УДК 004.02:005.93

В.А. БЕЙНИК, Л.Ю. ДЕЙНЕГА
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИ ОЦІНКИ БЮДЖЕТУ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Програмне забезпечення в наш час використовується в усіх сферах діяльності людини та є критично важливим для багатьох галузей. Розроблення програмного забезпечення є складним і ресурсозатратним процесом, у команді розробників може бути декілька десятків працівників. Також існує багато ризиків під час розроблення програм, наприклад, неузгодженість між замовником і розробниками, зайві витрати ресурсів на виправлення помилок і перевищення доступного часу на дотримання вимог проєкту та бюджету розробки, а в результаті – зрив розробки та навіть закриття проєкту.

Для уникнення найгірших сценаріїв під час розроблення програмного забезпечення існують і постійно вдосконалюються різні методи оцінювання бюджету розробки програми. Вони базуються на різних концепціях та ідеях, ураховують різноманітні аспекти та параметри проєкту. У роботі проаналізовано поширені методи оцінювання, досліджено переваги й недоліки їх практичного використання.

Після проведеного аналізу було розроблено програмний продукт для розрахунку вартості розроблення програми, у якому використано метод параметричного оцінювання з евристичними коефіцієнтами. Параметричний метод ураховує кожен параметр проєкту, як-от етапи розроблення, команда розробників, час для розроблення кожного етапу завдання, наявність запасу бюджету розроблення для запобігання вичерпанню бюджету за виникнення непередбачуваних ситуацій, як-от несправність техніки чи залучення додаткових розробників. Використання евристичних коефіцієнтів додає реалістичності в розрахунки завдяки введеним коефіцієнтам продуктивності розробників і складності етапів розроблення програмного забезпечення.

У результаті використання цього методу та досвіду розроблення з попередніх проєктів для визначення складності етапів і продуктивності розробників залежно від їхнього досвіду було отримано якісні розрахунки можливої вартості розроблення програмного забезпечення. Результати відображаються графіком і зберігаються в текстовому файлі для більш детального аналізу вартості кожного визначеного етапу проєкту розробки програмного забезпечення.

Ключові слова: *методи оцінювання вартості розробки, етапи розробки, бюджет розробки, програмне забезпечення, складність розробки.*

V.A. BEINYK, L.YU. DEINEHA
National University Zaporizhzhia Polytechnic

METHODS OF ESTIMATING THE SOFTWARE DEVELOPMENT BUDGET

Software is currently used in all areas of human activity and is critical for many industries. Software development is a complex and resource-intensive process, the development team can have several dozen employees. There are also many risks during program development, such as inconvenience between the customer and developers, unnecessary expenditure of resources on fixing errors and exceeding the available time to meet the project requirements and the development budget, and as a result – the development failure and even the closure of the project.

To avoid the worst-case scenarios in software development, various methods for estimating the development budget are continuously improved. These methods are based on different concepts and ideas, taking into account various aspects and parameters of the project. The paper analyzes existing estimating methods and examines the advantages and disadvantages of their practical use.

After the analysis, a software product was developed for calculating the cost of program development, which used the parametric evaluation method with the heuristic coefficients. The parametric method takes into account each project parameter, such as development stages, development team, time for development of each stage of the task, availability of a development budget margin, to prevent budget exhaustion in case of unforeseen situations, such as equipment failure or involvement of additional developers. The use of the heuristic coefficients adds realism to the calculations due to the introduced coefficients of developer productivity and the complexity of the stages of software development.

As a result of using this method and development experience from previous projects to determine the complexity of the stages and the productivity of developers depending on their experience qualitative calculations of the possible cost of software development were obtained. The results are displayed in the form of a graph and saved in a text file for a more detailed analysis of the cost of each specified stage of the software development project.

Key words: *development cost estimation methods, development stages, development budget, software, development complexity.*

https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2025-8-1-3

Постановка проблеми

Розроблення програмного забезпечення є однією з найважливіших галузей у сучасному світі, яка активно впливає на всі сфери суспільного життя. Процес створення програмних продуктів є досить складним і охоплює значну кількість етапів, кожен із яких потребує фінансових, людських і технічних ресурсів. Успішне виконання проєкту безпосередньо залежить від коректного планування бюджету розробки, що передбачає точне оцінювання витрат на всіх етапах життєвого циклу програмного забезпечення – від збору вимог до впровадження та підтримки застосунку.

