

## Аналіз методів оцінювання витрат на розроблення програмного забезпечення під час проєктування автоматизованих систем

*Ігор Чернозубкін*

*к.т.н, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук,  
ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», м. Київ, Україна,  
e-mail: igorch@krok.edu.ua,  
ORCID: 0000-0002-3243-4714*

*Володимир Троцько*

*к.військ.н., доцент кафедри комп'ютерних наук,  
ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», м. Київ, Україна,  
e-mail: trotskovv@krok.edu.ua,  
ORCID: 0000-0002-4656-06152*

Досвід реалізації проєктів з розроблення програмного забезпечення (ПЗ) автоматизованих (інформаційних) систем показав, що 66% з них закінчуються частковим або повним провалом. Тобто є такими, що вийшли за межі календарно-ресурсного плану, не відповідають поставленим завданням щодо функціоналу або якості. Подальше виконання 17% таких проєктів взагалі загрожує безпосередньо існуванню компанії розробника [1].

Основними проблемами такого становища є недостатні спроможності розробників для успішної реалізації проєктів, недосконалість визначення всіх можливих ризиків, зокрема фінансово-економічних, з урахуванням життєвого циклу (ЖЦ) ПЗ автоматизованих систем [2].

Відповідно до [3], [4] ЖЦ ПЗ включає типові стадії (етапи). Кожна зі стадій має конкретні цілі, згідно з реалізацією яких учасники проєкту з розроблення ПЗ можуть ухвалювати певні рішення, ґрунтуючись на ризиках, пов'язаних із витратами, графіком виконання робіт, функціональністю ПЗ тощо.

В описі стадій ЖЦ ПЗ нижче наведено типові стадії ЖЦ ПЗ, основні цілі кожної зі стадій, які використовуються для управління розробленням ПЗ протягом усього ЖЦ, у тому числі для оцінювання витрат (трудових, матеріальних, фінансових ресурсів) на кожній зі стадій.

Опис стадій ЖЦ ПЗ

### **Концепція (задум)**

Визначення потреб зацікавлених сторін.

Дослідження концепції побудови ПЗ.

Пропозиція раціональних рішень.

### **Розроблення (замовлення, постачання)**

Уточнення вимог.

Створення опису рішення (розроблення технічної документації).

Проектування архітектури ПЗ.

Перевірка і тестування.

Верифікація і валідація.

### **Експлуатація**

Упровадження ПЗ (прийняття та введення в експлуатування) та його

експлуатація для задоволення потреб користувачів.

### **Супроводження**

Забезпечення стійкого функціонування ПЗ.

Збереження, архівування або списання ПЗ.

Сумарні витрати інтелектуальної праці фахівців на розроблення та супроводження ПЗ – трудомісткість – характеризуються часом продуктивної праці певного числа фахівців, необхідним для розроблення (супроводження) ПЗ та його компонентів або виконання певних робіт на відповідній стадії ЖЦ. Ці витрати підлягають оцінюванню та мінімізації за умови забезпечення заданих функціональних характеристик ПЗ і його якості.

У галузі програмної інженерії є низка методів оцінювання зазначених вище витрат [5]–[9]. На основі аналізу зазначених методів, авторами запропоновано їх класифікацію, відповідно до якої вони поділені на емпіричні та аналітичні. Емпіричні методи базуються на емпіричних твердженнях, принципах, припущеннях, які сформовані на основі цілеспрямованого вивчення, спостереження за перебігом проєктів з розроблення ПЗ, вимірювання окремих його кількісних характеристик (показників), що стосуються вартості (трудомісткості). Аналітичні методи базуються на використанні аналітичних виразів (формул), аналітичних моделей, які описують залежність кількісних характеристик (показників) ПЗ і витрат на його розроблення (супроводження).

Відповідно до запропонованої авторами класифікації до емпіричних методів належать [5], [6]:

- метод експертних оцінок, у якому оцінювання вартості ПЗ здійснюється окремим спеціалістом (експертом) або групою експертів, що мають відповідний досвід та дані стосовно: попередніх подібних проєктів, спроможностей компаній-розробників, наукових досягнень та сфери застосування щодо ПЗ, використання декількох методів розрахунку вартості;

- метод аналогій, що передбачає проведення порівняння з аналогічними проєктами у галузі розроблення ПЗ. Результатом є скоригована величина вартості ПЗ-аналога на дату оцінювання ПЗ, що оцінюється з урахуванням кількісних і якісних відмінностей;

- оцінювання за Паркінсоном, метод, в основу якого покладено закон Паркінсона – об’єм роботи зростає тією мірою, якою необхідно, щоб зайняти час, виділений на її виконання. Згідно із цим законом зусилля, витрачені на роботу, розподіляються рівномірно за виділеним на проєкт часом. Критерієм для оцінювання витрат на ПЗ є людські ресурси, а не цільова оцінка самого програмного проєкту;

- метод Price-to-win, який базується на принципі “клієнт завжди правий”. Суть методу полягає в тому, що, незалежно від передбачуваних реальних витрат на розроблення проєкту, оцінка вартості ПЗ залежить від бюджету замовника, а не від функціональних характеристик ПЗ, що розробляється.

