

ФРЕЙМОВА МОДЕЛЬ ЗНАНЬ ДЛЯ НЕЧІТКОГО АНАЛІЗУ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТОЧОК У СУЧАСНІЙ РОЗРОБЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ SAAS ТЕХНОЛОГІЙ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Точне оцінювання зусиль у розробці програмного забезпечення є критичним фактором успішного управління проектами. Традиційний метод аналізу функціональних точок (Function Point Analysis, FPA) залишається важливим інструментом для вимірювання розміру програмних систем, проте він не враховує сучасні виклики, такі як гнучка розробка (Agile), DevOps, автоматизація CI/CD, мікросервісна архітектура та використання хмарних платформ для реалізації функціоналу.

У даній роботі пропонується фреймова модель знань, яка інтегрує нечіткий аналіз функціональних точок (Fuzzy FPA), дозволяючи адаптивно оцінювати складність програмних рішень та вартість сервісів. Використання фреймів як структури збереження та обробки вимог забезпечує динамічну генерацію специфікацій, автоматизований розрахунок функціональних точок та можливість гнучкого коригування оцінок залежно від факторів та стадій проекту.

Ключові слова: фреймова модель, аналіз функціональних точок, нечіткий FPA, SaaS, PaaS, оцінювання зусиль, DevOps, гнучка розробка, CI/CD, хмарні обчислення, мікросервісна архітектура, автоматизація оцінювання, управління програмними проектами.

Abstract

Accurate software development effort estimation is a critical factor in successful project management. The traditional Function Point Analysis (FPA) method remains a key tool for measuring software system size, but it does not account for modern challenges such as Agile development, DevOps, CI/CD automation, microservices architecture, and utilizing of the cloud platform for functional delivery.

This paper proposes a frame-based knowledge model that integrates fuzzy Function Point Analysis (Fuzzy FPA) to enable adaptive complexity assessment of software solutions and efforts estimation. Using frames as a structure for storing and processing requirements ensures dynamic specification generation, automated function point calculation, and flexible adjustment of estimates based on project-specific factors.

Keywords: frame-based model, function point analysis, fuzzy FPA, SaaS, PaaS, effort estimation, DevOps, Agile development, CI/CD, cloud computing, microservices architecture, automated estimation, software project management.

Вступ

Оцінювання зусиль для реалізації програмного функціоналу є важливим завданням у сфері управління IT-проектами, оскільки впливає на бюджетування, планування ресурсів та терміни виконання [1]. Аналіз функціональних точок (Function Point Analysis, FPA) є одним із найпоширеніших підходів для визначення складності та обсягу роботи, необхідного для розробки програмних систем [2]. Однак традиційна методологія FPA має низку обмежень, що знижують її ефективність у сучасних умовах, зокрема, при використанні готових платформ (SaaS/PaaS) для реалізації функціональних вимог [1,3].

Основними проблемними аспектами є:

- Нечіткість вимог на ранніх етапах. У сучасних проєктах часто спостерігається відсутність детальних вимог на початкових фазах. Гнучкі методології розробки, такі як Agile, передбачають поступове уточнення функціоналу, що ускладнює застосування традиційного FPA.
- Надмірні витрати зусиль на експертну оцінку. Точне оцінювання складності програмного забезпечення вимагає залучення висококваліфікованих експертів, що не завжди є виправданим з точки зору витрат і часу.
- Нехтування фактором використання готових платформ. У сучасній практиці багато

функціональних рішень реалізується не шляхом повноцінної розробки, а через налаштування, конфігурацію або інтеграцію готових PaaS/SaaS-рішень. Однак у традиційному FPA їхня оцінка часто проводиться аналогічно до повного циклу розробки, що призводить до завищених оцінок зусиль і некоректного планування.

Для вирішення цих проблем пропонується інформаційна технологія, ключовою складовою якої буде фреймова модель знань, яка дозволить гнучко відтворювати вимоги, автоматично визначати складність функціоналу та адаптивно коригувати оцінки з урахуванням ступеня використання готових платформ та їхніх можливостей конфігурації.

