

ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ ЕФЕКТИВНОГО ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК

*Максим Канарадзе,
КЗЗСО «Кушугумська гімназія „Інтелект“»
Кушугумської селищної ради
Запорізького району Запорізької області*

У статті розглянуто дослідження моделі формування навичок класифікації (інформаційне забезпечення) за допомогою інтерактивної вебплатформи для вивчення алгоритмів класифікації (програмне забезпечення). Представлено розробку моделі автоматизованого формування навичок класифікації, заснованої на комбінованому підході. Окреслено можливості реалізації інтерактивної вебплатформи для вивчення алгоритмів класифікації, що використовує сучасний технологічний стек: Python, JavaScript, фреймворк Flask та бібліотеки NumPy, Pandas, Scikit-learn, Plotly.js, D3.js.

Ключові слова: автоматизоване формування навичок, інтерактивна вебплатформа, алгоритми класифікації, програмне забезпечення, штучний інтелект, освіта.

Постановка проблеми. Інтеграція цифрових інструментів у процес навчання вимагає переосмислення педагогічних підходів. Виникає необхідність розробки спеціалізованих платформ, які поєднують теоретичні навички з практичними. Одним із ключових напрямків у сучасних підходах до розв'язання проблеми формування інтелектуальних навичок є активне використання сучасних технологій та розробок програмного забезпечення. Розробка інтерактивної вебплатформи надає можливість візуально досліджувати роботу алгоритмів класифікації, вивчати вплив їхніх параметрів на результати та порівнювати ефективність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кластерний аналіз навичок, які будуть затребувані в XXI столітті, був проведений на основі результатів численних соціологічних і наукових досліджень. Серед них – дослідження Teaching and Learning 21st Century Skills in Maine, Науково-дослідний інститут Мейна [7], National Research Council [3, с. 221], Національний центр статистики освіти (NCES) [2] та інші [4]. Також враховані рамкові термінології навичок XXI століття, як-от P21 [5] та ATC21 [1]. Ураховані теоретичні основи складових навичок XXI століття, включно з руховими,

інтелектуальними та перцептивними навичками, технічними, людськими (соціальними) та концептуальними навичками за К. Соммеріль, «твердими» та «м'якими» навички за М. С. Рао [6].

Всесвітній економічний форум представив Future of Jobs Report 2025 [8], який аналізує ключові тренди, що змінюватимуть глобальний ринок праці до 2030 року. Аналітичні навички матимуть попит на ринку праці в найближчі п'ять років: висновки Future of Jobs Report 2025. Для адаптації щодо змін найбільш затребуваними стануть аналітика великих даних і штучний інтелект, технологічна грамотність та креативність. Звіт показує, що найшвидше зростає попит на технологічні навички (*hard skills*). Серед них: штучний інтелект і великі дані; мережеві технології та кібербезпека; технологічна грамотність. Також роботодавці все частіше звертають увагу на м'які навички (*soft skills*), а саме: креативне мислення; гнучкість і стійкість; цікавість і навчання впродовж життя.

Враховуючи виділені навички, можна запропонувати умови, за яких можливе успішне формування навичок XXI століття у молодих людей, а також інформаційно-комунікаційні технології (онлайн-сервіси), що дозволяють це зробити. Цифрова грамотність формується за умов використання інформаційно-комунікаційних технологій для розв'язання навчальних і життєвих завдань, використання інтернет-ресурсів для нових можливостей і кар'єрного зростання, створення й обробки фото-, відео- та інших файлів, опанування програм з графічного дизайну тощо. Особистісні навички, як-от гнучкість, формуються через необхідність адаптуватися до мінливих умов навчання і роботи. Найкраще сформувати ці навички можна у процесі діяльності, спрямованої на розв'язання проблем, а також роботи в групах, що вимагає адаптації до незвичних умов і врахування думок інших. Ініціативність виражається в умінні проявляти ініціативу в різних ситуаціях, об'єктивно оцінювати власні сили, знання та навички, керувати своїм навчанням і розвиватися.

