

УДК 37.091.3:004.8

Коваль Олександр Миколайович

здобувач наукового ступеня

Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна

o.m.koval@npu.edu.ua

ORCID: 0009-0007-6122-5181

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ПРОГРАМУВАННЯ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

Анотація. Змішане навчання, яке поєднує традиційні методи навчання з онлайн-інструментами, потребує ефективних технологічних рішень, зокрема для забезпечення безперервного зворотного зв'язку між вчителем та учнем. У статті проаналізовано сучасний стан проблеми організації змішаного навчання, досліджено питання використання сучасних інформаційних технологій, зокрема штучного інтелекту та нейронних мереж в процесі навчання програмування. Також авторами здійснено детальний опис авторської розробки освітньої платформи VirtualLaboratories, VirtualLaboratories – це концепція освітньої платформи для навчання програмування, яка спрямована на використання штучного інтелекту, а саме нейронних мереж, для автоматизації окремих процесів написання коду, оцінювання та перевірки готових програмних рішень. Платформа підтримує використання кількох мов програмування, таких як C#, SQL, Python, і інтегрує провідні нейронні мережі для аналізу, оптимізації та покращення якості коду. Це включає використання таких моделей, як GPT-4 Code, CodeBERT, CodeT5, що забезпечують не лише автоматичний аналіз коду, але й надають рекомендації щодо покращення та оптимізації рішень. Завдяки цим можливостям платформа дозволяє вчителям зосередитися на індивідуальній роботі з учнями, відстежуючи їхній прогрес, а учням – вирішувати завдання в зручний для них час, отримуючи об'єктивний і високоточний аналіз своїх рішень. У статті також наведено приклади інтеграції нейронних мереж для автоматизації процесів перевірки програмного коду, що значно скорочує час перевірки робіт та мінімізує помилки. Описано основні функціональні можливості платформи, що дозволяють створювати різноманітні програмні завдання, надавати зворотній зв'язок у реальному часі та використовувати аналізатор помилок для вдосконалення програмних рішень. Також окреслено перспективи подальшого дослідження у напрямку впровадження нових алгоритмів штучного інтелекту та розширення можливостей платформи для роботи з більш складними завданнями й мовами програмування.

Ключові слова: штучний інтелект; змішане навчання; нейронні мережі; автоматизація навчання; програмування; навчальні платформи; перевірка коду; онлайн-інструменти

Вступ. Змішане навчання, яке поєднує традиційні методи навчання з сучасними цифровими технологіями, стало важливою складовою освітнього процесу у XXI столітті. Завдяки цьому підходу учні можуть поєднувати самостійне навчання в онлайн-середовищі із заняттями під керівництвом вчителів у класі, що дозволяє їм засвоювати матеріал гнучкіше й адаптивніше до їх потреб.

Досліджуючи питання організації освітнього процесу в умовах змішаного навчання, однією з найбільших проблем є складність забезпечення якісного зворотного зв'язку вчитель-учень в реальному часі, особливо коли мова йде про навчання з програмування. Ефективна робота вчителя та учня в процесі навчання програмування є вкрай складним процесом і в умовах змішаного навчання вимагає додаткової попередньої підготовки вчителя з моменту вибору онлайн засобів та платформ навчання з програмування до моменту детального аналізу, оцінки правильності синтаксису, логіки програми та оптимізації коду, написаного учнем. Традиційні методи перевірки коду, які передбачають ручну оцінку вчителем, займають багато часу і ресурсів, що ускладнює роботу в умовах змішаного навчання, коли вчитель і учень можуть бути розділені в просторі і часі.

Успішне впровадження змішаного навчання вимагає також наявності інструментів для автоматизації процесів контролю й оцінювання знань учнів. У цьому контексті технології штучного інтелекту і автоматизації можуть відігравати важливу роль, забезпечуючи безперервний і точний зворотний зв'язок між учнями та вчителями.

Українські вчені активно досліджують можливості застосування цифрових технологій в освітньому процесі, зокрема у змішаному навчанні. Це такі науковці як: В. Биков, М. Жалдак, О. Кузьмінська, В. Кухаренко, В. Лапінський, М. Олійник, Н. Морзе, Ю. Рамський, С. Семеріков, Є. Смирнова-Трибульська, О. Спірін,, Т. Собченко, О. Струтинська, А. Стрюк, Ю. Триус, М. Умрик, В. Франчук та інші [1-11].

В. Кухаренко у своїй праці «Перешкоди впровадженню дистанційного навчання» підкреслює важливість поступового переходу до змішаного навчання, що включає адаптацію традиційних методів до цифрових інструментів і дистанційних технологій. Він зазначає, що університети повинні створювати дистанційні курси, що базуються на різних педагогічних теоріях, зокрема конструктивістські та коннективістські курси для бакалаврів і магістрів. Це допомагає забезпечити якісну підготовку студентів і ефективно інтегрувати змішане навчання в освітній процес, створюючи гнучкі можливості для студентів на різних етапах їх навчання [1, С.35-38].

