

МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ ІТ-ПРОЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК

В статті набув подальшого розвитку метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів. Вхідними даними для розробленого методу прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик є множина показників вимог, а результатом роботи методу є висновок щодо категорії успішності впровадження проекту, що дає можливість виконувати обґрунтований вибір проекту для його подальшої реалізації. Розроблений метод відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність впровадження проектів, порівнювати проекти комплексно за основними характеристиками та прогнозованим значенням ступеня успішності впровадження проектів (а не тільки за вартістю та тривалістю, як відбувається наразі) та виконувати обґрунтований вибір наукового ІТ-проекту розробником та замовником для подальшої реалізації.

Ключові слова: науковий ІТ-проект, характеристики проекту, метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів, інтегративний показник проекту, ступінь успішності впровадження проекту, категорія успішності проекту.

HOVORUSHCHENKO T., HAVRYLYUK K.
Khmelnitskyi National University

METHOD OF PREDICTING THE SUCCESS OF THE IMPLEMENTATION OF SCIENTIFIC IT-PROJECTS BASED ON THE ANALYSIS OF THEIR CHARACTERISTICS

The paper further developed the method of predicting the success of the implementation of scientific IT projects based on the analysis of their characteristics.

The paper argues for the need to deepen the analysis of requirements, the dependence of the success of the scientific IT project on the requirements, the relevance and importance of the ability to assess the possible success of the project based on requirements, and the need to support the developer and the customer, which now are guided in making such a choice only by the cost and duration of the project, as well as their own intuition.

The developed method consists of: neural network prediction of project characteristics based on requirements analysis; interpretation of the obtained relative values of the project characteristics on the basis of the integrative project indicator; assessing the degree of success of project implementation on the basis of an integrative project indicator; predicting the category of success of scientific IT project (successful, challenged, failed) based on the degree of success of the project implementation.

The input data for the developed method of predicting the success of the implementation of scientific IT projects based on the analysis of their characteristics is a set of indicators for the requirements, and the result of the method is a conclusion on the category of success of project implementation, which allows making an informed choice of the project for further implementation. The developed method differs from the known ones in that it allows to predict the success of project implementation, to compare projects comprehensively according to the main characteristics and the predicted success of project implementation (and not only by cost and duration, as it happens now) and to make a reasonable choice of project for further implementation.

Keywords: scientific IT project, project characteristics, method of predicting the success of the implementation of scientific IT projects, integrative project indicator, the degree of success of the project implementation, the category of project success.

Вступ. Як показує статистика [1], частка проблемних наукових ІТ-проектів (з перевищеними термінами або коштів або з недостатнім функціоналом [1]) складає порядку половини всіх проектів. Частка провальних проектів (які скасовуються до завершення і ніколи не використовуються [1]) складає порядку 1/5 всіх проектів. Отже, успішними проектами, на які можна покладатись і на які варто витратити кошти, є лише 1/3 всіх проектів. Наведені статистичні дані [1] фактично відображають досить високу частку неякісних проектів – від 84% у 1994 році до 70% у 2015 році, оскільки не тільки провальні, але й проблемні проекти не можуть вважатись якісними з точки зору стандартного трактування поняття якості (як здатність задовольнити заявлені та передбачувані потреби замовника [2-4]).

Серед причин можливих невдач проектів називають [5]: 1) нечітке й неповне формування та формулювання вимог; 2) недостатнє залучення користувачів до роботи над проектом; 3) відсутність необхідних ресурсів; 4) незадовільне планування; 5) часту зміну вимог і специфікацій; 6) новизну технології, використовуваної для організації; 7) відсутність грамотного керування проектом; 8) недостатню підтримку з боку вищого керівництва; 9) невірне розуміння або недостатній аналіз проекту.

