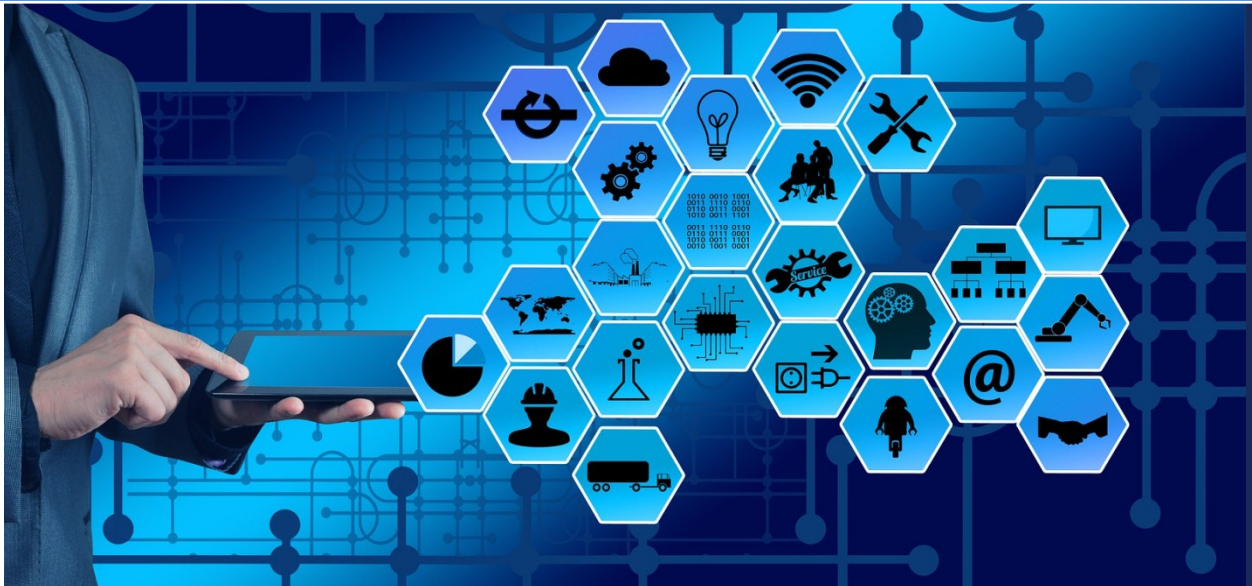




ITMAS – 2023

30-31
ЖОВТНЯ
2023

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: МОДЕЛІ, АЛГОРИТМИ, СИСТЕМИ



ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

Національний університет
кораблебудування імені
адмірала Макарова

Миколаїв 2023

ITMAS – 2023
Mykolaiv, Ukraine, Oct. 30-31, 2023

Міністерство освіти і науки України
Інститут модернізації змісту освіти МОН України
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

IV Всеукраїнська науково-практична інтернет конференція
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
МОДЕЛІ, АЛГОРИТМИ, СИСТЕМИ (ITMAS – 2023)

30-31 жовтня
Миколаїв 2023

Інформаційні технології: моделі, алгоритми, системи (ITMAS – 2023):
Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної інтернет конференції
(30-31 жовтня 2023 р.). – Миколаїв: НУК імені адмірала Макарова, 2023. – 138 с.
Режим доступу: <https://itconf.nuos.edu.ua/2023/proceedings/>

Тези подано в авторській редакції.
Автори тез відповідають за достовірність викладеного матеріалу, за правильне
цитування джерел, посилання на них та інших відомостей.

© НУК імені адмірала Макарова, 2023

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ | 6 |
| Приходько С.Б., Трухов А.С. ПОБУДОВА ПРАВИЛ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ НОРМАЛІЗОВАНИХ ДАНИХ У ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ | 7 |
| Дромашко В.В., Фаріонова Т.А. БАГАТОФАКТОРНА НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ НА ОСНОВІ ФРЕЙМВОРКУ SVELTE | 10 |
| Алікіна Д.І., Пухалевич А.В. ТРИФАКТОРНА НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ КОДУ ІНТЕРНЕТ МАГАЗИНІВ НА PHP | 13 |
| Петров В.В., Пухалевич А.В. БАГАТОФАКТОРНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ВЕБЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ НА ОСНОВІ ФРЕЙМВОРКУ METEOR | 15 |
| Латанська Л.О., Карлович Д.Г. МНОЖИННА НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ МІКРОСЕРВІСІВ НА JAVA, ЯКІ РОЗРОБЛЯЮТЬСЯ З ВИКОРИСТАННЯМ SPRING ФРЕЙМВОРКУ | 18 |
| Приходько С.Б., Кольцов А.В., Грабовський Є.В. НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ МЕТРИКИ RFC ЗАСТОСУНКІВ З ВІДКРИТИМ КОДОМ НА KOTLIN..... | 20 |
| Качанов Є.Г., Фаріонова Т.А. БАГАТОФАКТОРНА НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ НА ОСНОВІ ФРЕЙМВОРКУ ANGULAR | 22 |
| Приходько С.Б., Кольцов А.В., Лопатін В.А. НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ КІЛЬКОСТІ СТРОК КОДУ ЗАСТОСУНКІВ НА KOTLIN | 25 |
| Ніколаєв В.Д., Пухалевич А.В. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ WEB ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ EXPRESS.JS | 27 |
| Прокопович Л.Б. РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ВЕБДОДАТКІВ, РЕАЛІЗОВАНИХ МОВОЮ JAVA | 29 |
| Йолгін І.О., Макарова Л.М. РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ PYTHON ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ API, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ФРЕЙМВОРКУ FASTAPI..... | 33 |
| Приходько А.С. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СКЛАДНОСТІ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЧЕРЕЗ ІДЕНТИФІКАЦІЮ КЛАСІВ ВЕБ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ PHP ФРЕЙМВОРКІВ..... | 35 |
| Приходько С.Б., Кольцов А.В., Грабінський М.Р. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДНОСТІ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЧЕРЕЗ ЗВ'ЯЗКИ МІЖ КЛАСАМИ ЗАСТОСУНКІВ З ВІДКРИТИМ КОДОМ НА KOTLIN | 38 |

| | |
|---|-----------|
| Петриченко С.А., Пухалевич А.В. БАГАТОФАКТОРНА НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ВЕБЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ C#..... | 40 |
| Пухалевич А.В., Рилов В.О. РІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ КОДУ BACKEND-ЗАСТОСУНКІВ НА TYPESCRIPT | 43 |
| Орехов О.С., Фаріонова Т.А. ТРЬОХФАКТОРНА НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ DATA SCIENCE ТА MACHINE LEARNING ПРОЄКТІВ, ЯКІ РОЗРОБЛЯЮТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ JAVA..... | 45 |
| Урсов А.В., Макарова Л.М. ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА ДАНИХ ДЛЯ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ НА ПРОГРАМНІЙ ПЛАТФОРМІ .NET | 48 |
| Латанська Л.О., Давидов Д.В. РОЗВИТОК ТА ЗАСТОСУВАННЯ ГОМОМОРФНИХ ШИФРІВ ДЛЯ БЕЗПЕЧНОГО ОБЧИСЛЕННЯ В ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ..... | 50 |
| ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ..... | 53 |
| Тіхонова Т.А., Варбанець С.П. АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ..... | 54 |
| Білоніг А.В., Голуб С.В. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗВУКОВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ МОНИТОРИНГОВИМИ ПРОГРАМНИМИ АГЕНТАМИ..... | 58 |
| Шерстюк А.М., Безкоровайний В.В. РОЗПІЗНАВАННЯ ПРОСТИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ..... | 62 |
| Рувінська В.М., Кльопа М.С. ІГРОВИЙ ЗАСТОСУНОК З ПОЄДНАННЯМ ЖАНРІВ ROGUELIKE-CRPG..... | 64 |
| Клочков Д.С., Ажищев В.Ф. МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ БУДІВНИЦТВА СУДНА | 68 |
| Кошулько В.В., Павленко А.Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ І АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕРСІЙ JAVA З РЕАЛІЗАЦІЄЮ НА РІЗНИХ ПЛАТФОРМАХ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ | 72 |
| Баранова М.В., Фоміна А.М. СИСТЕМА КОНВЕРТАЦІЇ ДРУКОВАНОГО ТЕКСТУ В РУКОПИСНИЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ | 75 |
| Соколова Є.В., Малюга А.І. ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО НАВЧАННЯ ВОДИЙСЬКОЇ МАЙСТЕРНОСТІ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ТА ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ..... | 78 |
| Латанська Л.О., Фадєєв П.В. ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ФОТОГРАММЕТРІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕРАЦІЇ ДОДАТКОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ 3D GAUSSIAN SPLATTING | 80 |
| Міхняєв К.Л., Гайдаєнко О.В., Ворона М.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ГЛОБАЛЬНИХ ДИСТРИБ'ЮТОРСЬКИХ СИСТЕМ (GDS) ТА ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ТУРАГЕНТСТВА..... | 83 |

| | |
|--|------------|
| Коваленко І.О., Михайленко В.С. КОМПЛЕКСНА МОДЕЛЬ ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ..... | 87 |
| Мессер Д.О. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАННЯ..... | 90 |
| Закіров О.О., Дмитрієв Ю.Ю. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ ПАРКУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ..... | 92 |
| Наконечний Г.Ю. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ..... | 95 |
| Васильченко А.С., Гайдаєнко О.В. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗООПАРКУ..... | 98 |
| Волік Д.А., Суслов С.В. МЕТОД АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ І СОРТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ 3D-ГЕОМЕТРІЇ СТОСОВНО ЗАДАЧ САД З ЗАСТОСУВАННЯМ ЗАСОБІВ ML/AI..... | 102 |
| Передерій В.І., Гаврилюк І.О. ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНКА ФАКТОРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЧНОГО ТЕСТУВАННЯ ВЕБСАЙТІВ..... | 105 |
| Парфьонов М.К., Соколова Є.В. МЕТОД ПОПЕРЕДНЬОГО ОПРАЦЮВАННЯ ЕКГ В ПРОГРАМНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СИСТЕМ ТЕЛЕМОНІТОРИНГУ..... | 109 |
| Соколова Є.В., Уманський С.В. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ ТА ПІДТРИМКИ ВЕБ-СЕРВІСІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТА АНАЛІЗУ ДИНАМІЧНИХ СТРУКТУР ДАНИХ..... | 113 |
| Горун І.П., Книрик Н.Р. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ ДЛЯ ЗРЛ-ПРОВАЙДЕРА..... | 115 |
| Петрушин Є.В., Гайдаєнко О.В., Ворона М.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОНЛАЙН КАЗИНО..... | 117 |
| Пенцов О.Г., Шевченко І.В. ГЕНЕРАЦІЯ МАП ДЛЯ ФЕНТЕЗІЙНИХ СВІТІВ ШЛЯХОМ СИМУЛЯЦІЇ ТЕКТОНІЧНИХ ПЛИТ ТА ГЕНЕРУВАННЯМ КОРДОНІВ ІЗ УРАХУВАННЯМ РЕЛЬЄФУ НА КУЛІ..... | 121 |
| Анастюк К.В., Кльопа М.С. СИМУЛЯЦІЯ ПОВЕДІНКИ НЕІГРОВИХ ПЕРСОНАЖІВ ЗА ДОПОМОГОЮ GOAP..... | 124 |
| Горбань В.В., Немчеко В.В. ОГЛЯД РОЛІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДРОНІВ..... | 128 |
| УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ І ПРОГРАМАМИ В ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ..... | 131 |
| Трофименко О.Г. АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ..... | 132 |
| Ковиркіна О.В. ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ІТ ПРОЄКТІВ..... | 136 |

УДК 004.412:519.237.5

БАГАТОФАКТОРНА НЕЛІНІЙНА РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ ВЕБЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ C#

Петриченко С.А.¹; Пухалевич А.В., к.т.н.²

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

¹petrichenko.serzh111@gmail.com; ²andrii.pukhalevych@nuos.edu.ua

Анотація. В роботі розглянуто побудову багатофакторної нелінійної регресійної моделі для оцінювання розміру коду вебзастосунків, що створюються з використанням мови програмування C#. В якості факторів побудованої моделі використовувались метрики програмного забезпечення: кількість класів та кількість методів на клас. Побудована модель має високу достовірність оцінювання, та дозволяє досягти підвищення достовірності в порівнянні з існуючими моделями для оцінювання розміру коду.

Ключові слова: регресійна модель; розмір коду; C#-вебзастосунки; оцінювання метричних даних.

Вступ. Створення вебзастосунків є одним з найбільш актуальних та затребуваних напрямків в галузі інженерії програмного забезпечення. Особливо популярними є вебзастосунки, розроблені з використанням мови програмування C#, завдяки своїй продуктивності, масштабованості та можливостям інтеграції з іншими технологіями. Однак, в процесі створення вебзастосунків виникають значні виклики, особливо коли мова йде про таку задачу програмної інженерії як оцінювання розміру вихідного коду. Розмір коду програмного забезпечення є критичним параметром, який визначає трудомісткість, тривалість та вартість розробки.

Існують розв'язання задачі оцінювання розміру вебзастосунків для інших мов програмування, наприклад регресійні моделі наведені в [1-2]. Однак, модель [1] призначена для мови програмування Java, а модель [2] є однофакторною, через що застосування цих моделей для оцінювання вебзастосунків на мові C# може мати низьку достовірність. Тому, побудова багатофакторної моделі для оцінювання розмірів вебзастосунків, що створюються з використанням мови C# має актуальність.

Метою дослідження є підвищення достовірності оцінювання розміру вебзастосунків, що створюються мовою C#.

Основна частина. Щоб побудувати багатофакторну нелінійну регресійну модель для оцінювання розміру вебзастосунків, що створюються з використанням мови програмування C# використовувались такі фактори:

- Кількість класів проекту, в якості першої незалежної змінної x_1 .
- Кількість методів на клас проекту, в якості другої незалежної змінної x_2 .

Загальна кількість рядків коду проекту (в тисячах) використовувалась в якості залежної змінної Y .

Для побудови моделі використовувалися метричні дані 40 вебзастосунків, що розміщені на сайті GitHub. Метрики були отримані з використанням спеціалізованого для мови C# інструменту статичного аналізу коду Ndepend [3].

Використовуючи отримані метрики була побудована регресійна модель:

$$Y = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 x_1 + \hat{b}_2 x_2 + \varepsilon, \quad (1)$$

де: \hat{b}_0 , \hat{b}_1 , \hat{b}_2 – це коефіцієнти регресії, ε – це випадкова похибка.

Для визначення коефіцієнтів регресії (1) був обраний метод найменших квадратів (МНК), який використовується для оцінки параметрів моделі з метою мінімізації суми квадратів різниць між спостережуваними і передбаченими значеннями. Суть МНК полягає в тому, що для заданої моделі і набору даних МНК знаходить такі значення параметрів моделі, які мінімізують суму квадратів різниць між спостережуваними значеннями і значеннями, передбаченими моделлю. Метод спрямований на знаходження "найкращих" параметрів моделі в тому розумінні, що мінімізується середньоквадратична помилка передбачень моделі [4].

Перевірка гіпотези за допомогою критерію Пірсона показала, що розподіл випадкової величини ε не відповідає гаусівському розподілу. Тому немає теоретичного обґрунтування для використання лінійної регресії. В цьому випадку можна побудувати нелінійну регресійну модель з використанням нормалізуючих перетворень. Одним з таких нормалізуючих перетворень є десятковий логарифм. За допомогою нормалізованих даних була побудована лінійна регресійна модель у вигляді:

$$Z_y = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 Z_1 + \hat{b}_2 Z_2 + \varepsilon, \quad (2)$$

де: $Z_y = \log_{10}(Y)$, $Z_1 = \log_{10}(X_1)$, $Z_2 = \log_{10}(X_2)$.

При побудові моделі (2) була проведена обробка емпіричних даних націлена на виявлення викидів. Для цього були використані такі методи, як перевірка відстані квадрату Махаланобіса для кожного рядка, перевірка гіпотези про нормальний розподіл випадкової величини ε за критерієм Пірсона, та перевірка виходу значень залежної змінної за інтервал передбачення. Окремі значення вибірки, які не відповідали критичним показникам, були ідентифіковані як викиди. Викиди були видалені з вибірки, а знаходження коефіцієнтів моделі проводилось повторно, до поки не були видалені усі викиди.

Загалом було видалено 8 викидів, для 32 рядків даних, що залишилися, оцінки коефіцієнтів були наступні: $\hat{b}_0 = 1,5805$, $\hat{b}_1 = 0,7562$, $\hat{b}_2 = 0,6147$.

На основі лінійної моделі для нормалізованих значень було побудовано багатофакторну нелінійну регресійну модель:

$$Y = 10^{\varepsilon + b_0} x_1^{b_1} x_2^{b_2}. \quad (3)$$

Для моделі (3) значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,96$, середнє значення модуля відносної похибки $MMRE = 0,13$ і значення рівня прогнозування $PRED(0,25) = 0,97$.

Порівнюючи з раніше відомою моделлю [2], для якої $MMRE = 1,39$, вдається досягти підвищення достовірності за значенням $MMRE$ на 1000%.

Висновки. В роботі було побудовано багатофакторну нелінійну регресійну модель для оцінювання розміру вебзастосунків, що створюються з використанням мови програмування C#. Побудована модель має високу достовірність оцінювання. В порівнянні з моделлю [2], побудована модель дозволяє досягти підвищення достовірності за значенням $MMRE$ на 1000%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Макарова, Л.М., Приходько, Н.В., Кудін, О.О. (2019). Побудова нелінійної регресійної моделі для оцінювання розміру веб-додатків, реалізованих мовою Java. *Науковий журнал «ВІСНИК ХНТУ»*, 2 (69), 148-152.
- [2] Латанська, Л.О., Макарова, Л.М., Нікітіна, О.Ю., Нікітін, О.В. (2022). Математичне моделювання в задачах оцінювання розміру прикладного програмного забезпечення з відкритим кодом на С#. *Computer Science and Applied Mathematics*, 66-74. <https://doi.org/10.26661/2413-6549-2022-1-08>
- [3] NDepend (n.d.). *100+ .NET and C# Code Metrics*. Retrieved October 15, 2023 from <https://www.ndepend.com/docs/code-metrics>
- [4] Павленко, П.М. (2013). *Основи математичного моделювання систем і процесів : навч. посіб.*

Petruchenko Serhii, Pukhalevych Andrii

A multivariate nonlinear regression model for estimating the size of web applications created using the C# programming language

Abstract. *The article considers the construction of a multivariate nonlinear regression model for estimating the code size of web applications created using the C# programming language. The following metrics were used as factors: number of classes and number of methods per class.*

Keywords: *regression model; code size; C#-applications; metric data estimation.*