогією [21]. До алгоритмічних моделей – SLIM і COCOMO [15].

Для виміру програмного продукту розрізняють розмірно-орієнтовані і функціонально-орієнтовані метрики [16]. Перші ґрунтуються на LOC-оцінках. LOC-оцінка – це кількість рядків в програмному продукті. Функціонально-орієнтовані метрики не розглядають функціональність або корисність коду.

В статті розглядаються різні засоби оцінки вартості ПЗ, проводиться експеримент із застосуванням моделі COCOMO II шляхом калібрування параметрів вартості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Постановка задачі досліджень. При розробці проектів нерідко виникають труднощі, пов'язані з неналежним управлінням проектом, які змінюються в процесі розробки вимог до системи, невірної оцінки проекту. Останнє є важливою проблемою в особливості для великих помилок при плануванні термінів трудоемності і вартості створення програмних продуктів. Потреби суб'єктів ринку програмного забезпечення сприяли виникненню і розвитку підходів і методик оцінки вартості програмних продуктів. Розвиток моделей, методів і засобів оцінки вартості програмного забезпечення досягло рівня практичного застосування. Однак через відсутність інформації, засобів і спеціалістів вони не використовуються при розробці ПЗ в Україні. На даний час існує багато різних моделей оцінки вартості розробки програмного забезпечення. При визначенні того, яка методика більш адаптована для потреб конкретних ІТ-підприємств, основним завданням є вироблення певних вимог (критеріїв), за якими, в свою чергу, можна оцінити ці методики, провести їх порівняльний аналіз. В результаті виявиться методика (модель, практика, техніка) оцінки, яка найбільш повно і вірно описує процес розробки, дозволяючи отримати точні результати оцінки ініційованих проектів для різних етапів і стадій розробки. Дослідження встановило, що багато моделей, які базуються на показниках оцінюваного розміру, ресурсів і характеристиках проекту, більше використовують розумну інтуїцію експертів або користувачів, ніж статистичні методи.

Істотний вклад в розробку проблеми внесли зарубіжні вчені, такі як: Нельсон, А.Альбрехт, Ч.Саймон, Б.Бозм, С.Макконнелл; російські: С.А. Орлов, В.В. Ліпаєв, а також вітчизняні Д.В. Баценко, Ю.В. Щебетин та інші.

Викладання основного матеріалу. Широко відомі засоби оцінки ПЗ, основані на моделях SLIM і COCOMO [11–15].

SLIM Estimate компанії QSM найбільш часто програмним засобом, який використовується для оцінки вартості ПЗ, в якому реалізована модель Путнема, є продукт. Засіб входить в склад пакету прикладного ПЗ і призначений для роботи над проектом ПЗ на початкових стадіях життєвого циклу. В пакет, крім засобу оцінки, також входять засоби відбору і зберігання даних про реалізовані проекти (SLIM DataManager), аналізу цих даних (SLIM Metrics), загального контролю над процесом розробки (SLIM Control). Даний пакет використовується для оцінки вартості ПЗ, що розроблюється, в наступних організаціях: Alcatel Telecom, AT&T, Athens Group, Australian Department of Defence, BAE, Bell South Communications, Hewlett-Packard, IBM Rational Software, Lockheed Martin, Motorola Communications, Nokia. SLIM Estimate дозволяє виконувати оцінку вартості розробки програмного забезпечення різними способами: майстер швидкої оцінки, оцінка розміру, оцінка PI, оцінка непередбачуваних обставин, оцінка, основана на історичних факторах. Першим і найбільш часто застосовуваним є використання

майстра швидкої оцінки (Quick Estimate Wizard). При цьому використовуються наступні параметри: тип додатку, який розроблюється; максимально можливий час роботи над проектом; бюджет проекту; орієнтована загальна кількість рядків; індекс продуктивності команди розробників; процент коду, який повторно використовується. Формуються таблиці і будуються діаграми, які відображають загальну кількість задіяної робочої сили та її розподілення за графіком робіт. Шаблон робочої книги (workbook) проекту SLIM Estimate підтримує близько 50 різних форматів представлення проведеної оцінки ПЗ. Створені робочі книги можуть служити шаблонами для оцінки вартості наступних проектів. За замовчуванням SLIM Estimate оцінює трудовитрати з 50 % вірогідністю успішної реалізації проекту для зміни цього значення слід відкоригувати значення вірогідності за допомогою майстра налаштування вірогідності [12]. Результатом оцінки розміру є загальна кількість рядків коду, яку може створити команда розробників в даних умовах. Результат оцінки індексу продуктивності являє собою PI, необхідний для реалізації проекту в заданих умовах. Оцінка непередбачуваних обставин використовується для генерації плану реалізації із заданою вірогідністю успішного завершення проекту. Ці способи можуть використовуватись як незалежно, так і для уточнення результатів, отриманих в результаті використання майстра швидкої оцінки.

