

УДК 004.413:338.5

РЯБОКІНЬ Ю. М.

Національний авіаційний університет

ОЦІНКА ВАРТОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Мета. Розгляд існуючих проблем, що виникають під час оцінки вартості програмного проекту та виявлення ризиків на ранніх етапах розробки; аналіз та порівняння методів, моделей, програмних інструментів для оцінки вартості програмного забезпечення.

Методика. У статті використовуються методи системного аналізу процесів створення програмного забезпечення, методів і моделей визначення вартості програмного забезпечення; порівняння програмних засобів оцінки, що базуються на моделях SLIM та COCOMO.

Результати. На основі проведеного дослідження розкрито основний зміст процесу оцінки вартості розробки програмного забезпечення. Розглянуто проблеми забезпечення точного оцінювання ризиків, вигоди, збитків та вартості проекту.

Наукова новизна. Полягає як у способі постановки задач, так і в ступені обґрунтування кінцевих результатів дослідження.

Практична значимість. Реалізація основних можливостей оцінки вартості програмного проекту на початкових етапах розробки.

Ключові слова: програмне забезпечення, програмний проект, управління програмним проектом, оцінка вартості проекту, засоби оцінки.

Вступ. У період швидкого розвитку інформаційних технологій, безперервного зростання високобюджетних проектів в галузі розробки програмного забезпечення (ПЗ), важливим стає вміння оцінити на початкових етапах можливі вигоди і збитки від проекту, проаналізувати можливі сценарії розвитку подій. Тому існує реальна потреба в виборі та представленні методів і засобів, що дозволять менеджеру ІТ-проектів оцінити необхідні ресурси та визначити часові обмеження на основі наявних характеристик проекту: історії подібних проектів, досвіду та продуктивності працівників, специфіки компанії та ін. Таким чином, проблема отримання адекватної оцінки вартості проекту є актуальною.

Постановка завдання. Завданням статті є розкрити причини провалів програмних проектів; визначити роль оцінки вартості ПЗ. Проаналізувати існуючі методи та моделі оцінки. Порівняти існуючі засоби для визначення вартості ПЗ.

Результати дослідження. Розробка великих програмних систем – процес трудомісткий, вимагаючий комплексного рішення проблем часу, бюджету і самої функціональності розроблюваної системи. Найчастіше проекти закінчуються не вчасно, їх бюджет перевищує заданий. Причинами подібних негативних результатів є [1]:

- недостатньо продуманий план менеджера проекту;
- неповна або неточна специфікація на проект, а також вимоги замовника, які змінюються в процесі розробки;
- неякісна оцінка проекту.

Для замовника і виконавця адекватна оцінка вартості проекту є дуже важливим фактором, який буде впливати на угоду між ними. Досягти правильної оцінки на початкових стадіях розробки далеко не просто. Неправильна оцінка, особливо на початкових етапах, спричиняє серйозні проблеми на наступних.

На даний момент, серед наявних методів та моделей оцінки вартості ПЗ можна виділити дві групи [2, 3]: неалгоритмічні методи і алгоритмічні моделі.

Сутність неалгоритмічних методів полягає в тому, що при оцінці вартості ПЗ використовуються певні схеми і принципи, а не математичні формули. До цих методів належать [3]:

1) *price-to-win* – метод, що базується на принципі «клієнт завжди правий». Суть методу полягає в тому, що незалежно від передбачуваних реальних витрат на розробку проекту, оцінка вартості ПЗ коригується відповідно до побажань замовника.

2) оцінка за Паркінсоном – метод, що ґрунтується на принципі: «об'єм роботи зростає в тій мірі, в якій це необхідно, щоб зайняти час, виділений на її виконання». Принцип вперше був висловлений С.Н. Паркінсоном і описував природу взаємодії бюрократичної системи в адміністративних інститутах, відображаючи процес неефективного використання ресурсів. У застосуванні до розробки програмних проектів, закон Паркінсона використовується у вигляді схеми: щоб підвищити продуктивність праці розробника, необхідно зменшити час, відведений на розробку.