Також Н. Морзе, Ю. Рамський, С. Семеріков, О. Струтинська та деякі інші науковці у своїх роботах аналізують засоби для організації змішаного навчання, які можуть бути використані в підготовці майбутніх учителів [3, С.173],[4, С.235-241],[5, С.179-199]. Вони звертають увагу на необхідність використання сучасних інформаційних технологій, зокрема і штучного інтелекту, вказуючи на важливість організації систем розвитку цифрової компетентності вчителів інформатики. Одним із ключових аспектів, на який вказують провідні науковці, є значення формування у студентів, майбутніх вчителів, навичок самостійної роботи, самоорганізації і самонавчання з використанням сучасних цифрових технологій, що дозволить їм адаптуватися до швидкоплинних змін в освітньому середовищі та формувати відповідні професійні компетенції, необхідні для роботи в умовах змішаного навчання [3, С.173], [5, С.185].

На міжнародному рівні подібні дослідження активно підтримують науковці та інженери. Наприклад, професор А. Інґ з Університету Стенфорда, відомий своїми дослідженнями у сфері штучного інтелекту, стверджує, що автоматизація освітніх процесів є ключем до персоналізації навчання та підвищення його якості. У своїх роботах він доводить, що алгоритми машинного навчання можуть не тільки перевіряти знання студентів, але й надавати рекомендації для покращення результатів [12].

У галузі комерційних продуктів також існують рішення, що спрямовані на підтримку змішаного навчання та автоматизацію освітніх процесів. Одним із провідних прикладів є Coursera – платформа, яка станом на 2023 рік налічує понад 124 мільйони учнів по всьому світу та пропонує більше 5 000 курсів з різних дисциплін, серед яких курси з програмування є одними з найпопулярніших. Згідно з дослідженням компанії HolonIQ, у 2022 році понад 80% студентів, які вивчають програмування на Coursera, завершили курси з успішним результатом, завдяки інтеграції штучного інтелекту для автоматизованої перевірки завдань. Крім того, 87% опитаних студентів зазначили, що отриманий зворотний зв'язок допоміг їм краще зрозуміти матеріал (HolonIQ Global Education Market Report, 2022) [24].

Інший приклад – GitHub Copilot, інструмент для програмістів, що використовує штучний інтелект для генерації та виправлення коду в реальному часі [13]. Дослідження, проведене компанією GitHub у 2023 році, показало, що цей інструмент використовують понад 1,2 мільйона розробників по всьому світу, з яких більше 30% працюють в освітніх установах (GitHub Education Annual Report, 2023) [25]. Copilot генерує понад 4 мільйони рядків коду щомісяця, полегшуючи процес розробки та навчання програмуванню. Згідно

з опитуванням, проведеним серед користувачів, 73% студентів вважають, що Copilot покращує їхні навички програмування завдяки миттєвому зворотному зв'язку та підказкам щодо оптимізації коду (GitHub Copilot User Study, 2023) [26]. Крім того, використання Copilot зменшує час написання коду на 50%, що значно пришвидшує навчальний процес (GitHub Developer Survey, 2023) [27].

У контексті змішаного навчання, платформи подібні до Coursera і GitHub Copilot можуть значно спростити навчальний процес, забезпечуючи постійну взаємодію між учнями та вчителем через освітню платформу. Використання штучного інтелекту не тільки підвищує ефективність перевірки завдань, але й дозволяє індивідуалізувати навчання для кожного учня, враховуючи його прогрес та потреби. Крім того, це відкриває нові можливості для вчителів, оскільки вони можуть зосередитися на глибшому аналізі результатів, залишивши рутинні перевірки автоматизованим системам.

Мета дослідження – проаналізувати сучасний стан проблеми організації змішаного навчання, дослідити питання використання сучасних інформаційних технологій, зокрема штучного інтелекту та нейронних мереж в умовах змішаного навчання, розробка та аналіз інтерактивної освітньої платформи VirtualLaboratories, використання якої забезпечує автоматизацію окремих процесів написання коду, оцінювання та перевірки готових програмних рішень.

Використання платформи дозволяє вчителю та учням ефективно працювати та взаємодіяти, зокрема за допомогою штучного інтелекту в процесі навчання програмування. Основна увага приділяється використанню нейронних мереж для аналізу, оцінки та оптимізації виконаних завдань учнів.