Оцінювання бюджету розроблення програмного продукту є комплексним завданням, яке передбачає проведення аналізу великої кількості чинників і ризиків, як-от обсяг і складність функціоналу розроблюваної програми, кваліфікація команди розробників, використання сучасних технологій і методологій створення коду. Неправильне прогнозування витрат може призвести до значних перевищень виділеного бюджету, затримок у виконанні етапів розробки, втрати якості продукту або, у найбільш негативних випадках, навіть до закриття проєкту. У таких умовах особливо актуальним стає питання автоматизації та підвищення точності процесу оцінювання бюджету.

Програмне забезпечення, призначене для оцінювання бюджету програмних продуктів, є не лише інструментом полегшення планування, а й способом мінімізації ризиків. Для створення такого застосунку важливо дослідити сучасні методи оцінювання бюджету розробки програмного забезпечення, вивчити актуальні підходи до створення інструментів для автоматизації цього процесу, а також проаналізувати їхній вплив на ефективність управління проєктами.

Застосування програмних рішень для бюджетного планування є особливо важливим у великих і середніх компаніях, де керівництво повинно опрацьовувати десятки проєктів водночас. Інструменти автоматизації не лише полегшують розрахунки, а й дозволяють зосередитися на ухваленні стратегічних рішень для визначення бюджету розроблення програмного забезпечення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Правильна оцінка бюджету розроблення програмного продукту є критично важливим етапом у процесі управління проєктами. Її значення полягає в кількох ключових аспектах, які безпосередньо впливають на успішність проєкту, його економічну ефективність і відповідність очікуванням зацікавлених сторін [1; 2]. Перелік аспектів, що впливають на успішність розробки:

– прогнозування витрат коштів і ресурсів;
– управління очікуваннями зацікавлених сторін;
– мінімізація ризиків;
– оптимізація ресурсів і витрат;
– планування часу й дотримання строків;
– підвищення конкурентоспроможності;
– забезпечення контролю за витратами;
– забезпечення фінансової стабільності проєкту розробки програми.

Процес оцінювання витрат на розроблення програмного забезпечення складається з кількох ключових етапів, кожен із яких забезпечує важливу інформацію для формування загальної картини вартості проєкту [1].

Етап 1. Аналіз вимог замовника та специфікацій проєкту.
Етап 2. Оцінювання людських ресурсів команди розробників.
Етап 3. Оцінювання вартості обладнання та програмного забезпечення.
Етап 4. Аналіз ризиків.
Етап 5. Формування кошторису розробки проєкту.

Зазвичай розподіл бюджету розробки програмного забезпечення відбувається таким чином:

– планування, проєктування та прототипування: 5–10%;
– розвиток: 30–50%;

https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2025-8-1-3

– тестування: 15–20% (до 35% для складних або регламентованих програмних проєктів);

– управління проєктами: 5–20%;

– документація: 10–25% (до 30% для регульованого середовища);

– технічне обслуговування та підтримка: до 90% від загальної вартості володіння (після випуску) [3].

Найпоширеніші проблеми в оцінюванні вартості розробки проєкту:

– відсутність часу, достатнього для виправлення всіх помилок у коді проєкту;

– недостатнє спілкування із замовником та командою розробників;

– недооцінення важливості тестування та забезпечення якості програми [4].

Існує кілька моделей оцінювання витрат, які використовуються для розрахунку вартості розроблення програмного забезпечення. Найбільш популярні з них містять техніку емпіричної оцінки, евристичну техніку та методику аналітичних оцінок [5].

Правильне оцінювання дозволяє не лише планувати бюджет, але й визначати терміни, ресурси та ризики проєкту. Існує кілька методів оцінювання, кожен із яких має свої переваги та недоліки [6]. Нижче розглянуті основні методи оцінювання вартості бюджету розробки програмного забезпечення.

1. Оцінювання за аналогією

Оцінювання за аналогією полягає в порівнянні вартості розроблення подібних проєктів, які вже були виконані раніше [6]. Основна мета цього методу – знайти проєкти, які максимально відповідають новому проєкту, і використати їхні дані для прогнозування витрат.