3) експертна оцінка – це метод, що ґрунтується на принципі експертної оцінки і застосовується в проектах, що використовують нові процеси та технології. До процесу оцінки залучаються інженери-розробники, які самі оцінюють ту частину проекту, якою вони займаються. Після цього скликаються збори, на яких результати окремих оцінок інтегруються в єдину, цілісну систему. Припущення, на яких ґрунтувалася оцінка окремих експертів, заносяться в протокол і відкрито обговорюються. В результаті досягається баланс оцінки при інтеграції окремих компонентів в загальну систему. Далі йде чергова стадія покомпонентної оцінки, і в міру збільшення кількості ітерацій точність оцінки збільшується.

4) оцінка за аналогією – метод, що базується на принципі аналогії та використовує емпіричні дані по характеристикам завершених проектів. Схема оцінки складається із декількох етапів: 1) здійснюється збір даних по проекту, що розробляється; 2) на основі експертної оцінки проводиться відбір характеристик, за якими будуть порівнюватися проекти (вибір характеристик залежить від типу програмної системи, середовища розробки і набору відомих параметрів системи; 3) пошук та аналіз проектів, що є «аналогічними» розроблюваному, за обраними характеристиками; результатом даного етапу є, як правило, декілька проектів, що мають найменші відмінності в числових значеннях характеристик оцінки; 4) експертна оцінка розроблюваного проекту в якому значення, взяті із аналогічного проекту, використовуються як базис оцінки.

Модель оцінки вартості ПЗ являє собою одну або декілька функцій, які описують залежність між характеристиками проекту і витратами на його реалізацію. Розрізняють лінійні, мультиплікативні, степеневі, емпіричні і аналітичні моделі.

Найбільш часто реалізуємими і добре задокументованими алгоритмічними моделями є модель Путнема (степенева, аналітична) і модель СОСОМО (степенева, емпірична).

Модель Путнема (SLIM). Найбільш поширена модель аналітичної групи, створена для проектів об'єм яких більше 70000 рядків коду. Модель ґрунтується на твердженні, що витрати на розробку ПЗ розподіляються згідно кривих Нордена-Рейлі, які є графіками функції, що представляє розподіл робочої сили за часом [3, 4]. Загальний вигляд функції можна представити як (1):

$$v = v_0 \times (1 - e^{-t^2/2t_p^2}), \quad (1)$$

де v – отримане значення;

t – час;

v_0 і t_p – параметри, що визначають функцію.

Для більшого значення t крива прямує до параметра v_0 , який називається cost scale factor parameter. Функція зростає найшвидше при $t = t_p$. Основною причиною такої поведінки моделі було те, що спочатку дослідження Нордена базувалися не на теоретичних засадах, а на спостереженнях за проектами, причому, в основному за проектами не пов'язаними з ПЗ (машинобудування, будівництво). Тому відсутнє наукове підтвердження того, що програмні проекти вимагають такого ж розподілу робочої сили, навпаки, часто кількість людино-годин, необхідних проекту, може різко змінитися, зробивши оцінку непридатною для використання.

У 1991 році Путнем представив альтернативну реалізацію моделі, яка була виконана на замовлення компанії Quantitative Software Management і застосована в комплексі SLIM Estimate для оцінки вартості ПЗ [1, 4]. Повне рівняння в цій реалізації виглядає як (2):

$$E = 12^5 B (SLOC/P)^3 (1/Schedule^4) \quad (2)$$

Якщо на загальний час реалізації проекту обмеження не накладаються, то можливе використання спрощеного рівняння (3):

$$E = 56.4 B (SLOC/P)^{9/7}, \quad (3)$$

де B – фактор спеціальних навичок;

P – фактор продуктивності;

$Schedule$ – час розробки за графіком (в місяцях).

Рівняння може бути використано, якщо витрати, що передбачаються, будуть більше 20 людино-місяців.

Модель СОСОМО. Сімейство моделей СОСОМО було створено в 1981 році на основі бази даних в якій зберігалися проекти консалтингової компанії TRW [3–5].