Мета статті полягає в дослідженні моделі вебплатформи як інформаційного та програмного забезпечення для автоматизованого формування навичок класифікації інженера програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Індивідуальна траєкторія навчання людини-українця формується на основі чинного стандарту вищої освіти України [15]. Визначимо, що класифікація – це здатність людини-українця систематизувати, групувати, організовувати інформацію та формулювати структури даних або вимог на основі аналізу. Виявлено такі фахові компетентності інженера програмного забезпечення, які прямо чи опосередковано вимагають розвинених навичок класифікації:

1. SK01 – Навички класифікації безпосередньо пов'язані із здатністю групувати, упорядковувати та визначати пріоритетність вимог до програмного забезпечення. Інженер програмного забезпечення має ідентифікувати, які вимоги є функціональними, нефункціональними, обов'язковими чи додатковими.

2. SK03 – Процес класифікації дозволяє інженеру програмного забезпечення структурувати підсистеми, модулі, компоненти архітектури, а також розмежувати їхні функції, ролі та взаємодії.

3. SK05 – Класифікація використовується для організації стандартів, специфікацій та вимог за категоріями та їх інтеграції в розробку програмного забезпечення.

4. SK07 – Навички класифікації допомагають систематизувати проблеми, аналізувати взаємозв'язки між різними областями знань, визначати релевантні підходи та рішення.

5. SK08 – Класифікація дозволяє організувати етапи життєвого циклу, визначити ітерації, розподілити завдання та забезпечити логічний порядок їх виконання.

6. SK09 – Інженери програмного забезпечення використовують навички класифікації для систематизації тестових сценаріїв, розмежування видів дефектів, визначення критеріїв якості й організації тестових даних.

Виокремлені фахові компетентності спрямовані на аналіз, проектування, організацію процесів і забезпечення якості програмного забезпечення. Це потребує вміння впорядковувати, групувати та систематизувати інформацію. Здатність структурувати інформацію впливає на всі етапи розробки програмного забезпечення – від аналізу вимог до тестування та документування, що створює фундамент для ефективного управління

складними проектами, прийняття обґрунтованих архітектурних рішень та забезпечення якості кінцевого продукту.

Інтерактивне навчання на основі моделі вебплатформи передбачає можливість вибору та комбінування різних алгоритмів класифікації, налаштування параметрів алгоритму класифікації (наприклад, значення K для KNN, параметри регуляризації для Logistic Regression), а також додавання нових алгоритмів класифікації (наприклад, більш складних), вибір наборів даних і можливість завантаження користувацьких наборів.

Програмне забезпечення експериментів і візуалізації передбачає представлення результатів у вигляді графіків класифікації, теплових карт, контурних графіків тощо для кожного алгоритму. Також передбачено порівняння алгоритмів, тобто відображення результатів кількох класифікацій одночасно для порівняння їхньої ефективності. Також передбачено використання метрик якості класифікації (Accuracy, Precision, Recall, F1-score, Confusion Matrix) для оцінки роботи алгоритмів.

Реалізація інтерактивного інтерфейсу передбачає зручність для вибору алгоритмів, налаштування параметрів і візуалізації результатів. У режимі реального часу передбачене динамічне оновлення візуалізацій та результатів експериментів. Також передбачено можливість зберігати та порівнювати різні експерименти.

Зворотний зв'язок запропоновано реалізувати з використанням генеративного AI. Зокрема, заплановано інтерактивні завдання та тести для закріплення навичок класифікації; аналіз типових помилок і надання способів їх виправлення; персоналізовані рекомендації щодо подальшого навчання на основі результатів експериментів. Блок генеративного AI введено до загальної структури моделі автоматизованого формування навичок класифікації та встановлено зв'язки впливу на інші блоки моделі. Структуру моделі автоматизованого формування навичок класифікації наведено на рис. 1.

Основні проєктні рішення реалізації інтерактивної вебплатформи базуються на модульній архітектурі з чітким розподілом відповідальності між компонентами. Структура проєкту організована за принципом розділення серверної та клієнтської частин, що забезпечує гнучкість у розробці та підтримці системи.