Методи дослідження

Для досягнення поставленої мети було застосовано такі методи:

1. **Аналіз літературних джерел** – вивчення робіт українських та іноземних дослідників у галузі змішаного навчання, штучного інтелекту в процесі навчання програмування. Цей метод допоміг визначити сучасні тенденції та підходи до використання технологій у навчанні, а також забезпечив теоретичну базу для розробки нових рішень.
2. **Моделювання** – створення концептуальних моделей використання штучного інтелекту для автоматизації окремих процесів написання коду, оцінювання та перевірки готових програмних рішень, що дозволило побудувати архітектуру платформи VirtualLaboratories.

Практичні методи дослідження:

1. **Емпіричні дослідження** – аналіз існуючих освітніх платформ, таких як Coursera та GitHub Copilot та інших, з метою вивчення їхньої ефективності у процесі автоматизованої перевірки знань, що дозволило визначити найкращі практики для інтеграції їх у власну платформу.
2. **Розробка програмного забезпечення** – інтеграція функціональних модулів платформи VirtualLaboratories для автоматизованої перевірки коду, зокрема інтеграція 9 нейронних мереж для аналізу учнівських рішень.
3. **Аналіз готового програмного рішення** модулів платформи VirtualLaboratories та шляхів удосконалення.

1. Теоретичне підґрунтя дослідження. Сьогодні існують численні платформи для змішаного навчання, які частково автоматизують освітні процеси. Як було зазначено вище такі платформи, як Coursera, EdX та UdeMY пропонують широкий спектр курсів із вбудованою автоматизованою перевіркою тестів та завдань. Вони мають значні можливості для навчання, зокрема адаптивні персоналізовані завдання, форуми для обговорення та сертифікація слухачів, що дозволяє отримувати знання з різних галузей. Coursera та EdX співпрацюють із провідними університетами та навчальними закладами,

надаючи доступ до високоякісного контенту, включаючи відеолекції, адаптивні персоналізовані вправи та тестування з використанням штучного інтелекту, що сприяє глибокому розумінню теми. Наприклад, на Coursera можна пройти курс «Python for Everybody» від Мічиганського університету, де після кожної теми є автоматизовані тести для перевірки розуміння матеріалу. Проте їхні можливості обмежуються теоретичними завданнями або тестами, що не дає змоги надавати учням повноцінний аналіз та зворотний зв'язок щодо програмного коду [20].

Інші платформи, такі як GitHub Copilot та Replit, орієнтовані на допомогу професійним програмістам, автоматизуючи частину процесу написання та виправлення коду. GitHub Copilot використовує технології штучного інтелекту для генерації фрагментів коду на основі підказок користувача, що значно пришвидшує процес розробки та може підказувати різні підходи до розв'язання задачі [13]. Наприклад, GitHub Copilot може запропонувати готовий шаблон функції для обробки даних, що зекономить час розробнику. Replit дозволяє виконувати код у реальному часі, спрощуючи співпрацю та тестування, забезпечуючи середовище, де програмісти можуть спільно працювати над проектами, редагувати та запускати код [23]. Наприклад, учні можуть використовувати Replit для створення спільних навчальних проектів, де кожен учасник має можливість внести зміни в код та одразу бачити результат. Проте вони не спрямовані на освітні цілі й не забезпечують навчання через детальний аналіз рішень та рекомендації для їхнього вдосконалення.

Також існують інші платформи, зокрема HackerRank та LeetCode, використання яких надає можливості для практичного вивчення програмування, зокрема через завдання з алгоритмів та структур даних. HackerRank пропонує широкий вибір задач із різних галузей програмування, включаючи алгоритми, структури даних, SQL та навіть специфічні мови програмування. Наприклад, на HackerRank можна знайти завдання з SQL, що допомагають студентам краще розуміти роботу з базами даних, практикуючи створення запитів [21].

LeetCode, своєю чергою, є популярним інструментом для підготовки до технічних співбесід, оскільки він надає задачі з різних рівнів складності, які використовуються в реальних співбесідах у великих технологічних компаніях [22]. Наприклад, розв'язуючи задачі на LeetCode, користувачі можуть готуватися до співбесід у таких компаніях, як Google та Facebook. Проте їхній освітній потенціал обмежується, оскільки вони зосереджені на розв'язанні задач без детального пояснення теоретичних аспектів, а також обмежують можливості учня отримувати персоналізовані рекомендації щодо покращення навичок.

З огляду на ці виклики, виникла потреба в розробці авторської платформи VirtualLaboratorie на основі штучного інтелекту для навчання програмування учнів, яка б допомогла вирішити ряд питань, зокрема проблеми ефективного написання коду учнем і перевірки готових програмних рішень вчителем в умовах змішаного навчання. Використання платформи VirtualLaboratorie вчителем та учнем здатне полегшити роботу усіх учасників освітнього процесу, а також забезпечити миттєвий зворотний зв'язок вчитель-учень та підвищити загальну ефективність навчального процесу.

VirtualLaboratories – це концепція освітньої платформи для навчання програмування, яка спрямована на використання штучного інтелекту, а саме нейронних мереж, для автоматизації окремих процесів написання коду, оцінювання та перевірки готових програмних рішень.