COCOMO представляє собою моделі, орієнтовані на використання в трьох фазах життєвого циклу ПЗ [5]: базова (Basic) застосовується на етапі вироблення специфікацій; розширена (Intermediate) – після визначення вимог до ПЗ; поглиблена (Advanced) – використовується після закінчення проектування ПЗ.

Загалом, рівняння моделей має вигляд (4):

$$E = a \times S^b \times EAF, \quad (4)$$

де E – витрати праці на проект (в людино-місяцях);

S – розмір коду;

EAF – фактор уточнення витрат.

a і b – параметри, які залежать від виду розроблюваного проекту, який може бути: відносно простим; середньої складності; реалізований в жорстких рамках заданих вимог.

У базовій моделі фактор EAF приймається рівним одиниці. Для визначення значення цього фактора в розширеній моделі використовують таблицю, яка містить ряд параметрів, що 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 життєвого циклу ПЗ [1, 4–5].

COCOMO II – удосконалена версія базової моделі *COCOMO*. Вона включає три моделі [3–5]:

1) створення застосувань (Application Composition Model) – використовується на ранньому етапі реалізації проекту для того, щоб оцінити: інтерфейс користувача, взаємодію з системою, продуктивність. За початковий розмір приймається кількість екранів, звітів і 3GL - компонентів.

2) раннього етапу розробки (Early Design Model) – високорівнева модель, якій потрібна порівняно невелика кількість вихідних параметрів. Вона призначена для оцінки доцільності використання тих чи інших апаратних і програмних засобів в процесі розробки проекту. Для визначення розміру використовується неприведена функціональна точка (Unadjusted Function Point). Для її перетворення в LOC використовуються табличні дані [4].

3) пост-архітектурна (Post Architecture Model) – найбільш деталізована модель, яка використовується, коли проект повністю готовий до розробки. Для оцінки вартості ПЗ з її допомогою необхідний пакет опису життєвого циклу проекту, який містить детальну інформацію про фактори вартості і дозволяє провести більш точну оцінку. Вона використовується на етапі фактичної розробки та підтримки проекту.

Для оцінки розмірів можуть використовуватися як рядки коду (LOC), так і функціональні точки з модифікаторами, які враховують повторне використання коду [2].

Серед найбільш використовуваних програмних засобів оцінки вартості ПЗ є [2–3]: *SLIM Estimate* та *Costar*.

SLIM Estimate є найбільш часто використовуваним засобом для оцінки вартості ПЗ, в якому реалізована модель Путнема. Засіб входить до складу пакету прикладного

ПЗ і призначений для роботи над проектом починаючи з початкових стадій життєвого циклу. До пакету, крім засобу оцінки, також входять засоби збору та зберігання даних про реалізовані проекти (SLIM DataManager), аналізу цих даних (SLIM Metrics), загального контролю над процесом розробки (SLIM Control). Даний пакет використовувався для оцінки вартості розроблюваного ПЗ в Alcatel Telecom, Australian Department of Defence, BAE, Bell South Communications, Hewlett-Packard, IBM Rational Software, Lockheed Martin, Motorola Communications, Nokia, US Air Force Cost Analysis Agency.

SLIM Estimate дозволяє виконувати оцінку вартості розробки ПЗ різними способами: майстер швидкої оцінки, оцінка розміру, оцінка PI, оцінка непередбачених обставин, оцінка заснована на історичних факторах. Першим і найбільш часто використовуваним способом є використання майстра швидкої оцінки (Quick Estimate Wizard). При цьому використовуються такі параметри як: тип розроблюваної системи; максимально можливий час роботи над проектом; бюджет проекту; орієнтовна загальна кількість рядків коду; індекс продуктивності команди розробників; відсоток повторно використовуваного коду. Формуються таблиці і будуються діаграми, що відображають загальний об'єм задіяної робочої сили і її розподіл за графіком робіт. Шаблон робочої книги (workbook) проекту SLIM Estimate налічує близько 50 різних форматів представлення проведеної оцінки ПЗ. Створені робочі книги можуть служити шаблонами для оцінки вартості наступних проектів [2–4]. Результатом оцінки розміру є загальна кількість рядків коду, яку може створити команда розробників в даних умовах.