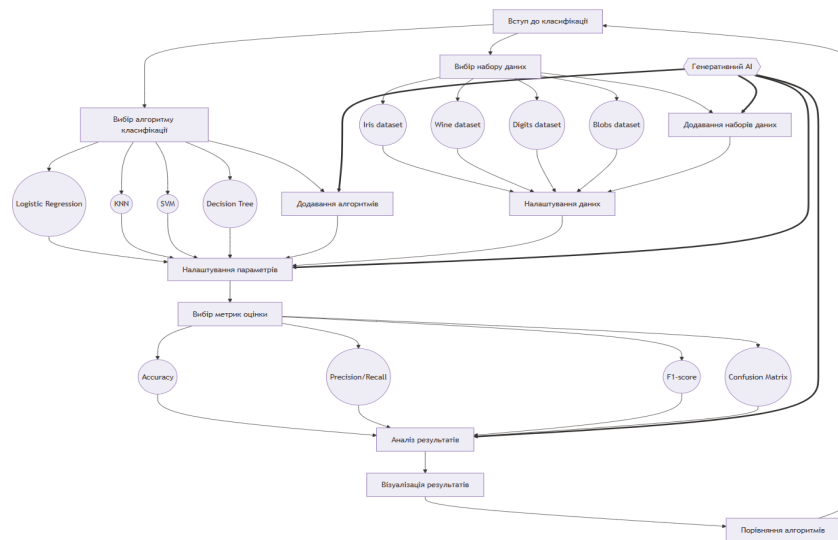


Рис. 1. Структура моделі автоматизованого формування навичок класифікації з використанням генеративного AI

Серверна частина складається з чотирьох основних модулів.

Модуль алгоритмів *algorithms* містить реалізації алгоритмів класифікації з уніфікованим інтерфейсом. Кожен алгоритм реалізований у окремому файлі та включає функції навчання моделі *train()* та отримання даних для візуалізації *get_data_for_visualization()*. Модуль використовує бібліотеку *scikit-learn* для базової реалізації алгоритмів і розширює її функціональність для забезпечення візуалізації.

Модуль обробки даних *data* відповідає за завантаження та попередню обробку наборів даних. Основний компонент *data_loader.py* забезпечує уніфікований інтерфейс для роботи з різними наборами даних, включаючи Iris, Wine, Digits та Blobs. Модуль виконує стандартизацію даних і надає метадані про набори даних.

Модуль метрик *metrics* реалізує розрахунок показників ефективності класифікації. Компонент *metrics_calculator.py* обчислює точність, повноту, F1-міру та матрицю невідповідностей для оцінки якості моделей. Модуль підтримує як абсолютні, так і нормалізовані значення метрик.

Головний модуль серверної частини *app.py* реалізує REST API для взаємодії з клієнтською частиною. Модуль обробляє запити на завантаження даних, навчання моделей, порівняння алгоритмів та отримання даних для візуалізації.

Клієнтська частина реалізована як односторінковий вебдодаток і складається з двох модулів.

Інтерфейсний модуль визначає структуру користувацького інтерфейсу, включаючи елементи керування параметрами алгоритмів та області для відображення візуалізацій.

Модуль логіки забезпечує обробку користувацьких дій, комунікацію з сервером і динамічне оновлення візуалізацій. Модуль використовує бібліотеки Plotly.js для створення графіків та D3.js для візуалізації дерев рішень.

Взаємодія між модулями інтерактивної вебплатформи відбувається через REST API з використанням формату JSON для обміну даними. Запити на сервер включають параметри алгоритмів та ідентифікатори наборів даних. Відповіді на запит клієнта містять результати класифікації, дані для візуалізації та метрики.

У результаті проєктування створено модульну вебплатформу, що підтримує інтерактивну взаємодію з користувачем для вивчення алгоритмів класифікації (рис. 2).

Розглянемо принцип роботи реалізованої інтерактивної вебплатформи.