У цьому контексті розроблена авторська платформа VirtualLaboratories вирішує ці проблеми, оскільки спеціально створена для автоматизації процесу оцінювання програмних завдань у змішаному навчанні. Платформа інтегрує передові технології штучного інтелекту, зокрема 9 потужних нейронних мереж, таких як CodeBERT, OpenAI

Codex, GPT-4 Code, PolyCoder та інші, для аналізу коду учнів. Кожна з цих моделей має специфічні можливості, що дозволяють глибоко аналізувати код, знаходити помилки, пропонувати шляхи їх виправлення та надавати рекомендації щодо оптимізації.

Основна перевага VirtualLaboratories у тому, що вона не просто перевіряє правильність рішень, але й забезпечує автоматизований глибокий аналіз програмного коду, надаючи персоналізовані рекомендації для вдосконалення кожного завдання. Це дозволяє вчителям скоротити час на перевірку робіт і сконцентруватися на індивідуальній роботі з учнями. Учні ж отримують можливість не лише побачити помилки, але й зрозуміти, як їх виправити, і повторно подати завдання для оцінки.

На відміну від платформ, що фокусуються на автоматизації базових аспектів навчання, VirtualLaboratories поєднує автоматизовану перевірку з повноцінною підтримкою учнів на кожному етапі виконання програмних завдань. Це забезпечує не тільки миттєвий зворотний зв'язок, але й інтерактивний процес навчання, де учні можуть самостійно вдосконалювати свої рішення на основі отриманих рекомендацій, що робить навчання більш ефективним і адаптивним до індивідуальних потреб. Ця платформа відкриває нові можливості для розвитку змішаного навчання, роблячи процес оцінювання програмування більш ефективним, точним і орієнтованим на потреби кожного учня.

VirtualLaboratories побудована з використанням передових інструментів і підходів для створення інтерактивного навчального середовища, що адаптоване до змішаного навчання.

1.1. ASP.NET Core та Razor Pages.

Однією з основних технологій, яка використовується для створення платформи VirtualLaboratories, є ASP.NET Core – це високопродуктивна, кросплатформна структура для створення веб-додатків. Вона забезпечує масштабованість та гнучкість у розробці, а також дозволяє легко інтегрувати різноманітні інструменти для роботи з базами даних, аутентифікацією користувачів та інтерфейсами [14].

Razor Pages – це веб-інтерфейс, який дозволяє створювати динамічні сторінки та забезпечувати взаємодію між користувачем і системою. Цей підхід полегшує розробку користувацьких інтерфейсів, оскільки дозволяє чітко структурувати код і розділити логіку обробки даних та відображення [15].

1.2. Entity Framework Core.

Для керування базою даних використовується Entity Framework Core – об'єктно-реляційна система для взаємодії з SQL Server. Вона дозволяє швидко виконувати операції з базою даних, такі як зберігання завдань, груп, користувачів, результатів їхньої роботи, що є необхідним для підтримки функціоналу платформи [16].

1.3. Автентифікація та авторизація.

Завдяки вбудованим можливостям ASP.NET Core, платформа використовує Cookie Authentication для безпечного керування користувачами. Важливими функціями тут є авторизація вчителів і учнів, а також розмежування доступу до різних функціональних елементів платформи.

1.4. Інтернаціоналізація та локалізація.

Однією з важливих особливостей платформи є підтримка багатомовності, що дозволяє користувачам працювати як українською, так і англійською мовами. Для цього використовується ASP.NET Core Localization, яка забезпечує правильне відображення контенту залежно від вибору мови. Це дозволяє використовувати платформу у міжнародних освітніх установах (рис. 1).

Ласкаво просимо до VirtualLaboratories

Розумна система для вчителів і студентів для вивчення програмування через оцінку коду в реальному часі

Про систему

VirtualLaboratories — це вдосконалена освітня платформа, розроблена спеціально для вчителів і студентів для спрощення завдань з програмування і забезпечення оцінки коду в реальному часі. Система дозволяє вчителям створювати завдання з програмування різними мовами, такими як SQL, C#, Python тощо. Студенти повинні розв'язувати ці завдання, пишучи власний код.

VirtualLaboratories є інноваційною системою, яка об'єднує інтелектуальні інструменти та технології для вдосконалення процесу навчання програмування. Використовуючи найновіші нейронні мережі та алгоритми, ця платформа надає можливість автоматизованого оцінювання коду в реальному часі, забезпечуючи миттєвий зворотний зв'язок для студентів. Завдяки цьому вчителі можуть приділяти більше часу індивідуальній роботі з кожним учнем, а студенти отримують безперервне навчання та покращують свої навички через активну практику. Система також підтримує різні мови програмування, що робить її універсальним інструментом для закладів освіти будь-якого рівня. Моделі штучного інтелекту, такі як GPT-4, CodeBERT і Codex, дозволяють аналізувати, доповнювати та оптимізувати код студентів, а також надавати корисні підказки для вдосконалення їхніх рішень.