Результат оцінки індексу продуктивності (PI) необхідний для реалізації проекту в заданих умовах. Оцінка непередбачених обставин використовується для генерації плану реалізації із заданою вірогідністю успішного завершення проекту.

За допомогою наявних функцій результати оцінки можуть бути експортовані в SLIM DataManager. Для порівняльного аналізу результатів оцінки можливий імпорт даних з програми SLIM Metrics, або іншої робочої книги SLIM Estimate.

Для оцінки розміру проекту разом із SLIM Estimate поставляється реалізована в Microsoft Excel таблиця, значення з якої можуть бути імпортовані в робочу книгу проекту. Програмний комплекс SLIM Estimate може експортувати дані звітів в форматі файлів: 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 СОСОМО або СОСОМО II, є невелика кількість параметрів, що необхідні для оцінки.

Засоби оцінки вартості розробки ПЗ, що базуються на моделі SLIM, не вимагають обов'язкового використання історичної бази проектів. Тому вони можуть застосовуватися безпосередньо організацією, яка виконує проектування ПЗ. При використанні історичних баз даних потрібна участь фахівця для зіставлення реалізованих і описаних проектів із бази з проектом, що знаходиться в розробці.

Costar (SoftStar Systems), *Cost Xpert* (Marotz), *SoftwareCost Calculator* (SoftwareCost.com) – засоби, засновані на моделі СОСОМО [3, 5]. Допускається використання усіх реалізацій моделі СОСОМО, моделей життєвого циклу ПЗ; підтримується робота з проектом, що складається із компонентів, для кожного із яких можна виконати роздільну оцінку. *Costar* дозволяє проводити оцінку в двох режимах: покроковому, за допомогою майстра оцінки вартості; інтерактивному, що забезпечує безпосереднє зазначення значень параметрів, які впливають на вартість проекту. Для визначення розміру оцінюваного проекту використовуються функціональні точки або рядки коду (LOC). Для переведення значень, вказаних у рядках коду, в програмі є конвертатор, який розраховує значення розміру коду у функціональних точках виходячи із мови програмування, яка використовується для реалізації проекту. *Costar* підтримує обмеження проекту, що базуються на граничних фінансових витратах і крайньому терміні реалізації проекту.

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

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

Для проведення точної оцінки вартості розробки ПЗ модель СОСОМО вимагає детального і різнобічного опису проекту. Це може утруднити застосування заснованих на ній засобів на ранніх етапах розробки ПЗ, і сприяє підвищенню точності оцінки на пізніх етапах розробки ПЗ, при аналізі завершеного проекту.

Чинниками, що впливають на точність оцінки вартості при використанні засобів на основі моделі СОСОМО або СОСОМО II, є: правильний вибір конкретної реалізації моделі СОСОМО; точність калібрування – відповідність установок вихідним даним. У зв'язку з цим, при застосуванні таких програмних засобів використовують персонал, який не має прямого відношення до процесів проектування і розробки ПЗ. Він формує специфікації проекту і параметри, необхідні для оцінки.

Ефективне застосування алгоритмічних моделей оцінки вартості ПЗ і заснованих на них засобах оцінки – їх спільне використання з неалгоритмічними методами оцінки. 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 дає можливість формувати власні бази характеристик реалізованих проектів, а також створювати звіти, які ілюструють процес розробки проекту, що значно знижує трудовитрати, пов'язані з підготовкою звітності.

В роботі програмний засіб *Costar* було використано з метою визначення вартості розробки програмного засобу конструювання ПЗ пультів інструкторів авіаційних тренажерів [6] на початкових етапах розробки. Результати оцінки: загальна вартість проекту склала \$ 1200, необхідні людські ресурси – 10.7, загальний час розробки – 10.5 людино-місяців. Аналізуючи результати дослідження можна зробити висновок, що реальна вартість розробки є значно вищою ніж представлена в результатах

експерименту. А тому залишається актуальним питання удосконалення методик та засобів оцінювання вартості розробки ПЗ.