Переваги методу:

– якщо є доступ до подібних проєктів, які вже виконано, то цей метод буде більш легким у виконанні;

– швидкий, порівняно з іншими методами, не потребує великих знань про етапи проєкту;

– зменшення ризиків завдяки врахуванню досвіду інших компаній [7].

Недоліки методу:

– неточність оцінки, якщо немає подібного виконаного проєкту для аналогії. Якщо проводити розрахунки на основі даних, що не відповідають поточному проєкту, може знадобитися додаткова робота для збору даних із минулих проєктів;

– отримання детальної інформації від конкурентів може бути проблематичним і порушити конфіденційність даних;

– можливі високі витрати на збір детальної та релевантної інформації [7];

– на точність методу можуть вплинути зміни на ринку та розвиток технологій [8].

2. Оцінювання знизу вгору

Метод оцінювання знизу вгору передбачає розбиття проєкту на окремі завдання та підзавдання, що дозволяє детально оцінити кожен компонент [9].

Переваги методу:

– забезпечує більш точну оцінку вартості, ніж інші методи, адже детально розглядає всі аспекти проєкту;

– гнучкий метод, який дозволяє групі розробників вирішувати, наскільки точна чи детальна оцінка їм потрібна;

– може забезпечити високу точність, що може допомогти керівнику проєкту з раннім ухваленням проєктних рішень.

Недоліки методу:

– залежно від рівня деталізації, який необхідний, цей метод може потребувати багато часу та значних ресурсів;

– оцінка може змінюватися залежно від того, наскільки песимістичним чи оптимістичним хоче бути оцінювач, оскільки запаси бюджету, додані для кожного елементу, можуть суттєво вплинути на загальну суму.

3. Метод оцінювання та перегляду проєкту (трибальні оцінки)

Метод оцінювання та перегляду проєкту передбачає використання трьох оцінок для кожного завдання: «найкращий сценарій», «найгірший сценарій» і «найімовірніший сценарій» [6].

https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2025-8-1-3

Переваги методу:

– ураховує невизначеність шляхом розгляду кількох можливих сценаріїв;

– надає більш детальну оцінку, ніж метод з одним параметром.

Недоліки методу:

– потребує більше вхідних даних, які може бути важко точно зібрати;

– остаточна оцінка все ще є середньою, яка може не повністю відображати складність проєкту.

4. Метод параметричного оцінювання

Параметричне оцінювання базується на статистичних або математичних моделях, що враховують різні чинники, які впливають на вартість проєкту [6; 7].

Переваги методу:

– можна використовувати для порівняння різних підходів до одного проєкту;

– може надати більш точну оцінку вартості розробки програмного забезпечення, ніж метод оцінювання за аналогією.

Недоліки методу:

– для складних проєктів може бути надто неточним і може не враховувати повний обсяг проєкту;

– якщо немає точного визначення обсягу робіт, то оціночна вартість буде неточною.

5. Аналіз «що-якщо»

Аналіз «що-якщо» стосується вивчення різних сценаріїв і оцінювання потенційного впливу змін на обсяг і вартість проєкту [6].

6. Метод експертної оцінки

Експертне оцінювання є простою технікою, що потребує мінімальних витрат часу і зусиль. Воно особливо корисне, коли інформація про проєкт є обмеженою [10].

Переваги методу:

– метод може бути дуже точним, якщо експерт має великий досвід роботи з подібними проєктами;

– швидке впровадження та реалізація, оскільки не потребує складних обчислень або трудомісткого збору даних [11].

Недоліки методу:

– дуже суб’єктивна оцінка, яка залежить від досвіду та знань експерта;

– метод схильний до упереджень, як-от упередження оптимізму, коли експерт недооцінює необхідний час.

7. Оцінювання вартості ІТ-проєкту на основі нейромереж

Цей метод передбачає застосування штучного інтелекту для прогнозування ресурсів, часу та фінансових витрат, необхідних для успішної реалізації проєкту. Використання нейромереж дозволяє автоматизувати та покращити точність процесу оцінювання, а також ураховувати велику кількість чинників, які можуть впливати на вартість проєкту.

Переваги використання нейромереж для оцінювання вартості ІТ-проєкту:

– нейромережі можуть ураховувати велику кількість параметрів, що покращує точність оцінок;

– процес оцінювання стає автоматизованим, що ефективно використовує ресурс;

– модель може змінюватися відповідно до змін у проєкті та нових даних;

– нейромережі можуть швидко генерувати прогнози, що дозволяє прискорити процес планування.