Нейронні мережі для оцінки коду

Нижче наведено список популярних нейронних мереж, які використовуються для оцінки коду в VirtualLaboratories. Ці моделі забезпечують точний і ефективний аналіз коду.

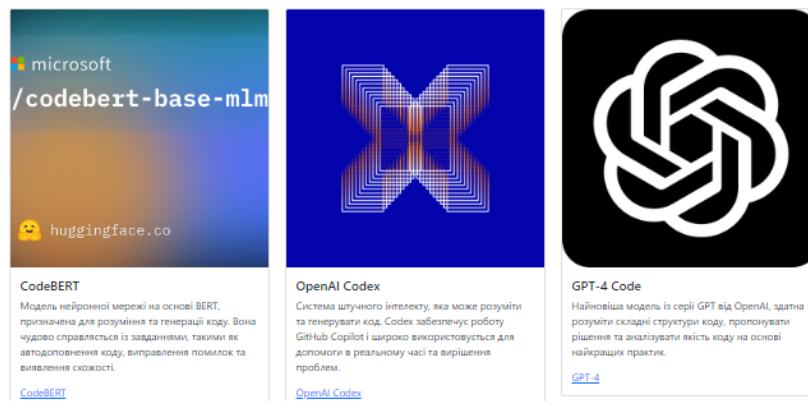


Рис. 1. Локалізація платформи українською і англійською мовами

1.5. Штучний інтелект та нейронні мережі.

Платформа VirtualLaboratories використовує 9 провідних нейронних мереж для автоматизованого аналізу та оцінки програмного коду учнів:

- CodeBERT – нейронна мережа, створена на основі BERT, спеціалізується на розумінні та генерації коду, використовується для автодоповнення, виявлення помилок та пошуку схожих фрагментів.
- OpenAI Codex – модель, здатна генерувати та розуміти код, використовується для створення розв'язків програмних завдань та допомоги учням під час написання коду.
- GPT-4 Code – модель із серії GPT від OpenAI, що аналізує структури коду та пропонує рекомендації для покращення якості рішень.
- CodeT5 – трансформер, оптимізований для завдань програмування, таких як генерація, узагальнення та виявлення дефектів.
- CodeGPT – варіант GPT, навчений для генерації та розуміння коду, забезпечує точний зворотний зв'язок для оптимізації програмного коду.
- PolyCoder – модель, яка генерує код різними мовами, акцентуючи увагу на правильному синтаксисі та мінімізації помилок.
- CoText – модель для аналізу тексту та коду одночасно, застосовується для генерації документації, перекладу та підсумування коду.
- Code2Vec – мережа, що перетворює фрагменти коду на векторні представлення для виявлення схожості та класифікації коду.
- GraphCodeBERT – мережа, яка поєднує аналіз коду та графових структур для підвищення точності при виявленні помилок і узагальненні коду.

Ці нейронні мережі дозволяють автоматизувати процес перевірки рішень учнів, надаючи високоточний аналіз, зворотний зв'язок та рекомендації для покращення коду.

2. Основні функціональні можливості використання платформи VirtualLaboratories під час навчання програмування учнів.

Платформа VirtualLaboratories пропонує широкий функціонал для автоматизації навчального процесу, зокрема навчання програмування, що відповідає вимогам сучасної освіти, особливо в контексті змішаного навчання.

Основні функціональні можливості використання платформи включають кілька важливих аспектів:

2.1. Створення та робота з завданнями.

Однією з ключових можливостей використання платформи є інструменти для створення та роботи з завданнями. Вчителі можуть створювати нові завдання, додавати їх опис, вибирати нейронні мережі для перевірки програмних рішень та генерувати підказки. Інтерфейс платформи містить послугу для вибору існуючої або створення нової групи учнів, додавання ключових параметрів завдання, включаючи мову програмування (SQL, C#, Python), та автоматизації перевірки програмних рішень учнів рішень через обрані моделі ШІ.

Як описано вище, основна інновація платформи – це використання 9 нейронних мереж для автоматичного аналізу програмних рішень учнів. Кожна з них має свої особливості та фокусується на різних аспектах перевірки коду. Опишемо специфіку використання даних нейронних мереж саме в площині використання через платформу VirtualLaboratories:

- CodeBERT та CodeT5 аналізують код на наявність синтаксичних та логічних помилок, а також надають рекомендації для їх виправлення.
- GPT-4 Code і OpenAI Codex не лише аналізують код, а й здатні генерувати повноцінні розв'язки на основі вхідного завдання, що допомагає учням краще зрозуміти логіку написання коду.
- PolyCoder та GraphCodeBERT спеціалізуються на роботі з різними мовами програмування, забезпечуючи правильність синтаксису та оптимізацію коду.
- CodeGPT та CoText фокусуються на підказках щодо покращення продуктивності та написання більш читабельного коду.
- Code2Vec допомагає аналізувати структуру коду, виявляти схожі фрагменти та оптимізувати їх.