Для оцінки розміру проекту разом з SLIM Estimate поставляється реалізована в Microsoft Excel таблиця, значення з якої можуть бути імпортовані в робочу книгу проекту. В ранніх версіях SLIM Estimate основною одиницею виміру був логічний вираз у вихідному коді Logical Source Statement (LSS). Починаючи з версії 5.0, в SLIM Estimate використовується рядки коду, функціональні і об'єктні точки (напрямку, без перетворення в LSS). Найбільш широко розповсюдженим способом калібрування [20] моделі в SLIM Estimate є використання історичних параметрів налаштування (Historical Tuning Factors). Програмний комплекс SLIM Estimate може експортувати дані звітів в найбільш популярні формати файлів, такі як Microsoft Word, Microsoft Excel, Enhanced Metafile, Microsoft Project, HTML.

Модель Путнема надзвичайно чутлива до значення технологічних факторів, тому точне визначення їх значення є дуже важливим для правильної оцінки на основі SLIM. Перевагою моделі Путнема перед COCOMO 1.1 або COCOMO 2.0, є невелика кількість параметрів, необхідних для оцінки.

Засоби оцінки вартості розробки ПЗ, основані на моделі SLIM не потребують обов'язкового використання історичної бази проектів. Тому вони можуть застосовуватись безпосередньо організації, яка виконує проектування ПЗ. При використанні історичних баз даних потрібна участь спеціаліста для співставлення реалізованих і описаних проектів із бази з проектом, який знаходиться в розробці. Залучення сторонньої організації при виконанні оцінки вартості також може бути необхідно через наявність у неї достатньо великої історичної та деталізованої бази реалізованих проектів.

Модель COCOMO. Методика COCOMO дозволяє оцінити трудоемність і час розробки програмного продукту. Сімейство моделей COCOMO було створене в 1981 році на основі бази даних про проекти консалтингової фірми TRW [11]. COCOMO являє собою три моделі, орієнтовані на використання в трьох фазах життєвого циклу ПЗ: базова (Basic) застосовується на етапі виробітки специфікацій; розширена (Intermediate) – після визначення вимог до ПЗ; поглиблена (Advanced) – використовується після закінчення проектування ПЗ. В загальному вигляді рівняння моделей має вигляд $E = a \cdot S^b \times EAF$, де E – витрати праці на проект (в людино-місяцях); S – розмір коду (в KLOC); EAF – фактор уточнення витрат (effort adjustment factor). Параметри a і b залежать від виду додатка, який розроблюється і може бути таким:

– відносно простий проект, робота над яким ведеться однорідною командою розробників, вимоги мають рекомендований характер, відсутня заздалегідь вироблена вичерпна специфікація (наприклад, нескладне прикладне ПЗ);

– проект середньої складності, робота над яким ведеться змішаною командою розробників, вимоги до проекту визначаються специфікацією, однак можуть змінюватись в процесі розробки проекту (наприклад, ПЗ системи управління банківським терміналом);

– проект, який повинен бути реалізований в жорстких рамках заданих вимог (наприклад, ПЗ системи керування польотами). В базовій моделі фактор EAF приймається рівним одиниці. Для визначення значення цього фактора в розширеній моделі використовується таблиця, яка містить ряд параметрів, які визначають вартість проекту. При використанні поглибленої моделі, спочатку проводиться оцінка з використанням розширеної моделі на рівні компонента, після чого кожний параметр вартості оцінюється для всіх фаз ЖЦ ПЗ [11].

COCOMO II також є сімейством моделей і являє собою розвиток базової (Basic) моделі COCOMO. COCOMO II включає три моделі – створення додатків Application Composition Model (ACM), раннього етапу розробки Early Design Model (EDM) і пост-архітектурна Post Architecture Model (PAM).

Також в ній допускається вимірювати розмір проекту не лише кількістю рядків коду (LOC), але і більш сучасними функціональними і об'єктними точками.

Costar (SoftStar Systems), Cost Xpert (Marotz), SoftwareCost Calculator (SoftwareCost.com). Засоби, основані на моделі COCOMO [14]. Допускається використання всіх реалізацій моделі COCOMO,

моделей життєвого циклу ПЗ Waterfall і MBASE/RUP, підтримується робота з проектом, який складається з компонентів, для кожного з яких можна виконати роздільну оцінку.