Висновки. Беручи до уваги результати досліджень можна зробити висновок про те, що сучасний ринок програмних продуктів підданий величезній конкуренції. Тому розробка нових програмних продуктів повинна обов'язково супроводжуватися оцінкою не тільки їх якості, але і вартості розробки. Оцінка вартості ПЗ – складний процес, що вимагає глибоких теоретичних знань, практичного досвіду, відповідних інструментів. Вона повинна проводитися з метою визначення ресурсів, необхідних для розробки, верифікації та валідації програмного продукту, а також для виявлення невизначеності і ризику, пов'язаних з цією оцінкою.

Список використаної літератури

1. Wang Y. Software engineering foundations. A software science perspective / Y. Wang. – Auerbach Publications, 2008. – 1419 p.
2. Сидоров Н.А. Методы и средства оценки стоимости программного обеспечения / Н.А. Сидоров, Д.В. Баценко, Ю.Н. Василенко, Ю.В. Щебетин, Л.Н. Иванова // Проблемы системного подхода в экономике. – НАУ. – 2004. – № 7 – С. 113-118.
3. Сидоров Н.А. Модели, методы и средства оценки стоимости программного обеспечения / Н.А.Сидоров, Д.В. Баценко, Ю.Н. Василенко, Ю.В. Щебетин // Проблемы программирования. – НАНУ. – 2006. – №2. – С. 290-298.
4. Johnson K. Software cost estimation – Metrics and models / K. Johnson. – University of Calgary, 2001. – 115 pp.
5. Boehm V.W. The COCOMO 2.0 Software Cost Estimation Model / V.W. Boehm. – American Programmer, 2000. – 586 p.
6. Рябокiнь Ю.М. Доменна iнженерiя при створеннi програмного забезпечення пультiв iнструктора авiацiйних тренажерiв / Ю.М. Рябокiнь // Проблеми iнформатизацiї та управлiння, 2014. – № 4(48) . – С. 88-96.

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

РЯБОКОНЬ Ю.Н.

Национальный авиационный университет

Цель. Рассмотрение существующих проблем, возникающих при оценке стоимости программного проекта и выявления рисков на ранних этапах разработки; анализ и сравнение методов, моделей, программных инструментов для оценки стоимости программного обеспечения.

Методика. В статье используются методы системного анализа процессов создания программного обеспечения, методов и моделей определения стоимости программного обеспечения; сравнения программных средств оценки, основанных на моделях SLIM и COCOMO.

Результаты. На основе проведенного исследования раскрыто основное содержание процесса оценки стоимости разработки программного обеспечения.

Рассмотрены проблемы обеспечения точного оценивания рисков, выгод, убытков и стоимости проекта.

Научная новизна. Заключается как в способе постановки задач, так и в степени обоснования конечных результатов исследования.

Практическая значимость. Реализация основных возможностей оценки стоимости программного проекта на начальных этапах разработки.

Ключевые слова: *программное обеспечение, программный проект, управление программным проектом, оценка стоимости проекта, средства оценки.*

SOFTWARE COST ESTIMATION

RYABOKIN Y.

National Aviation University

Purpose. Consideration of the problems that arise when cost estimation of a software project and identify risks at an early stage of development; analysis and comparison of methods, models, software tools for cost estimation of software.

Methodology. In the article is used methods of system analysis of software development processes, of methods and models for determining the cost estimation of the software; comparison of software tools for estimates based on models SLIM and COCOMO.

Findings. On the basis of research is revealed the main content process of costs estimation of software development. The problems of ensuring the accurate estimation of risks, benefits, damages and the cost of the project are considered.

Originality. It consists in a method of setting a task, and in the degree of justification of outcomes research.

Practical value. Implementation of the main features of cost estimation of software project in the early stages of development.

Keywords: *software, software project, software project management, cost estimate of project, tools for software cost estimation.*