Ці нейронні мережі автоматично перевіряють завдання учнів, надаючи рекомендації та допомагаючи покращити якість написаного коду (рис. 2).

The screenshot displays the VirtualLaboratories interface for a SQL task. At the top, the task title is "SQL: Отримання всіх користувачів з певною роллю" (SQL: Retrieving all users with a specific role). Below the title, there is a section for "Нейронні Мережі" (Neural Networks) with five selectable AI models: CodeBERT, OpenAI Codex, GPT-4 Code, CodeT5, and CodeGPT. Each model has a "Вибрати" (Select) button. Below the model selection, there is a "Ваш Код" (Your Code) section with a text area containing the SQL query: "SELECT * FROM Users WHERE Role = 'Admin'". To the right of the code area is a "Дані Завдання" (Task Data) table with columns "Змінна" (Variable) and "Значення" (Value). The table contains three rows: UserID (123), UserName (JohnDoe), and Role (Admin). Below the code and data sections, there is a "Шпаргалка" (Hint) section with a "Вибрати" button. The hint text reads: "Це шпаргалка, згенерована штучним інтелектом. Деталі Шпаргалки: - Використовуйте правильні імена змінних для кращого розуміння. - Дотримуйтесь принципів оптимізації коду, особливо в SQL запитках. - Перевіряйте результати на наявність нульових або некоректних значень." At the bottom, there is a "Результати Оцінки" (Evaluation Results) section with a "Вибрати" button. The evaluation text reads: "Оцінка: 95/100. Ваш код оптимальний та ефективний, проте можна покращити продуктивність за рахунок використання індексів у запитках." Below the evaluation results is a "Найкращі Рішення" (Best Solutions) section.

Рис. 2. Екран для надання відповіді учня

Після того, як учень завантажує своє програмне рішення, обрана нейронна мережа автоматично тестує і перевіряє його. Система надає:

- пояснення виявлених помилок;
- рекомендації щодо покращення рішення;
- оцінку на основі критеріїв, налаштованих вчителем;

Це дозволяє вчителям зосередитись на індивідуальній роботі з учнями, а учні можуть самостійно вдосконалювати свої навички через безперервний автоматизований зворотний зв'язок.

2.2. Пошук і сортування завдань

Платформа підтримує розширений пошук і фільтрацію завдань для учнів та вчителів за різними критеріями, такими як назва завдання, ім'я автора або група. Це значно полегшує учням і вчителям управління великим обсягом завдань та швидке знаходження необхідних матеріалів.

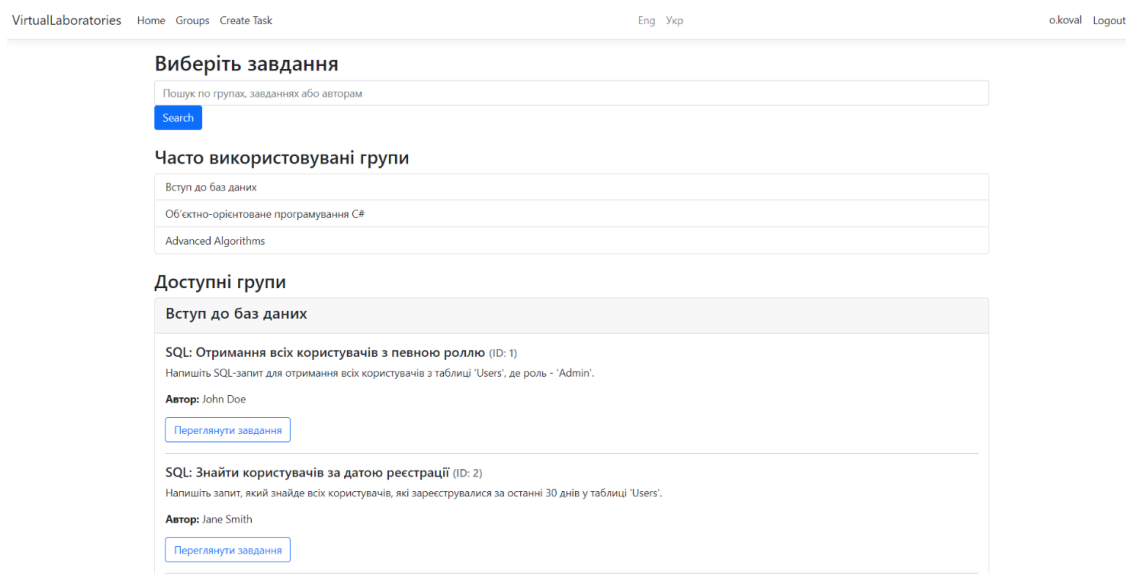


Рис. 3. Інтерфейс пошуку завдань із полем для введення пошукових запитів

На рисунку 3 видно інтерфейс пошуку завдань із полем для введення пошукових запитів та можливістю фільтрувати завдання за різними параметрами, такими як група або автор.