Недоліки методу:

– навчання моделі потребує значної кількості історичних даних;

– налаштування нейромережі може бути трудомістким процесом;

– непередбачуваність: прогнози не завжди можуть бути пояснені [7].

https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2025-8-1-3

Мета дослідження

Основною метою роботи є дослідження сучасних методів оцінювання бюджету розроблення програмного забезпечення (далі – ПЗ), застосування актуальних підходів до створення інструментів для автоматизації цього процесу, а також проведення аналізу впливу реалізованих методів на ефективність управління проєктами.

У межах статті розглянуто ключові проблеми стосовно оцінювання бюджету, їх можливі рішення, а також обґрунтовано значення впровадження спеціалізованих програмних рішень для підвищення точності прогнозування витрат на розроблення ПЗ.

Виклад основного матеріалу дослідження

Для оцінювання бюджету розробки програмного продукту були вибрані метод параметричного оцінювання і евристична техніка. Кожен із них має свої переваги, які роблять їх ефективними в контексті розробки ПЗ.

Параметричне оцінювання дозволяє отримати точніші результати, оскільки спирається на історичні дані та статистичні моделі, що враховують різноманітні чинники, які впливають на витрати. Оцінювання базується на емпіричних даних із попередніх проєктів, що робить його більш обґрунтованим і надійним. Це дозволяє знизити ризик помилок у плануванні бюджету. Метод дозволяє легко масштабувати оцінки залежно від обсягу роботи, що дуже зручно для великих проєктів, де зміни можуть суттєво впливати на загальний бюджет. Оскільки цей метод передбачає чітке визначення параметрів і їхніх взаємозв'язків, це дозволяє легко візуалізувати та пояснити оцінки для зацікавлених сторін. Завдяки детальному аналізу чинників, що впливають на витрати, метод може допомогти виявити потенційні ризики та проблеми на ранніх етапах проєкту.

Найбільш важливими та критичними для розробки проєкту є такі ризики: недотримання стратегії розробки ПЗ, неадекватний вибір стратегії розробки ПЗ, неефективний менеджмент проєктів, неадекватний менеджмент змін під час розроблення ПЗ, недостатній супровід з боку менеджерів, неадекватний фінансовий менеджмент, неадекватний реінжиніринг бізнес-проєктів, непередбачена технічна складність, неадекватний менеджмент існуючих систем, невиявлення вразливостей безпеки ПЗ [12].

Евристична техніка дозволяє швидко отримувати оцінки, що особливо важливо в умовах обмеженого часу на підготовку проєкту. Цей підхід може бути адаптований до різних умов і специфікацій проєкту, що робить його універсальним інструментом для оцінювання. Оскільки евристичні оцінки зазвичай ґрунтуються на знаннях і досвіді фахівців, це дозволяє врахувати неформальні, але важливі аспекти проєкту, які можуть бути проігноровані в більш формальних методах. Евристична техніка не потребує значних обчислень і складних моделей, що робить її доступною для команд з обмеженими ресурсами. У разі, коли традиційні методи не можуть дати чіткої відповіді через нестандартні вимоги або умови, евристичні підходи можуть забезпечити раціональні рішення.

Поєднання методу параметричного оцінювання з евристичними коефіцієнтами дозволяє зробити оцінку вартості розробки ПЗ більш гнучкою та точною, адаптує її під специфіку конкретного проєкту. У такому разі формула має вигляд:

$$C = \sum_{i=1}^{n} P_i * K_i , \tag{1}$$

де C – розрахована вартість розробки програмного забезпечення, P (i) – параметри розробки, K (i) – евристичні коефіцієнти, що впливають на розробку програми.

Для практичного використання запропонованої комбінації методів оцінювання бюджету було створено програмний продукт зі зручним інтерфейсом користувача. Для розробки цієї програми вибрана мова Python та її бібліотеки, які забезпечують високу продуктивність, широкий набір готових рішень для математичних обчислень і візуалізації даних, гнучкість для розширення функціональності й інтеграції нових можливостей. Це дозволяє ефективно реалізувати алгоритми оцінювання бюджету та забезпечити інтерактивність роботи із програмою.