Значна кількість помилок вноситься у проект на початкових етапах життєвого циклу. Проекти, вимоги до яких містять недостатню, неточну, неповну та суперечливу інформацію, не можуть мати успішної реалізації [5]. Аналіз великої кількості проектів, проведений у [6], підтвердив той факт, що головне місце виникнення помилок та проблем – це етап формування та формулювання вимог, тобто фактично вже в кінці етапу формування вимог можна виявити та усунути ліву частку всіх помилок та проблем. Є кілька причин, які роблять етап формування та формулювання вимог основним "постачальником" помилок: 1) відсутність специфікації; 2) неповнота або суперечливість інформації специфікації; 3) часті зміни специфікації; 4) цільність графіку розроблення.

Крім цього, чим раніше буде виявлено дефект (помилку, порушення, недолік, несправність), тим дешевше обійдеться його виправлення. Дефекти вимог бажано виявляти та усувати до того, як вони почнуть

впливати на більш пізні етапи розроблення. Ранні етапи життєвого циклу впливають на якість проекту більше, ніж пізні, тому час, витрачений на контроль якості на ранніх етапах, забезпечує можливість знизити рівень дефектів, скоротити терміни розроблення та знизити витрати на більш пізніх етапах [7].

Як показано на рис. 1, витрати на виправлення дефектів, виявлених після випуску продукту, майже в 100 разів перевищують витрати на виправлення, якщо недоліки були виявлені в процесі формування та формулювання вимог [8].

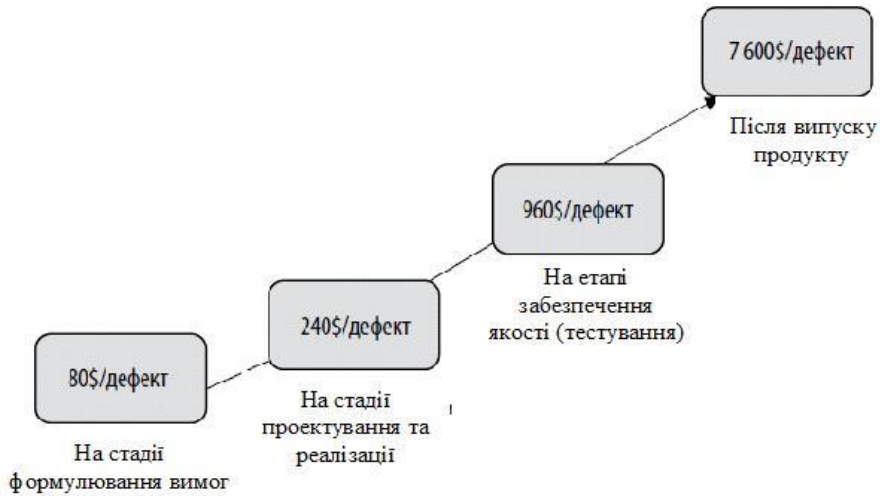


Рис. 1. Зростання вартості виправлення дефектів в процесі розроблення [8]

Якщо розглянути альтернативні варіанти дизайну та провести аналіз впливу ще до створення системи як такої, це дасть суттєву економію коштів на корекцію помилок (рис. 2). І якщо на дослідження витрат зазвичай витрачаються години, а то й дні, то в даному випадку рахунок ітиме на хвилини [8].