У статті представлено огляд цієї моделі, методи її інтеграції з FPA та підходи до врахування сучасних реалій використання SaaS/PaaS у процесі оцінювання зусиль.

Загальний підхід до побудови фреймової моделі

Нещодавні дослідження [4-8] розглядаються застосування декількох методів для покращення оцінки методом FPA, серед яких застосування нейронних мереж, використання нечіткої логіки та впровадження Transformer Neural Network для "перекладу" натуральних мов у стандартизовані мови. Комбінація цих підходів потенційно дозволяє адаптувати застосування FPA до широкого спектру задач [8], включно із професійними сервісами з розробкою із застосуванням PaaS/SaaS платформ. Проте ключовою задачею залишається представлення знань, яке б дозволяло не тільки формалізувати вимоги, а й використовувати попередньо набутий досвід. Саме тому побудова надійної фреймової моделі знань є актуальним напрямом досліджень у цій сфері [4-5].

Фреймова модель знань є ефективним засобом для зберігання та обробки інформації про вимоги до програмних систем [9]. Основна ідея моделі полягає у представленні функціональних вимог у вигляді фреймів – структурованих об'єктів, що містять атрибути (слоти) та їхні значення. Це дозволяє зберігати як статичні, так і динамічні аспекти вимог до системи, а також адаптивно змінювати оцінку складності реалізації функціоналу в залежності від конкретних умов проєкту.

Моделі фреймів

Фреймова модель для вирішення поставленої задачі включає такі основні компоненти:

- Фрейми вимог – описують бізнес-функції, які необхідно реалізувати;
- Фрейми реалізації – визначають спосіб виконання вимоги: повна розробка, використання готових компонентів (SaaS/PaaS) або інтеграція;
- Фрейми контексту – містять додаткові параметри, що впливають на складність реалізації (безпека, регуляторні вимоги, рівень інтеграції тощо);
- Механізм виведення – дозволяє оцінювати складність функціоналу та автоматично коригувати оцінку FPA.

Методи інтеграції фреймової моделі з FPA

У традиційному FPA [2] функціональні вимоги класифікуються як вхідні дані (EI), вихідні дані (EO), запити (EQ), внутрішні логічні файли (ILF) та зовнішні інтерфейсні файли (EIF). Фреймова модель доповнює цю класифікацію, дозволяючи:

- автоматично визначати тип вимоги на основі контексту її реалізації;
- враховувати спосіб виконання функціоналу (розробка з нуля, налаштування готових рішень, інтеграція);
- використовувати нечітку логіку для оцінки складності реалізації.

Оцінка зусиль у традиційному FPA не враховує використання готових SaaS/PaaS-платформ [8]. Фреймова модель дозволяє скоригувати оцінку, використовуючи такі коефіцієнти:

- Коефіцієнт конфігурації (КС) – враховує ступінь налаштування готового рішення;
- Коефіцієнт інтеграції (КІ) – оцінює складність з'єднання SaaS/PaaS із іншими системами;
- Коефіцієнт втручання (КА) – визначає ступінь модифікації існуючих рішень.

Таким чином, кінцева оцінка функціональної точки розраховується за формулою:

$$FP_{\text{КОР}} = FP_{\text{стандарт}} * KC * KI * KA \quad (1)$$

де $FP_{\text{КОР}}$ – скоригована оцінка функціональних точок.

Фреймова модель дозволяє не тільки зберігати існуючі вимоги, а й автоматично генерувати нові

вимоги на основі історичних даних і шаблонів. Це особливо корисно на ранніх етапах проєкту, коли специфікації ще не є остаточними. Завдяки використанню правил нечіткої логіки система може визначати приблизні значення оцінок на основі подібних проєктів, зменшуючи потребу в експертному аналізі.