Costar дозволяє проводити оцінку в двох режимах: покроковому, за допомогою майстра оцінки вартості; інтерактивному, який забезпечує безпосередню вказівку значень параметрів, які впливають на вартість проекту. Для визначення розміру проекту, який оцінюється, використовуються функціональні точки або рядки коду. Для переведення значень, вказаних в рядках коду, в програмі є конвертатор, який розраховує значення розміру коду в функціональних точках виходячи з мови програмування, який використовується для реалізації проекту. Costar підтримує обмеження проекту, основані на граничних фінансових витратах і крайньому терміну реалізації проекту.

Для оцінки витрат, які пов'язані з оплатою праці робітників існує два альтернативних підходи: розрахунок витрат для кожного з етапів життєвого циклу ПЗ; розрахунок місячної оплати праці для кожної категорії співробітників.

Для аналізу результатів оцінки Costar створює різні форми звітів, графіків і діаграм. Звіти, які представлені в формі таблиць, можуть бути збережені в форматі Microsoft Excel, графіки і діаграми – у форматі растрового зображення BMP.

Для проведення точної оцінки вартості розробки ПЗ модель СОСОМО потребує детального і різнобічного опису проекту. Це може ускладнити застосування основаних на ній засобів на ранньому етапі розробки ПЗ, і сприяє збільшенню точності оцінки на пізніх етапах розробки ПЗ, при аналізі завершеного проекту. При використанні засобів на основі моделі СОСОМО або СОСОМО II факторами, які впливають на точність оцінки вартості є наступні: правильний вибір конкретної реалізації моделі СОСОМО; точність калібрування – відповідність установок вихідним даним. У зв'язку з цим, для застосування засобів використовують персонал, який не має прямого відношення до процесів проектування і розробки ПЗ. Він формує специфікації проекту і параметри, які необхідні для оцінки, які надаються співробітникам, які виконують оцінку. Ефективне застосування алгоритмічних моделей оцінки вартості ПЗ і основаних на них засобів оцінки віддають перевагу їх спільне використання з неалгоритмічними методами оцінки. Так алгоритмічні засоби оцінки можуть бути застосовані членами експертних комісій для аналізу проекту і формування власної оцінки. Завдяки широким можливостям експорту даних і візуалізації, використання автоматизованих засобів оцінки вартості ПЗ надає можливість формувати власні бази характеристик реалізованих проектів, а також створювати звіти, які ілюструвати процес розробки проекту, що значно знижує трудовитрати, які пов'язані з підготовкою звітності.

Параметри вартості. Параметр вартості (cost driver) – це суб'єктивна величина, яка оцінює різні часові, якісні і ресурсні аспекти розробки ПЗ. Кожний з параметрів може бути відкалібрований. Калібровка параметрів вартості – це корегування значень параметрів, які впливають на значення трудовитрат, і відповідно на час і вартість, при оцінці програмного проекту. При калібровці сімнадцяти параметрів вибирається оціночний рівень (дуже високий, високий, вище номінального, номінальний, нижче номінального, низький, дуже низький) параметра. В формулах цей рівень відображується у вигляді коефіцієнта трудовитрат і, таким чином, на кожній стадії розробки проекту впливає на вартість і тривалість той чи іншої стадії. Виділяють наступні групи параметрів [14]: продукту (product factors), платформи (platform factors), персоналу (personnel factors) і проекту (project factors).

Практичне застосування засобів оцінки вартості ПЗ. Costar був використаний в експерименті для оцінки вартості розробки ПЗ системи дистанційного управління пристроями. Оцінка ПЗ виконувалась шляхом завдання двох характеристик майбутньої системи: прогнозоване число рядків коду (SLOC) і рівень визначеності архітектури. Також була виконана калібровка наступних параметрів вартості: CPLX, APX, PLEX, LTEX, PCON, PVOL, RELY, DOCU, TOOL, SITE. Значення параметрів, які характеризують проект, обирались відповідно до досвіду і наступних особливостей: значення параметра PLEX було обрано High, оскільки колектив програмістів знайомий з платформою, для якої розроблюється проект і тому не потрібно додаткового часу на їх навчання. Значення параметра APX – High, оскільки досвід створення додатків подібного типу досить високий. Параметр TOOL – Low, оскільки при написанні коду використовувались прості засоби розробки, без використання комплексних інтегрованих середовищ. Аналогічно калібрувались всі інші параметри вартості.