Спочатку користувач обирає набір даних у вебінтерфейсі. Після того формується запит до сервера. Модуль даних завантажує обраний набір даних і передає його до модуля алгоритмів для подальшої обробки.

Наступним кроком користувач обирає алгоритм класифікації та налаштовує його параметри за допомогою вебінтерфейсу. Конфігурація передається на сервер, де ініціалізується відповідна модель машинного навчання. На завершальному етапі розраховуються показники ефективності обраного алгоритму. Результати розрахунків передаються назад через API до вебінтерфейсу, де формується інтерактивна візуалізація для користувача.

Запропоновані архітектурні рішення забезпечують масштабованість програмного забезпечення шляхом додавання нових алгоритмів класифікації, нових наборів даних і типів візуалізації без суттєвих змін у наявному коді. Модульна структура також спрощує тестування та підтримку окремих модулів проєкту. Розроблено інтерактивну вебплатформу для вивчення алгоритмів класифікації.

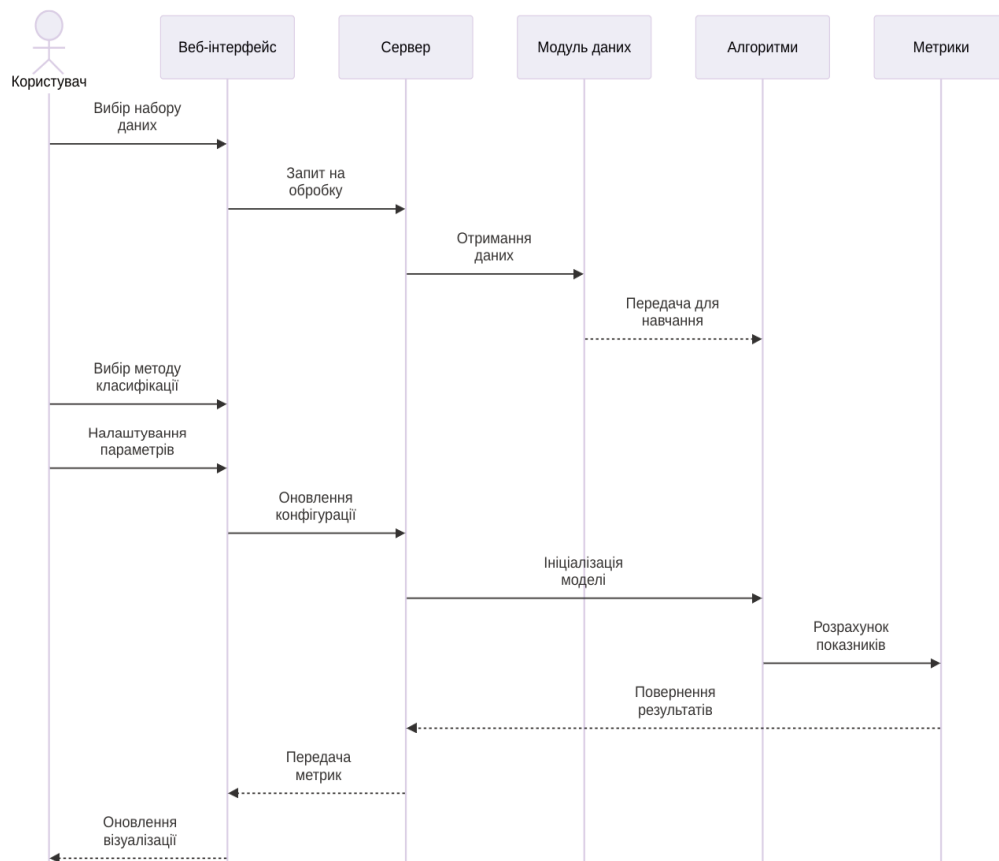


Рис. 2. Діаграма послідовності взаємодії модулів

Демонстрація роботи інтерактивної вебплатформи. Розглянемо сценарій використання вебплатформи. Вивчення впливу кількості сусідів у методі k-NN на наборі даних Iris з акцентом на зміну меж прийняття рішень. Розглянемо дослідження впливу параметра кількості сусідів на межі прийняття рішень та точність алгоритму k-найближчих сусідів із використанням набору даних Iris. Набір даних містить дані про три види ірисів з чотирма характеристиками квітів ірисів: довжина і ширина чашолистка, довжина і ширина пелюстки (рис. 3).