Запропонована фреймова модель доповнює традиційний FPA, дозволяючи:

- Враховувати специфіку використання SaaS/PaaS замість традиційної розробки;
- Автоматично коригувати оцінки на основі способу реалізації функціоналу;
- Використовувати нечітку логіку для підвищення точності оцінок на ранніх етапах проєкту.

Цей підхід дозволить створити модель знань для інформаційної технології для підвищення точності оцінювання зусиль, зменшення витрат на експертний аналіз та адаптувати FPA до сучасних реалій використання готових платформ у розробці програмного забезпечення.

Висновки

У роботі було розглянуто фреймову модель знань для оцінки програмних вимог у контексті методу функціональних точок. Запропоновано модель знань, яка уможливить врахування специфіки використання PaaS/SaaS-платформ, адаптуючи оцінку зусиль відповідно до методу реалізації функціоналу (розробка, конфігурація, інтеграція). Додатково, використання нечіткої логіки та автоматизованого представлення знань дозволить підвищити точність оцінок на ранніх етапах проєкту, зменшуючи залежність від експертного аналізу.

Подальші дослідження мають зосередитися на:

- Фіналізації параметрів моделі, уточненні коефіцієнтів коригування оцінок залежно від методу реалізації.
- Експериментальній роботі, яка включає тестування різних підходів до представлення знань, перевірку ефективності моделі на реальних кейсах та порівняння результатів із традиційним FPA та експертними оцінками.
- Поєднанні фреймової моделі з загальною структурою інформаційної технології, що дозволить інтегрувати її у процеси бізнес-аналізу, автоматизовані системи управління вимогами та прийняття рішення на основі машинного навчання.

Розвиток цього підходу сприятиме підвищенню ефективності оцінювання проєктів у сучасному IT-середовищі, враховуючи як технічні, так і бізнес-аспекти використання програмних платформ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bilous D., Kozlovskiy A. Using function point analysis for professional service and maintenance IT projects: a tailoring approach for enhanced size and effort estimation.- XI International Scientific and Practical Conference «Modern science: theoretical and practical view», April 16-17, 2024, Madrid. Spain. Pp.82-90, Режим доступу URL: <https://www.sconferences.com/wp-content/uploads/2024/04/Madrid.Spain-11.pdf>

2. ISO/IEC 20926:2009. Software and systems engineering. Software measurement. Режим доступу URL: <https://www.iso.org/standard/51717.html>

3. Білоус Д.А. Аспекти використання методу аналізу функціональних точок для оптимізації виробничих процесів - Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023) – Режим доступу URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2023/paper/view/17974>

4. M. de Freitas Junior. M. Fantinato and V. Sun - Improvements to the Function Point Analysis Method: A Systematic Literature Review - IEEE Trans Eng Manag, vol. 62, no. 4, pp. 495-506, Nov. 2015.

5. L. Lavazza, A. Locoro, G. Liu, R. Meli R. - Estimating Software Functional Size via Machine Learning - ACM Trans. Softw. Eng. Methodol. 32, 5, Article 114, 2023, 27 p.

6. Draz, M. M., Emam, O. & Azzam, S. M. Software cost estimation predication using a convolutional neural network and particle swarm optimization algorithm. Sci. Rep. 14, 13129 (2024). Режим доступу – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-63025-8>

7. Білоус Д.А., Козловський А.В. - Підвищення ефективності оцінки функціональної складності розробки та підтримки програмного забезпечення з використанням моделей нечіткої логіки. - Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2025) – Режим доступу URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/paper/view/22288>

8. Білоус Д.А., Козловський А.В. - Аналіз напрямів удосконалення методів оцінювання обсягу розробки програмних продуктів з використанням SaaS систем. - Молодь в науці: дослідження,

проблеми, перспективи (МН-2024) – Режим доступу URL:
<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/20734>

9. Russell S, Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3rd ed. - Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 2010

Білоус Дмитро Анатолійович — аспірант кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dmytro.bilous@gmail.com

Козловський Андрій Володимирович — канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет

Bilous Dmytro A. — PhD. Student of Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: dmytro.bilous@gmail.com

Kozlovskyi Andrii V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia