УДК 004.412.2:519:237.5

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗМІРУ ВЕБЗАСТОСУНКІВ З ВІДКРИТИМ КОДОМ НА JAVA, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ JSP

Петраков С.О. [1]; Базилюк О.П. [2]; Макарова Л.М., к.т.н., доц. [3]; Пухалевич А.В., к.т.н., доц. [4]
[1,2,3,4] Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
[1,2,3,4] Україна, Миколаїв
[1] 201178@nuos.edu.ua; [2] elengalex@gmail.com;
[3] lidiia.makarova@nuos.edu.ua; [4] andrii.pukhalevych@nuos.edu.ua

Анотація. *В роботі було побудовано математичну модель для прогнозування розміру вебзастосунків з відкритим кодом на Java, що створюються з використанням технології JSP, із застосуванням нормалізуючого перетворення у вигляді десяткового логарифму для підвищення достовірності прогнозування. Показники якості побудованої моделі R^2, MMRE та Pred(0,25) свідчать про її високу якість.*
Ключові слова: *прогнозування розміру програмного забезпечення; нелінійна регресійна модель; вебзастосунки Java; технологія JSP.*

Вступна частина. Вибір мови програмування Java та технології JSP для веброзробки є обґрунтованим завдяки високій популярності Java (відповідно до TIOBE Index [1]), стабільності та зрілості екосистеми, а також ефективній підтримці корпоративних вебсистем. Разом ці фактори забезпечують надійну та довгострокову платформу для створення вебдодатків. Мова Java та технологія JSP забезпечують високу надійність, безпеку, стабільність API та масштабованість, що робить цей стек оптимальним для корпоративних, фінансових, банківських та високонавантажених вебсистем. Інші технології для веброзробки можуть бути більш гнучкими або простішими у розробці, але часто поступаються Java у довгостроковій підтримці, продуктивності та суворості архітектури.

Завдяки високій популярності мови програмування Java, існує вже декілька математичних моделей для оцінювання розміру програмного забезпечення, розробленого цією мовою, зокрема, [2-4], але моделі, побудовані у цих роботах не можуть бути застосовані в даній задачі через невідповідність факторів моделі. До того ж відомо, що моделі, побудовані з урахуванням конкретних технологій розробки та типів програмного забезпечення, мають більшу якість та високу достовірність прогнозування за допомогою таких моделей.

Тому ***метою даної роботи*** є побудова математичної моделі для прогнозування розміру вебзастосунків з відкритим кодом на Java, що створюються з використанням технології JSP, із застосуванням нормалізуючих перетворень для підвищення достовірності прогнозування.

Основна частина. Було прийнято рішення будувати трьохфакторну нелінійну регресійну модель, в якості незалежних змінних якої використовувати кількість класів (X_1), середню кількість методів на клас (X_2) та глибину дерева успадкування (X_3). Кількість рядків коду проєктів виражена у тисячах. Для побудови моделі відібрано 42 проєкта вебзастосунків, розроблених з використанням мови програмування Java та технології JSP, з репозитарію GitHub [5].

Перевірка вихідного набору даних незалежних змінних на мультиколінеарність була виконана за допомогою показника VIF (variance influence factor) та показала, що мультиколінеарність відсутня: VIFs для обраних факторів дорівнюють 1,08; 1,00; 1,08, що менше за 5 [6].

Для нормалізації вихідних емпіричних даних використовувалося логарифмічне перетворення. Перевірка на багатовимірні викиди була виконана за допомогою квадрату відстані Махаланобіса згідно з [7], в результаті чого було знайдено та виключено з набору даних 5 викидів.

Таким чином, для остаточної побудови трьохфакторної нелінійної регресійної моделі було використано 37 точок даних. Коефіцієнти моделі були знайдені за допомогою методу найменших квадратів:

$$Y = 10^{\varepsilon - 2{,}0962} X_1^{0{,}9816} X_2^{0{,}3567} X_3^{0{,}5549}.$$

Були отримані наступні показники якості моделі: R^2=0,9885, MMRE=0,1340, Pred(0,25)=0,8378, що свідчить про високу якість побудованої нелінійної регресійної моделі.

Висновки. В роботі було побудовано математичну модель для прогнозування розміру вебзастосунків з відкритим кодом на Java, що створюються з використанням технології JSP, із застосуванням нормалізуючих перетворень для підвищення достовірності прогнозування. Показники якості побудованої моделі свідчать про її високу якість.

У подальшій роботі планується розробка програми для прогнозування розміру вебзастосунків з відкритим кодом на Java, що створюються з використанням технології JSP, на основі побудованої моделі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] TIOBE. (2025). *TIOBE Index for November 2025*. https://www.tiobe.com/tiobe-index/

[2] Макарова, Л.М., Приходько, Н.В., Кудін, О.О. (2019). Побудова нелінійної регресійної моделі для оцінювання розміру веб-додатків, реалізованих мовою Java. *Вісник ХНТУ*, 2(*69*), 145-153.

[3] Котигробов, С.В., Макарова, Л.М. (2022). Двохфакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру web застосунків, що створюються мовою Java. *Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених за тематикою «Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні»: збірка наукових праць*, 139-140.

[4] Пухалевич, А.В., Алієв, А.Ш. (2024). Передобробка даних при побудові регресійної моделі для прогнозування розміру e-commerce додатків на Java, розроблених на базі мікросервісів. *Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених за тематикою «Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні»: збірка наукових праць (29 листопада 2024 року, м. Херсон, м. Хмельницький)*, 198-199.

[5] GitHub. (n. d). *A code hosting platform for version control and collaboration GitHub.* https://github.com/

[6] Chatterjee, S., Price, B. (1977). *Regression Analysis by Example*. New York: John Wiley & Son, 228 p.

[7] Prykhodko, S., Prykhodko, N., Makarova, L., Pukhalevych, A. (2018). Application of the Squared Mahalanobis Distance for Detecting Outliers in Multivariate Non-Gaussian Data. *Proceedings of 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*. Lviv-Slavske, 962-965.

Petrakov S.O., Bazyliuk O.P., Makarova L.M, Pukhalevych A.V.

Mathematical modeling for assessing the size of open source Java JSP web applications

Abstract. *The paper builds a mathematical model for assessing the size of open source Java web applications created using JSP technology, using a normalizing transformation in the form of a decimal logarithm to increase the reliability of the prediction. The quality indicators of the constructed model R2, MMRE and Pred(0.25) indicate its high quality.*

Keywords: *software size assessment; nonlinear regression model; Java web applications; JSP technology.*