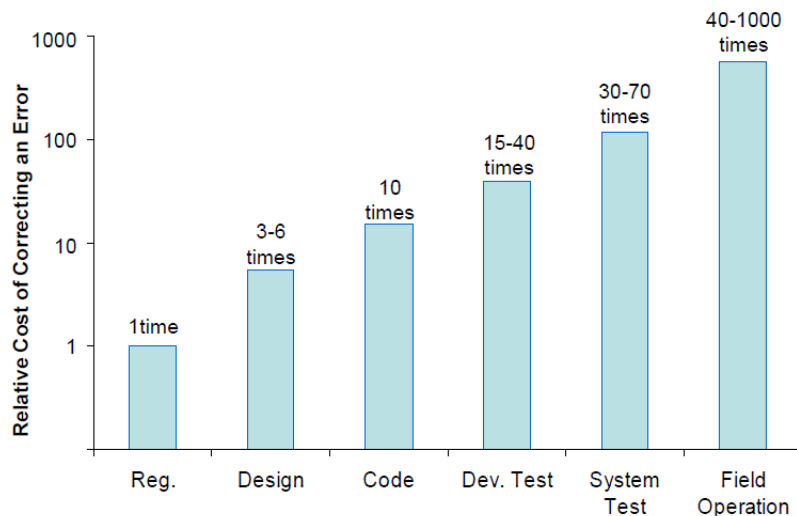


Рис. 2. Витрати часу на корекцію помилок протягом життєвого циклу проекту [8]

Тому для забезпечення необхідної функціональності та якості необхідно здійснити дослідження вимог. Метою такого дослідження є вміння оцінити можливу успішність реалізації проекту на основі специфікації, а також підтримка розробника та замовника при виборі проекту з множини альтернативних проектів (наразі розробник та замовник керуються при здійсненні такого вибору лише вартістю та тривалістю проекту, а також власною інтуїцією).

Враховуючи вищевикладене, метою даного дослідження є прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик.

Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик

Під успішністю впровадження наукового ІТ-проекту надалі будемо розуміти вчасне завершення проекту в рамках виділеного бюджету та з реалізацією всіх необхідних можливостей та функцій.

В [7, 9] автори розглядали задачу прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації програмного проекту на основі аналізу специфікації вимог до програмного забезпечення. Успішність

реалізації програмного проекту на етапі проектування автори [7, 9] ймовірно оцінювали на основі прогнозованих значень основних характеристик програмного проекту [10] – тривалості проекту, вартості, складності, кросплат-формності, зручності використання, якості. Застосуємо описаний підхід для прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик. Успішність впровадження наукових ІТ-проектів будемо ймовірно оцінювати на основі наступних 4-х характеристик – тривалості проекту, вартості, складності, якості.

Вдосконалимо розроблений у [7, 9] нейромережний метод прогнозування характеристик та оцінювання успішності реалізації програмного проекту на основі аналізу специфікацій вимог – для прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик. Метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик складається з наступних етапів:

- 1) нейромережне прогнозування характеристик проекту на основі аналізу вимог;
- 2) інтерпретація отриманих відносних значень характеристик проекту на основі інтегративного показника проекту;
- 3) оцінювання ступеня успішності впровадження проекту на основі інтегративного показника проекту;
- 4) прогнозування категорії наукового ІТ-проекту (успішний, проблемний, провальний) на основі ступеня успішності впровадження проекту.

Першим етапом методу є прогнозування характеристик проекту на основі аналізу вимог, що полягає в опрацюванні множини показників вимог та у визначенні відносних значень основних характеристик проекту: C_s – вартість програмного проекту, D_{sp} – тривалість, C_x – складність, Q_s – якість. Наразі відсутні функції (формули, залежності), за якими можна обчислити значення тієї чи іншої характеристики проекту на основі множини показників вимог. Відтак для опрацювання множини показників вимог, здійснення апроксимації показників та надання прогнозованих кількісних значень характеристик проекту будемо використовувати штучну нейронну мережу (ШНМ), розроблену у [7, 9]. Вхідними даними для ШНМ є 3 множини показників: множина показників 1-го розділу специфікації вимог; множина показників 2-го розділу специфікації вимог; множина показників 3-го розділу специфікації вимог. Результатом роботи ШНМ є множина прогнозованих відносних оцінок характеристик проекту $SCH = \{C_s, D_{sp}, C_x, Q_s\}$. ШНМ реалізована і навчена так, що всі значення характеристик належать інтервалу $(0;1]$, тобто $C_s \in (0;1]$, $D_{sp} \in (0;1]$, $C_x \in (0;1]$, $Q_s \in (0;1]$, де 0 – недостатньо даних для прогнозування характеристики (метод в такому випадку не працює), 0.08 – значення характеристики негативно впливає на успішність впровадження проекту (висока вартість, тривалість, складність; низька якість), 1 – значення характеристики позитивно впливає на успішність впровадження проекту (низька вартість, тривалість, складність; висока якість).

На основі отриманих з ШНМ відносних значень основних характеристик проекту як розробнику, так і замовнику складно комплексно оцінити успішність впровадження наукового ІТ-проекту, оскільки складно коректно інтерпретувати одержані відносні значення характеристик, тому *другим етапом* є інтерпретація отриманих відносних значень характеристик проекту. Для інтерпретації відносних значень характеристик введемо поняття інтегративного показника проекту.

Інтегративний показник I_{ip} проекту – це кількісний показник успішності впровадження проекту на основі множини відносних значень прогнозованих характеристик проекту. Для визначення впливу характеристик проекту на інтегративний показник проекту та взаємозв'язків між характеристиками відсутні формули та залежності. Тому припустимо, що всі чотири зазначені характеристики мають однаковий вплив на успішність реалізації наукового ІТ- проекту, а відтак і на інтегративний показник проекту. За відсутності формул та залежностей найбільш простим та очевидним способом визначення інтегративного показника проекту є використання його графічного представлення. Для отримання графічного представлення I_{ip} створимо систему координат, яка має чотири вісі (для чотирьох характеристик проекту). Тоді інтегративний показник проекту – це площа фігури, сформованої прогнозованими відносними значеннями характеристик проекту. Оскільки ШНМ надає значення чотирьох характеристик (C_s , D_{sp} , C_x , Q_s), то інтегративний показник проекту – це площа чотирикутника $C_s C_x D_{sp} Q_s$, окресленого жирною лінією на рис.3. Для подальшої роботи знадобиться також максимальне значення інтегративного показника проекту: $I_{ip_{max}}$ – площа чотирикутника (ромба) $C_s C_x D_{sp} Q_s$, окресленого пунктирною лінією на рис. 3. ШНМ навчена так, що максимально можливе значення кожної характеристики – це 1.

Для знаходження інтегративного показника I_{ip} проекту розіб'ємо чотирикутник на чотири прямокутних трикутника - $C_s O D_{sp}$, $D_{sp} O C_x$, $C_x O Q_s$, $Q_s O C_s$ і знайдемо площу для кожного з трикутників за двома відомими катетами (значення характеристик), після чого додамо отримані площі трикутників:

$$S_{CsODsp} = \frac{1}{2} \cdot Cs \cdot Dsp = 0.5 \cdot Cs \cdot Dsp \quad (1)$$

$$S_{DspOCx} = \frac{1}{2} \cdot Dsp \cdot Cx = 0.5 \cdot Dsp \cdot Cx \quad (2)$$

$$S_{CxOQs} = \frac{1}{2} \cdot Cx \cdot Qs = 0.5 \cdot Cx \cdot Qs \quad (3)$$

$$S_{QsOCs} = \frac{1}{2} \cdot Qs \cdot Cs = 0.5 \cdot Qs \cdot Cs \quad (4)$$

$$Iip = 0.5 \cdot (Cs \cdot Dsp + Dsp \cdot Cx + Cx \cdot Qs + Qs \cdot Cs) \quad (5)$$