Висновки. У результаті аналізу проблеми розвитку навичок виявлено, що візуалізація й інтерактивність у автоматизованому формуванні навичок значно підвищують ефективність навчання та засвоєння складних алгоритмів.

У результаті аналізу існуючих моделей формування навичок запропоновано комбінований підхід і побудовано графову модель автоматизованого формування навичок класифікації. На основі запропонованої моделі розроблено інтерактивну вебплатформу для вивчення алгоритмів класифікації.

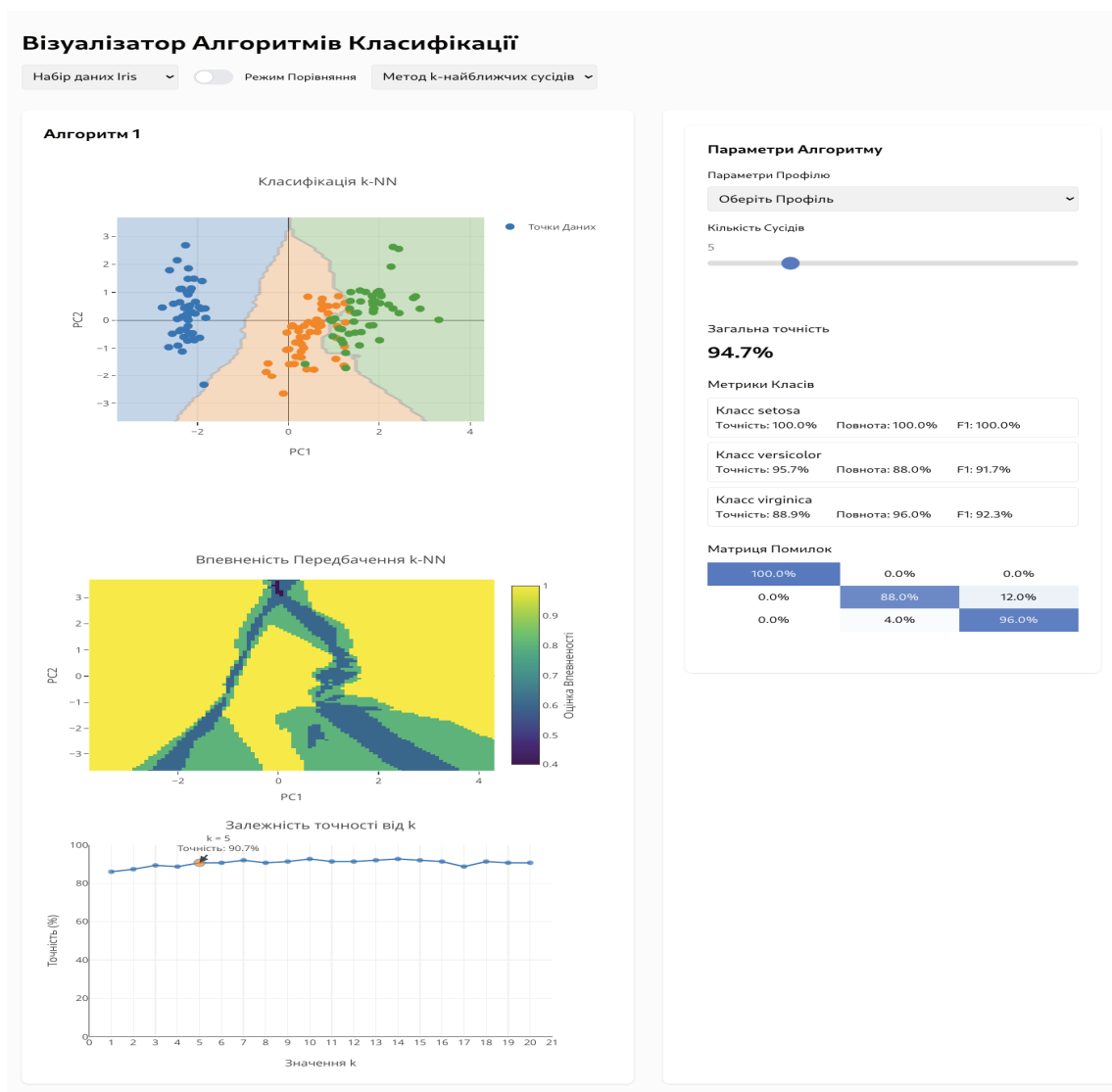


Рис. 3. Точна класифікація за алгоритмом k-найближчих сусідів

Обґрунтовано необхідність створення спеціалізованих інтер-активних платформ, які поєднують теоретичне та практичне навчання з використанням інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів і зворотного зв'язку.

Список використаних джерел

1. Assessment and teaching of 21st century skills (ATC21S). URL: <https://surl.lu/itmpap> (accessed: 06.05.2025).
2. Chandra L. Muller. Measuring school contexts. Sage Journals. URL: <https://surli.cc/nfskpb> (accessed: 06.05.2025).
3. Education for Life and Work. National Research Council. 2012. *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington, DC : The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13398> (accessed: 06.05.2025).

4. Learners' challenges and english educators' approaches in teaching speaking skills in an ESL classroom : a literature review. Research Gate. URL: <https://surl.li/zxsnga> (accessed: 06.05.2025).
5. P21, Framework for 21st Century Learning. URL: <https://surl.lu/ssyqcv> (accessed: 06.05.2025).
6. Soft skills – enhancing employability. Google Books. URL: <https://surl.li/gxbtnx> (accessed: 06.05.2025).
7. Teaching and Learning 21st Century Skills in Maine. URL: <https://surl.lu/qvvmhc> (accessed: 06.05.2025).
8. The future of jobs report 2025. URL: <https://surl.lu/pxuibx> (accessed: 06.05.2025).

KANARADZE MAKSYM. INFORMATION AND SOFTWARE SUPPORT FOR THE INTELLECTUAL COMPONENT OF EFFECTIVE SKILLS FORMATION