The screenshot displays the 'Costar - Estimate1 (Component1)' window. At the top, there is a menu bar (File, View, Reports, Components, Tools, Preferences, Help) and a toolbar. Below the toolbar, the 'Estimate' field is set to 'Estimate1' and the 'Model' is 'COCOMO II 2000'. The 'Component' field is 'Component1' and the 'Increment' is '1'. A row of buttons (ACT, ARC, CBR, CDR, CMP, CST, DET, EBR, EFF, EQS, GCS, GMI, GST, IDT, ISM, MSZ, NAM, SCH, SIZ, SSM, STR) is visible. Below this is a table with project totals:

Totals for entire Project		Effort (PM)	Duration (Mo)	Cost (K\$)	Productivity	Equivalent Size
Requirements	RQ:	0.3	0.9	0.1		Total Size: 2,500
Development	PD+DD+CT+HT:	3.7	5.6	0.7	671.2	
Total	RQ+PD+DD+CT+HT:	4.0	6.5	0.8	627.3	

Below the table is the 'COCOMO II Cost Drivers for Component: Component1' section, which includes several adjustable parameters:

- Personnel:** ACAP... (Nominal), APEX... (High), PCAP... (Nominal), PLEX... (High), LTEX... (High), PCON... (Very High).
- Platform:** TIME... (Nominal), STOR... (Nominal), PVOL... (Low).
- Product:** RELY... (Low), DATA... (Nominal), CPLX... (Low), RUSE... (Nominal), DOCU... (High).
- Project:** TOOL... (Low), SITE... (High), SCED... (1.0000).
- Size Summary:** Size: 2500, Method: SLOC.
- User Defined:** USR1... (Undefined), USR2... (Undefined), USR3... (Undefined), USR4... (Undefined).

At the bottom, there is a navigation bar with tabs: Drivers & Size, Model, REVL, Reuse, Function Points, Increments, Breakage, Costs, Rates, Maint, Filter, Descr. The status bar at the very bottom shows: Estimate1: 4.0 PM, 6.5 Months; Component1: 4.0 PM; EAF: 0.4625; Level: 1.

Рис. 1. Основне вікно програми Costar

Для вказаного проекту отримано наступний результат: загальний час розробки – 6,5 місяців, необхідні ресурси для розробки проекту – 4 людино-місяців, загальна вартість проекту – \$800. Такі дані були отримані для номінального графіку роботи. Потрібно зазначити, що низька вартість проекту обумовлена перед усім тим, що проект виконувався студентами. Реальна вартість ПЗ значно вища. Наприклад, при зменшенні часу розробки до 3,4 місяців ресурси виростають до 8,2 людино-місяців, а ціна проекту збільшується до \$1100. Крім того, в результаті були отримані наступні часові оцінки для фаз життєвого циклу проекту: специфікування вимог – 0,6 міс., проектування – 1,1 міс., детальне проектування – 2 міс., програмування і тестування – 2,6 міс. Результат порівняння розрахункових показників при номінальному графіку і показників, отриманих після завершення проекту, показав, що розходження часу розробки склало не більше 6 %, а вартості – не більше 10 %. На виконання вказаних оцінок і оформлення результатів було витрачено 3 години. Для ручного розрахунку потрібні були б тижні, а ризик помилки був би очевидно вище.

Таким чином, експеримент показав можливість використання засобів оцінки вартості ПЗ для вітчизняних проектів, з метою забезпечення значного скорочення витрат на розробку великих програмних систем і оптимізації робіт (рис. 1).

Висновки. Оцінка вартості ПЗ – складний і відповідальний процес, який вимагає глибоких теоретичних знань, практичного досвіду, відповідних інструментів. В Україні, на даний момент, дуже мало спеціалістів, які спроможні провести оцінку ПЗ. Тому актуальним є, з одного боку підготовка висококваліфікованих кадрів, які здатні виконувати оцінку, а з іншого – створення і постійне оновлення бази даних зі статистичною інформацією по розроблених програмних проектах.

Список використаної літератури:

1. *Boehm B.W.* Software engineering economics / *B.W. Boehm*. – Prentice-Hall. – 1981. – 320 p.
2. *Albrecht A.J.* Software function, source lines of codes, and development effort prediction: a software science validation / *A.J. Albrecht, J.E. Gaffney*. – IEEE Trans Software Eng. – 1983. – 4 p.
3. Software engineering: IFPUG 4.1 Unadjusted functional size measurement method: Counting practices manual. – ISO/IEC. – 2003. – 430 p.
4. Longstreet D. Function Point Analysis Training Course / *A.J. Albrecht, J.E. Gaffney* // Longstreet Consulting Inc. – 2004. – 280 p.
5. *Fenton N.E.* Software Metrics : A Rigorous and Practical Approach / *N.E. Fenton, S.L. Pfleeger* – PWS Publishing Company. – 1997. – 455 p.
6. *Parkinson S.N.* Parkinson's Law and Other Studies in Administration / *S.N. Parkinson*. – Houghton-Mifflin. – 1957.– 148 p.
7. *Coates J.* Technological Forecasting and Social Change / *J.Coates* – Elsevier Science Inc. – 1999. – 235 p.
8. *Shepperd M.* Estimating software project effort using analogy / *M.Shepperd, C.Schofield*. – IEEE Trans Software Eng. – 1997. – Pp. 736–743.
9. *David L.* Norden-Raleigh Analysis : A Useful Tool for EVM in Development projects / *L.David*. – The Measurable News. – 2002. – 24 p.
10. *Johnson Kim.* Software cost estimation – Metrics and models / *Johnson Kim* // University of Calgary. – 2001. – 115 p.
11. *McGibbon Th.* Modern Empirical and Schedule Estimation Tools / *McGibbon Th.* // DACS Report. – 1997. – 72 p.
12. *Heires J.* More with Less : SLIM-Estimate 5.0 Product Review / *J.Heires, T.Doing* // QSM Software. – 2002. – 46 p.
13. *Aron J.D.* Estimating Resource for Large Programming Systems.– NATO Science Committee.– 1969.– 40 p.
14. *Boehm B.W.* The COCOMO 2.0 Software Cost Estimation Model / *B.W. Boehm* // American Programmer. – 2000. – 586 p.
15. *Capers J.* Applied Software Measurement: Assuring Productivity and Quality / *J.Capers* // McGraw-Hill. – 1996.– 590 p.
16. *Орлов С.А.* Технологии разработки программного обеспечения / *С.А. Орлов*. – СПб. : Питер, 2002. – 464 с.
17. *Сидоров Н.А.* Утилизация программного обеспечения, экономический аспект Кибернетика и системный анализ / *Н.А. Сидоров*. – 1994. – № 3. – С. 151–167.
18. *Василенко Ю.Н.* Алгоритмические методы оценки программного обеспечения / *Ю.Н. Василенко* // Мат. конф. "Инженерія програмного забезпечення 2005". – НАУ, 2005. – С. 42–51.
19. *Баценко Д.В.* Классификация параметров стоимости модели постархитектуры / *Д.В. Баценко* // Мат. конф. "Инженерія програмного забезпечення 2005". – НАУ, 2005. – С. 51–56.
20. *Щебетин Ю.В.* Методика анализа функциональных точек программного обеспечения / *Ю.В. Щебетин* // Мат. конф. "Инженерія програмного забезпечення 2005". – НАУ, 2005. – С. 56–62.
21. Методы и средства оценки стоимости программного обеспечения / *Н.А. Сидоров, Д.В. Баценко, Ю.Н. Василенко та ін.* // Проблеми системного підходу в економіці. – НАУ, 2004. – № 7. – С. 113–118.

КРАВЧЕНКО Світлана Миколаївна – асистент кафедри програмного забезпечення систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- економіка програмного забезпечення;
- менеджмент проектів програмного забезпечення;
- людино-машинна взаємодія;
- інформаційні системи і технології;
- інтернет-технології.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2014

Кравченко С.М. Засоби оцінки вартості програмного забезпечення
Кравченко С.Н. Средства оценки стоимости программного обеспечения
Kravchenko S.N. Means Cost Estimating Software

УДК 004.054

Средства оценки стоимости программного обеспечения/ С.М. Кравченко

В статье рассматриваются различные методы оценки стоимости программного обеспечения, сравниваются средства оценки ПО, основанные на моделях COCOMO и SLIM. Проводится эксперимент оценки стоимости разработки ПО системы дистанционного управления устройствами путем калибровки параметров стоимости модели COCOMO с помощью программного средства Costar (SoftStar Systems).

Ключевые слова: метрики измерения программного продукта, оценка стоимости программного обеспечения, модели SLIM и COCOMO, калибровка параметров стоимости модели COCOMO II, программное средство Costar.

УДК 004.054

Means Cost Estimating Software/ S.N. Kravchenko

The article discusses the various methods for estimating the cost of software, the software compares the assessment tools based on models COCOMO and SLIM. An experiment valuation software development system for remote control devices by calibrating the COCOMO model parameters value using software tools Costar (SoftStar Systems).

Keywords: metric measurement software, valuation software model SLIM and COCOMO, calibration parameters of the cost model COCOMO II, a software tool Costar.