Програмне забезпечення для оцінювання вартості розроблення ПЗ має особливості та переваги.

https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2025-8-1-3

Архітектура програми реалізована у вигляді декількох рівнів (рівень даних, рівень бізнес-логіки, рівень представлення). Це полегшує підтримку програми та забезпечує її стійкість до помилок. Розроблена архітектура програми відповідає вимогам зручності, ефективності та надійності. Модульність, гнучкість і використання сучасних інструментів роблять програму масштабованою та готовою до подальшого розвитку. Такий підхід забезпечує якісне виконання поставлених завдань і сприяє досягненню мети проєкту – створення інструменту для точного та швидкого оцінювання бюджету розробки програмного продукту.

У програмі реалізовано простий і зрозумілий графічний інтерфейс користувача, що дозволяє мінімізувати час навчання користувачів і знижує ймовірність помилок під час уведення даних. Виведення результатів у вигляді діаграм і графіків полегшує аналіз інформації.

Для розроблення програмного застосунку було використано імперативний підхід програмування з використанням методів. Такий покроковий підхід дозволяє розділити програму на модулі та змінювати їх без впливу на інші блоки програмного коду. Для оцінювання та розрахунку бюджету розроблення програмного продукту було використано методи параметричного оцінювання проєкту, що базується на розділенні розробки на етапи та розробників, що мають свою вартість та зарплату, а потім, зважаючи на попередній досвід розробки, надаються евристичні коефіцієнти складності та продуктивності роботи над розробленням програмного забезпечення.

Для функціонування програмного забезпечення було розроблено програмні алгоритми:

– зчитування і обробка даних із JSON файлів;

– автоматичне оновлення списку розробників залежно від вибраного етапу розробки;

– вибір необхідного етапу розробки та видалення зайвого етапу розробки;

– розрахунок вартості бюджету розробки програмного забезпечення;

– виведення результатів розрахунків на форму графічного інтерфейсу користувача;

– збереження в текстовий файл результатів розрахунку бюджету розробки проєкту.

Для реалізації програмного забезпечення було розроблено методи, що містять параметри та функціонал, необхідний для роботи програми.

Метод update_developer_combobox автоматично оновлює список розробників на формі графічного інтерфейсу, відповідно до вибраного етапу розробки проєкту. Параметр методу – selected_stage (вибраний користувачем етап розробки).

Метод select_values додає до списку етапів розробки програмного забезпечення етап, вибраний користувачем зі списку етапів розробки.

Метод delete_select_values видаляє вибраний користувачем етап розробки зі списку.

Метод calculation_cost_development розраховує вартість розробки програмного забезпечення за допомогою даних про етапи розроблення та розробників, тривалість проєкту та ризики проєкту розробки.

Метод show_cost_development відображає результати розрахунків бюджету розробки програмного забезпечення в текстовому полі графічного інтерфейсу користувача. Параметри методу – selected_stages (вибрані етапи розробки), stage_costs (вартість етапу розробки), result_time (час розробки проєкту), result_stage_cost (вартість проєкту без запасу бюджету), budget_reserve_cost (запас бюджету розробки), result_cost (загальна вартість розробки програмного забезпечення).

Метод save_cost_development зберігає результати розрахунків бюджету розробки програмного забезпечення в текстовому файлі. Параметри методу – filename (назва текстового файлу для збереження результатів розрахунку вартості розробки), selected_stages (вибрані етапи розробки), stage_costs (вартість етапів розробки), stage_developers (розробники, вибрані для кожного етапу розробки), result_time (час розробки проєкту), result_stage_cost (вартість проєкту без запасу бюджету), budget_reserve_cost (запас бюджету розробки), result_cost (загальна вартість розроблення програмного забезпечення).

Розроблений застосунок для оцінювання бюджету розробки програмного продукту дозволяє вибрати необхідну кількість етапів розроблення проєкту (базові етапи розробки є обов’язковими до вибору) та розробників для кожного етапу розробки ПЗ. Після вибору етапів

https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2025-8-1-3

і розробників користувач може вибрати відсоток запасу бюджету для врахування непередбачуваних подій під час розроблення.

Вибір необхідних етапів і параметрів є важливим для методу параметричного оцінювання, що використовується для розрахунку вартості розроблення програмного забезпечення. Адже він ураховує параметри кожного етапу розроблення (час, вартість), кожного розробника (досвід і зарплата). Також ураховується наявність чи відсутність запасу бюджету проєкту розробки.