Учні можуть:

- шукати завдання за ключовими словами;
- фільтрувати завдання за групами;
- сортувати результати за релевантністю або датою створення;

Вчителі, зі свого боку, можуть легко знайти завдання для певної групи учнів або керувати наявними завданнями в межах курсу.

2.3. Пагінація та швидкий доступ до завдань

Для зручності роботи з великою кількістю завдань платформа реалізує пагінацію – механізм, який автоматично розбиває довгі списки завдань на кілька сторінок. Це значно полегшує навігацію, оскільки учні можуть переглядати завдання порціями, не перевантажуючи екран. Окрім цього, платформа забезпечує можливість швидкого доступу до часто використовуваних груп завдань, що прискорює процес роботи з найбільш актуальними матеріалами.

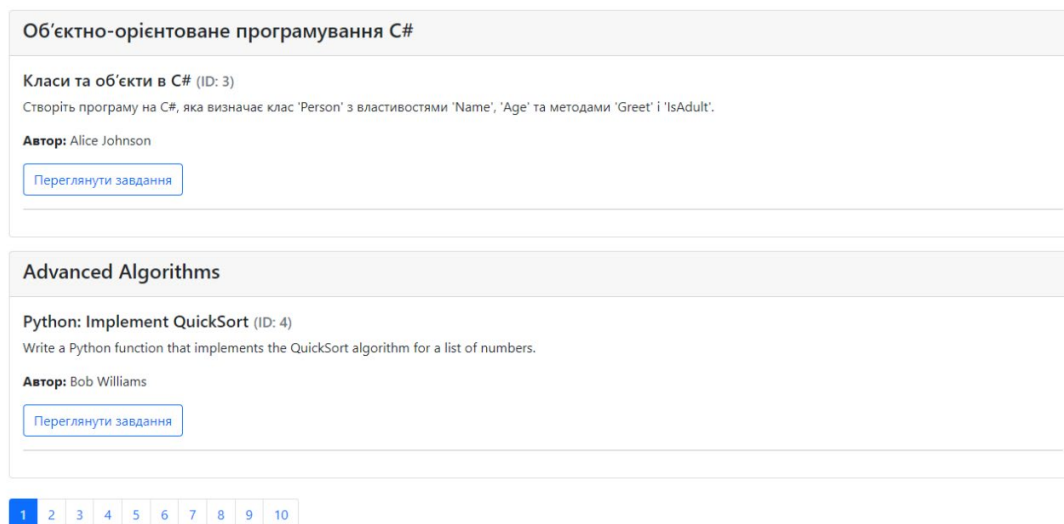


Рис. 4. Реалізація пагінації

На рисунку 4 представлена реалізація пагінації, де учень може швидко переходити між сторінками завдань і переглядати деталі кожного завдання.

Цей інструмент робить навігацію по системі простішою, особливо в ситуаціях, коли потрібно керувати великою кількістю завдань у рамках одного курсу або групи.

Висновки. Застосування платформи VirtualLaboratories для підтримки змішаного навчання забезпечує автоматизацію процесу оцінювання та зворотного зв'язку між учнями та вчителями. Інтеграція передових нейронних мереж дозволяє забезпечити високоточний аналіз коду, включаючи аналіз синтаксису, логіки та оптимізації, що значно покращує якість навчального процесу, особливо у галузі програмування.

Використання платформи VirtualLaboratories у змішаному навчанні може допомогти учням краще засвоювати матеріал завдяки поєднанню класичних методів із автоматизованим зворотним зв'язком, який надає штучний інтелект. Це дозволяє забезпечити безперервний процес навчання, де учні мають змогу навчатися в зручний для них час, отримувати миттєві результати перевірки завдань та вдосконалювати свої знання та навички у галузі програмування. Вчителі, зі свого боку, можуть зосередитися на підтримці учнів, аналізі їхніх індивідуальних потреб та наданні рекомендацій, залишаючи рутинні завдання, як-от перевірка коду, автоматизованим системам.

В подальшій роботі авторами буде проведено експериментальне дослідження впровадження платформа VirtualLaboratories в Юхнівській філії Опорного закладу освіти «Миронівський академічний ліцей №3 Миронівської міської ради Київської області».