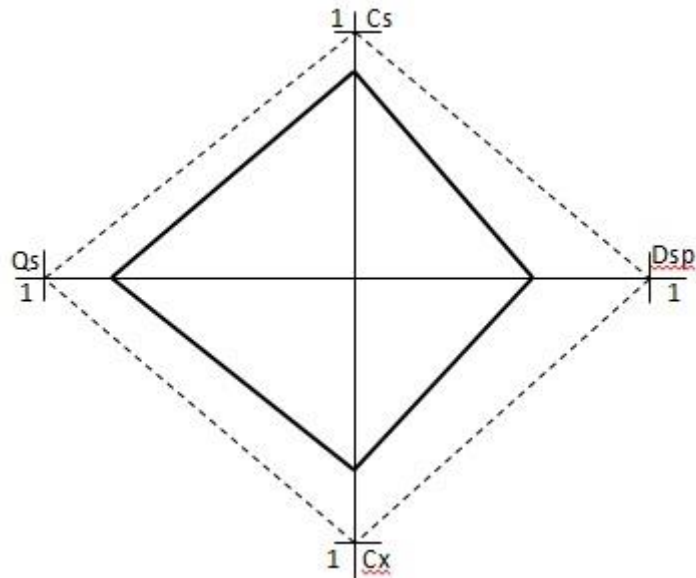


Рис. 3. Графічне представлення інтегративного показника проекту та його максимального значення

Максимальне значення інтегративного показника проекту становить згідно формули (5):

$$Iip_{max} = 0.5 \cdot (1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1) = 2 \quad (6)$$

Сам по собі інтегративний показник проекту є неінформативним для розробника та замовника через складність інтерпретації його значення, тому *третім етапом* є оцінювання ступеня успішності впровадження наукового ІТ-проекту. Інтегративний показник проекту дає змогу визначити ступінь успішності впровадження проекту. Значення $Iip_{max} = 2$ – це найкраще значення інтегративного показника проекту, тоді ступінь P_{iip} успішності впровадження проекту складає:

$$P_{iip} = \frac{Iip}{Iip_{max}} = \frac{Iip}{2} = 0.5 \cdot Iip \quad (7)$$

Значення ступеня успішності впровадження проекту, близьке до 0, показує низьку успішність впровадження проекту (такий проект найімовірніше буде провальним), а значення ступеня успішності впровадження проекту, близьке до 1, показує високу успішність впровадження проекту, тобто проект з таким ступенем успішності буде успішним (оптимізаційна задача).

Сам по собі ступінь успішності впровадження проекту, який визначається згідно 3-го етапу методу, є неінформативним для розробника та замовника через складність інтерпретації та неоднозначність тлумачень його значення при прогнозуванні категорії успішності проекту. Для спрощення інтерпретації та однозначності тлумачення значення ступеня успішності впровадження проекту *четвертим етапом* методу є прогнозування категорії наукового ІТ-проекту (успішний, проблемний, провальний) на основі ступеня успішності впровадження проекту.

Для цього визначимо порогові значення ступеня успішності впровадження проекту, за якими й приймається висновок про категорію успішності проекту.

Для встановлення таких порогових значень (для створення правил формування висновку щодо категорії успішності впровадження проекту) було проведено аналіз 20 різних наукових ІТ-проектів, для яких згідно запропонованого методу було визначено ступінь P_{iip} успішності впровадження проекту та для яких наразі відомою є категорія успішності. На основі такого аналізу розробимо правила визначення категорії успішності проекту:

- якщо $P_{iip} \leq 0.18$, то науковий ІТ-проект прогнозовано буде провальним;
- якщо $0.18 < P_{iip} \leq 0.70$, то науковий ІТ-проект прогнозовано буде проблемним;

- якщо $P_{ip} > 0.70$, то науковий ІТ-проект прогнозовано буде успішним.

Висновки. Отже, в статті набув подальшого розвитку метод прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів.

Даний метод полягає у: нейромережному прогнозуванні характеристик проекту на основі аналізу вимог; інтерпретації отриманих відносних значень характеристик проекту на основі інтегративного показника проекту; оцінюванні ступеня успішності впровадження проекту на основі інтегративного показника проекту; прогнозуванні категорії наукового ІТ-проекту (успішний, проблемний, провальний) на основі ступеня успішності впровадження проекту.