Для більш реалістичного та детального розрахунку вартості в розрахунках також задіяно евристичну техніку, що передбачає введення коефіцієнтів для параметрів, як-от: коефіцієнт складності етапу та коефіцієнт продуктивності розробника (залежить від його досвіду).

Формула розрахунку вартості розробки етапу проєкту (cost):

$$cost = days * developer\,(salary) * complexity * productivity\,, \tag{2}$$

де days – це кількість днів, необхідних для розроблення етапу, developer(salary) – це зарплата розробника за день, complexity – це евристичний коефіцієнт складності етапу, productivity – евристичний коефіцієнт продуктивності працівника (що менший, то краща продуктивність).

Після розрахунку вартості всіх етапів розробки йде розрахунок загальної вартості розроблення програмного забезпечення (вони всі додаються). Далі розраховується вартість розробки з урахуванням запасу бюджету, якщо він визначений:

$$cost\,(result) = cost\,(stages) + cost\,(stages) * \left(\frac{budget\,(reserve)}{} 100 \right), \tag{3}$$

де cost(stages) – це вартість усіх етапів розробки, budget(reserve) – це відсоток від вартості для запасу бюджету розробки програмного забезпечення.

Результат розрахунків відображається у графічному вигляді та виводиться в текстове поле на формі графічного інтерфейсу користувача. Також створюється текстовий файл з інформацією про розрахунки бюджету розроблення програмного забезпечення.

Графічний результат розрахунку вартості розробки програмного забезпечення для тестових вхідних даних зображено на рисунку 1.

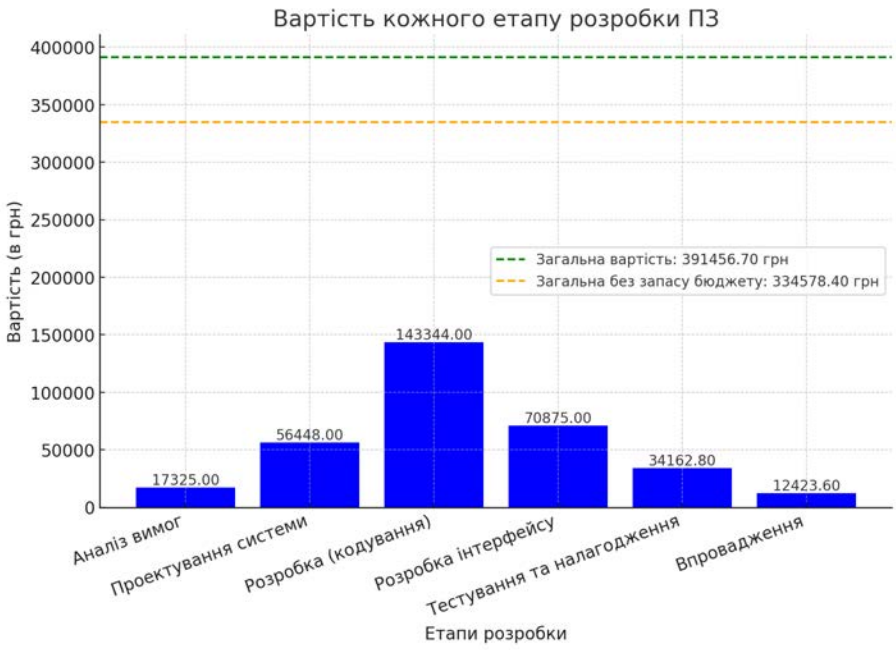

Рис. 1. Графічний результат розрахунку вартості розробки програмного забезпечення

https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2025-8-1-3

На рисунку 1 зображено кожен вибраний етап розробки з розрахунком його вартості у вигляді стовпцевої діаграми. Також там зображено дві пунктирні лінії, зелена лінія – це загальна вартість розроблення програмного забезпечення з урахуванням запасу бюджету, жовта лінія – вартість без запасу бюджету проєкту розробки програми.

Висновки

Під час дослідження було розглянуто методи оцінювання вартості розробки проєктів, запропоновано для практичного використання та програмно реалізовано ефективну комбінацію методу параметричного оцінювання та евристичної техніки для розрахунку вартості розробки програмного продукту.