The article explores the development of a modern educational tool designed to automate the formation of classification skills through an interactive web platform that integrates theoretical knowledge with hands-on algorithm experimentation. The study presents a detailed model of intellectual skill development supported by both information systems and software architecture, emphasizing the importance of interactive, visual learning in the context of the digital transformation of education. It bridges the gap between abstract machine learning theory and applied computational practice, providing a structured environment for skill acquisition. The platform utilizes a contemporary technology stack, including Python and JavaScript, the Flask microframework, and libraries such as NumPy, Pandas, Scikit-learn for algorithmic implementation, and Plotly.js, D3.js for interactive data visualization. The system architecture is modular, comprising independent server-side and client-side modules that enable flexible expansion and ease of maintenance. Classification experiments feature adjustable parameters, performance metrics (e.g., Accuracy, Precision, F1-score), and multi-algorithm comparisons, facilitating an in-depth understanding of algorithm behavior. The incorporation of generative AI for feedback, diagnostics, and personalized learning enhances the adaptability and cognitive impact of the system. Pedagogically, the article underscores the integration of hard and soft skills, highlighting the platform's capacity to develop critical professional competencies such as abstraction, analysis, and structured thinking-skills essential for software engineers. The work is grounded in 21st-century skill frameworks and supports Ukraine's national educational standards. Concluding results demonstrate the platform's efficacy in improving skill acquisition, thus advocating for wider adoption of intelligent, modular, and interactive learning systems in technical education.

Key words: automated skill formation, interactive web platform, classification algorithms, software, artificial intelligence, education.

Надійшла до редакції 05.05.2025 р.