Вхідними даними для розробленого методу прогнозування успішності впровадження наукових ІТ-проектів на основі аналізу їх характеристик є множина показників вимог, а результатом роботи методу є висновок щодо категорії успішності впровадження проекту, що дає можливість виконувати обґрунтований вибір проекту для його подальшої реалізації. Розроблений метод відрізняється від відомих тим, що дозволяє прогнозувати успішність впровадження проектів, порівнювати проекти комплексно за основними характеристиками та прогнозованим значенням ступеня успішності впровадження проектів (а не тільки за вартістю та тривалістю, як відбувається наразі) та виконувати обґрунтований вибір наукового ІТ-проекту розробником та замовником для подальшої реалізації.

Література

1. Shane H. Standish Group 2015 Chaos Report – Q&A with Jennifer Lynch [Electronic resource] / H. Shane, S. Wojewoda. – Access mode: <http://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>
2. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). System and software quality models. [Introduced 01.03.2011]. – Geneva (Switzerland), 2011. – 34 p. (International standard).
3. ISO/IEC 25030:2019. Systems and software engineering. Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE). Quality requirements framework [Introduced 01.09.2019]. – Geneva (Switzerland), 2019. – 46 p. (International standard).
4. ISO/IEC TR 19759:2015. Software Engineering. Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK). [Introduced 01.10.2015]. – Geneva (Switzerland), 2015. – 336 p. (International standard).
5. McConnell S. Code complete / S. McConnell. – Redmond: Microsoft Press, 2013. – 896 p.
6. Jones C. The economics of software quality / C. Jones, O. Bonsignour. – Boston: Pearson Education, 2012. – 588 p.
7. Hovorushchenko T. Method of Evaluating the Success of Software Project Implementation Based on Analysis of Specification Using Neuronet Information Technologies / T. Hovorushchenko, A. Krasiy. – CEUR-WS. – 2015. – Vol. 1356. – Pp. 100-107.
8. Shamieh C. Systems Engineering for Dummies / C. Shamieh. – Wiley Publishing, 2014. – 76 p.
9. Krasiy A. Information Technology of Predicting the Characteristics and Evaluating the Success of Software Projects Implementation / A. Krasiy, T. Hovorushchenko. – CEUR-WS. – 2016. – Vol. 1614. – Pp. 87-102.
10. Maedche A. Software for people: fundamentals, trends and best practices (Management for professionals) / A. Maedche, A. Botzenhardt, L. Neer. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. – 293 p.

References

1. Hastie Shane, Wojewoda Stéphane. Standish Group 2015 Chaos Report – Q&A with Jennifer Lynch. Web-site. URL: <http://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015> (Last accessed: July 1, 2020).
2. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). System and software quality models. [Introduced 01.03.2011]. – Geneva (Switzerland), 2011. – 34 p. (International standard).
3. ISO/IEC 25030:2019. Systems and software engineering. Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE). Quality requirements framework [Introduced 01.09.2019]. – Geneva (Switzerland), 2019. – 46 p. (International standard).
4. ISO/IEC TR 19759:2015. Software Engineering. Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK). [Introduced 01.10.2015]. – Geneva (Switzerland), 2015. – 336 p. (International standard).
5. McConnell S. Code complete. – Redmond: Microsoft Press, 2013. – 896 p.
6. Jones C., Bonsignour O. The economics of software quality. – Boston: Pearson Education, 2012. – 588 p.
7. Hovorushchenko T., Krasiy A. Method of Evaluating the Success of Software Project Implementation Based on Analysis of Specification Using Neuronet Information Technologies. – CEUR-WS. – 2015. – Vol. 1356. – Pp. 100-107.
8. Shamieh C. Systems Engineering for Dummies. – Wiley Publishing, 2014. – 76 p.
9. Krasiy A., Hovorushchenko T. Information Technology of Predicting the Characteristics and Evaluating the Success of Software Projects Implementation. – CEUR-WS. – 2016. – Vol. 1614. – Pp. 87-102.
10. Maedche A., Botzenhardt A., Neer L. Software for people: fundamentals, trends and best practices (Management for professionals). – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. – 293 p.

Надійшла / Paper received: 14.08.2020
Надрукована / Paper Printed : 02.09.2020