Розроблене програмне забезпечення використовує мову програмування Python і бібліотеку tkinter для реалізації графічного інтерфейсу користувача, а також бібліотеки Matplotlib для створення діаграм і графічних відображень результатів розрахунків.

Завдяки методу параметричного оцінювання вдалось ефективно оцінити кожен етап розроблення програмного забезпечення. Параметричне оцінювання надало точні результати, оскільки враховувало різноманітні фактори (етапи та розробників), які вплинули на витрати з розробки. Оцінка базується на емпіричних даних із попередніх проєктів, що робить її більш обґрунтованою і надійною. Це дозволяє знизити ризик помилок у плануванні бюджету. Також цей спосіб дозволяє легко масштабувати оцінки залежно від обсягу роботи, тобто можна додавати нові параметри, які не впливатимуть на попередні чинники, які вже відомі у проєкті. Оскільки цей метод передбачає чітке визначення параметрів і їхніх взаємозв'язків, це дозволяє легко візуалізувати його результати графічно на інтерфейсі користувача.

Для більш реалістичного розрахунку було використано евристичну техніку, а саме – додано евристичні коефіцієнти для позначення складності етапу та продуктивності розробників. Що дозволило врахувати фактор досвіду розробників і досвід розроблення етапів на основі попередніх проєктів. Ці фактори відображають реальний розвиток проєкту під час розроблення програмного забезпечення.

Розроблене програмне забезпечення дає змогу точно та швидко оцінювати бюджет розробки, що є важливим для управління ресурсами та планування в рамках розроблення програмних продуктів. Це програмне рішення, завдяки застосуванню комбінації методу параметричного оцінювання та евристичної техніки, значно полегшує процес оцінювання витрат на розроблення програмного продукту та може бути використане як інструмент для підтримки ухвалення рішень на етапах планування та моніторингу розроблення ПЗ.

Список використаної літератури

1. Żurawiecki J. Software project budgets: a comprehensive guide for Agile PMs. URL: https://appfire.com/resources/blog/agile-pm-software-budget-guide (дата звернення: 10.02.2025).
2. Поважний О.С., Латишева О.В., Мойсеєнко К.Є., Чуприна Ю.В. Особливості управління проєктними витратами. *Економічний вісник Донбасу*. 2023. № 1 (71). С. 4–10. https://doi.org/10.12958/1817-3772-2023-1(71)-4-10.
3. Fekonja A., Škufca J. How to Estimate the Costs of Software Development Projects. URL: https://biosistemika.com/blog/estimate-costs-of-software-development-projects/ (дата звернення: 21.01.2025).
4. Andrew M. How to Estimate Software Development: Factors, Roadblocks, and Success Tips. URL: https://qarea.com/blog/a-short-guide-to-project-cost-estimation-in-software-development-outsourcing (дата звернення: 12.02.2025).
5. Оцінка вартості програмного забезпечення: як спланувати бюджет розробки програмного забезпечення? URL: https://it-ease.com/novini-partneriv/ocinka-vartosti-programnogo-zabezpechennya-yak-splanuvati-bjudzhet-rozrobki-programnogo-zabezpechennya/ (дата звернення: 10.02.2025).

https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2025-8-1-3

6. Oladele A. How to Estimate Software Development Project: Top 7 Techniques. URL: https://www.velvetech.com/blog/how-to-estimate-software-development-project/ (дата звернення: 12.02.2025).
7. Інформаційно-комунікаційні технології управління сталим розвитком економіки України : колективна монографія / за ред. А.В. Череп та ін. Запоріжжя : видавець ФОП Мокшанов В.В., 2024. 266 с. https://doi.org/10.5281/zenodo.14229515.
8. Kosmowski B. 6 Steps to Accurately Estimate Software Development Costs. URL: https://www.softkraft.co/software-development-cost-estimation/ (дата звернення: 14.02.2025).
9. Shekhar S., Kumar U. Review of various software cost estimation techniques. *International Journal of Computer Applications*. 2016. № 141 (11). P. 31–34.
10. Олексієнко Р.Ю., Донець А.О. Місце експертної оцінки у прийнятті управлінських рішень. *Економіка і суспільство.* 2021. № 26. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-59.
11. Mahalias I. How to Estimate Software Development Time. URL: https://www.planeks.net/how-to-estimate-software-development-time/ (дата звернення: 14.02.2025).
12. Коваленко О.В. Методи якісного аналізу та кількісної оцінки ризиків розробки програмного забезпечення. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2018. Вип. 3 (49). С. 117–121.