Аналітичними автори вважають такі методи [6]–[9]:

- дослідно-статистичний, що ґрунтується на використанні статистичних

звітних даних щодо трудомісткості (вартості) вже виконаних робіт. Аналізуючи звітні дані за досить тривалий період, встановлюють усереднені нормативи трудомісткості за групою однотипних розробок або конкретними роботами, що стосуються ПЗ, і вартість обчислюється за відповідними формулами і коефіцієнтами;

- калькуляційний – вартість визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат, що встановлюються на підприємстві з урахуванням вимог положень (стандартів) бухгалтерського обліку. У вартості робіт враховується також прибуток, адміністративні витрати та податки, збори, обов'язкові платежі, які встановлені чинним законодавством;

- оцінок розміру та складності ПЗ, які базуються на метриках розміру комп'ютерних програм та їхній складності. Серед таких метрик найбільш відомі: кількість рядків вихідного тексту програми SLOC (Source Lines of Code), кількість операторів програми (метрика Холстеда – HCM – Halsted Complexity Measures), функціональний розмір програми FSM (Function Size Measurement), цикломатична складність програми (метрика Маккейба) [9]. У подальшому розраховані показники (характеристики) перетворюються у трудомісткість (вартість);

- інтегральні, які базуються на комплексному застосуванні методів оцінювання вартості (трудомісткості) ПЗ. Найбільш відомими автори вважають метод Путнем, метод СОСОМО (Constructive Cost Model) та його модифікацію СОСОМО II. У методі Путнем вартість ПЗ оцінюється через обчислення з використанням функції Нордена-Релайха залежності обсягу (розміру) ПЗ, витрат на реалізацію проекту, тривалості проекту [6]. У методі СОСОМО II для обрахування вартості ПЗ комплексно використано методи SLOC, FSM та дані, зібрані по низці проектів (дослідно-статистичний метод) [8].

Результати аналізу сильних, слабких сторін та варіантів застосування окремих методів оцінювання вартості ПЗ відповідно до стадій ЖЦ включають – методи експертних оцінок, метод аналогій, оцінювання за Паркінсоном, метод Price-to-win, дослідно-статистичні методи, калькуляційний метод, методи оцінювання розміру та складності ПЗ, а також інтеграційні методи.

За думкою авторів, врахування результатів такого аналізу дозволяє покращити обґрунтованість можливих ризиків, зокрема фінансово-економічних, під час проектування автоматизованих систем, обрати раціональний метод оцінювання витрат на розроблення ПЗ з урахуванням його ЖЦ, знизити ризики невиконання проекту.

### **Список використаних джерел**

1. *The Standish Group. Sample Research. CHAOS Reports 2020. URL: [https://www.standishgroup.com/sample\\_research](https://www.standishgroup.com/sample_research).*
2. *Frank Faeth. IT Project Failure Rates: Facts and Reasons. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/project-failure-rates-facts-reasons-frank-faeth>.*
3. *Інженерія систем і програмного забезпечення. Керування життєвим циклом. Частина 3. Настанова щодо застосування ISO/IEC 12207 (Процеси життєвого циклу програмного за-*

- безпечення): ДСТУ ISO/IEC TR 24748-3: 2016. Київ. ДП “УкрНДНЦ”. 2018. 91 с.
4. Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу систем. ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15288:2016. Київ. ДП “УкрНДНЦ”. 2018. 90 с.
  5. Кожевніков І. Г. Емпіричні моделі оцінки вартості розробки програмного забезпечення. Економічний простір. 2014. №83. С. 195–208. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecpros\\_2014\\_83\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecpros_2014_83_22).
  6. Рябокінь Ю. М. Оцінка вартості програмного забезпечення. Вісник Київського нац. ун-ту технологій та дизайну. Серія: Технічні науки. 2015. № 1. С. 117–124. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutdn\\_2015\\_1\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutdn_2015_1_18).
  7. Андон П. І., Ігнатенко П. П., Сініцин І. П., Слабостицька О. О. Методичні основи оцінювання витрат на розроблення та супровід прикладного програмного забезпечення комп'ютерних систем. Проблеми програмування. 2016. № 2–3 (спец. вип.). С. 264–273. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Progr\\_2016\\_2-3\(spets\)](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Progr_2016_2-3(spets)).
  8. COSOMO® II. Офіційний сайт Центру системної та програмної інженерії Університету Південної Каліфорнії. URL: <http://csse.usc.edu/csse/>.
  9. Information technology – Software measurement – Functional size measurement Part 1: Definition of concepts ISO/IEC 14143-1:2007. URL: <https://www.iso.org/standard/38931.html>.