References

1. Żurawiecki, J. (2024) Software project budgets: a comprehensive guide for Agile PMs. Retrieved from: https://appfire.com/resources/blog/agile-pm-software-budget-guide [in English].
2. Povazhnyi, O., Latysheva, O., Moiseienko, K., & Chupryna Yu. (2023) Osoblyvosti upravlinnia proiektnymy vytratamy [Peculiarities of Project Cost Management]. *Ekonomichnyi visnyk donbasu*. 1 (71). 4–10. https://doi.org/10.12958/1817-3772-2023-1(71)-4-10 [in Ukrainian].
3. Fekonja, A., & Skufca, J. (2025). How to Estimate the Costs of Software Development Projects. Retrieved from: https://biosistemika.com/blog/estimate-costs-of-software-development-projects/ [in English].
4. Andrew, M. (2024) How to Estimate Software Development: Factors, Roadblocks, and Success Tips. Retrieved from: https://qarea.com/blog/a-short-guide-to-project-cost-estimation-in-software-development-outsourcing [in English].
5. Otsinka vartosti prohramnoho zabezpechennia: yak splanuvaty biudzhet rozrobky prohramnoho zabezpechennia? [Software Cost Estimating: How to Plan a Software Development Budget?] Retrieved from: https://it-ease.com/novini-partneriv/ocinka-vartosti-programnogo-zabezpechennya-yak-splanuvati-bjudzhet-rozrobki-programnogo-zabezpechennya/ [in Ukrainian].
6. Oladele, O. (2023) How to Estimate Software Development Project: Top 7 Techniques. Retrieved from: https://www.velvetech.com/blog/how-to-estimate-software-development-project/ [in English].
7. Cherep, A.V., Dashko, I.M., & Ohrenych, Yu.O. (2024). Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii upravlinnia stalym rozvytkom ekonomiky Ukrainy [Information and communication technologies for managing the sustainable development of the economy of Ukraine]. (2024). Zaporizhzhia: Mokshanov V.V. 266. https://doi.org/10.5281/zenodo.14229515 [in Ukrainian].
8. Kosmowski, B. (2024). 6 Steps to Accurately Estimate Software Development Costs. Retrieved from: https://www.softkraft.co/software-development-cost-estimation/ [in English].
9. Shekhar, S., & Kumar, U. (2016). Review of various software cost estimation techniques. *International Journal of Computer Applications*. 141 (11). 31–34 [in English].
10. Oleksiienko, R.Iu., & Donets, A.O. (2021) Mistse ekspertnoi otsinky u pryiniatti upravlinskykh rishen [The place of expert assessment in making management decisions]. *Ekonomika i suspilstvo*. 26. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-59 [in Ukrainian].

11. Mahalias, I. (2024). How to Estimate Software Development Time. Retrieved from: https://www.planeks.net/how-to-estimate-software-development-time/ [in English].
12. Kovalenko, O.V. (2018). Metody yakisnoho analizu ta kilkisnoi otsinky ryzykiv rozrobky prohramnoho zabezpechenia [Methods of qualitative analysis and quantitative assessment of software development risks]. *Control, navigation and communication systems*, 3 (49). 117–121 [in Ukrainian].

Бейник Владислав Анатолійович – студент кафедри програмних засобів Національного університету «Запорізька політехніка». E-mail: vladislavbejnik777@gmail.com, ORCID: 0009-0001-6213-0885.

Дейнега Лариса Юріївна – старший викладач кафедри програмних засобів Національного університету «Запорізька політехніка». E-mail: deynega.larisa@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0304-4327.

Beinyk Vladyslav Anatoliiovych – Student at the Software Tools Department of the National University Zaporizhzhia Polytechnic. E-mail: vladislavbejnik777@gmail.com, ORCID: 0009-0001-6213-0885.

Deineha Larysa Yuriivna – Senior Lecturer at the Software Tools Department of the National University Zaporizhzhia Polytechnic. E-mail: deynega.larisa@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0304-4327.

https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2025-8-1-3