Авторами буде досліджено ефективність використання платформи VirtualLaboratories у процес змішаного навчання програмування учнями для подальшого удосконалення і розширення авторської платформи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кухаренко В. М. Перешкоди впровадження дистанційного навчання. Дистанційна освіта: реалії та перспективи: матеріали доповідей. 2018. С. 35-38.
2. Майборода Л.А. Змішане навчання як засіб реалізації дистанційної освіти. Теорія і практика дистанційного навчання у професійній освіті. Київ. 2017. С.63-66. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/132488084.pdf>
3. Морзе Н. В., Раков С. А., Рамський Ю. С., Семеріков С. О. Аналіз інструментів змішаного навчання у процесі підготовки майбутніх вчителів інформатики. Науковий часопис. 2018. Вип. 173.

4. Осадча К. П., Осадчий В. В., Спірін О. М., Крухлик В. С. Стан проблеми організації змішаного навчання у закладах вищої освіти України під час пандемії COVID-19. Педагогіка формування творчої особистості у вищій та середній школах: зб. наук. пр. 2022. Вип. 81. С. 235-241.
5. Струтинська О. В., Торбін Г. М., Умрик М. А., Вернидуб Р. М. Цифровізація освітнього процесу для підготовки майбутніх вчителів. CEUR Workshop Proceedings. 2020. Т. 2879. С. 179-199. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2879/paper07.pdf> (дата звернення: 27.09.2024).
6. Тріус Ю. В., Герасименко І. В. Змішане навчання та дуальна форма здобуття вищої освіти як перспективні підходи до підготовки майбутніх ІТ-спеціалістів: дис. ... д-ра філос. наук. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». 2018.
7. Гриценчук О. О., Гуревич Р. С., Жалдак М. І., Захарова І. Г., Капустіна Т. В., Мардаренко О. В. Використання електронного навчального курсу як засобу доповненої реальності у процесі підготовки майбутніх вчителів фізики // Наукові записки. 2019. Вип. 177 (II). С. 114.
8. Струтинська О. В. Особливості формування компетенцій у галузі дистанційного навчання інформатичних дисциплін майбутніх учителів інформатики // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані навчальні системи. 2014. Вип. 14. С. 108-113.
9. Биков В., Буров О. Цифрове навчальне середовище: нові технології та вимоги до учнів. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методології навчання в підготовці професій: методологія теорія досвід проблеми. 2020. С. 11-22.
10. Рамський Ю. С., Твердохліб І. А., Ящик О. Б., Рамський А. Ю. Використання відкритих онлайн-курсів у змішаному навчанні майбутніх ІТ-спеціалістів. 2021.
11. Биков В. Ю., Лапінський В. В. Методологічні та методичні основи створення та використання електронних засобів навчання. Комп'ютер у школі та сім'ї. 2012. № 2. С. 3-6.
12. Ng A. Machine learning and its application in education. Journal of Machine Learning in Education. 2020. Vol. 4, No. 2. P.45-56. URL: <https://www.coursera.org/> (date of access: 28.09.2024).
13. GitHub Copilot. AI-Powered Code Writing Assistant. GitHub. 2023. URL: <https://github.com/features/copilot> (дата звернення: 28.09.2024).
14. Troelsen A., Japikse P. C#7 and .NET and .NET Core Platforms (8th ed.). Київ: Видавництво «Літера», 2019.
15. Freeman A. Pro ASP.NET Core 5: Develop Cloud-Ready Web Applications Using MVC, Blazor, and Razor Pages. Apress, 2021.
16. Lobel J. Programming Entity Framework Core: Building Data-Centric Apps with the Latest Features of EF Core. O'Reilly Media, 2020.
17. Морзе, Н. В., Бойко, М. А., Струтинська, О. В., Смирнова-Трибульська, Є. М. Якою має бути цифрова компетентність вчителів у галузі використання штучного інтелекту?. Електронне наукове фахове видання «Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету». 2024. №16, С. 76-91. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.166> (дата звернення: 29.09.2024).
18. Рамський, Ю. С. Методична система формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики. 2013. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/36637> (дата звернення: 29.09.2024).
19. Спірін, О. Диференційований підхід у вивченні основ штучного інтелекту в курсі інформатики фізико-математичного факультету вищого педагогічного закладу.

- Дисертація. Національний педагогічний університет імені МП Драгоманова. 2001. URL: https://lib.iitta.gov.ua/729275/5/Dis_Spirin.pdf (дата звернення: 29.09.2024).
20. Coursera Inc. The Impact of Online Learning Platforms on Educational Processes. 2022. URL: <https://www.coursera.org/about/impact> (date of access: 06.10.2024).
 21. HackerRank. HackerRank for Developers and Hiring: Solving Programming Challenges. 2023. URL: <https://www.hackerrank.com> (date of access: 06.10.2024).
 22. LeetCode Inc. LeetCode: Programming Challenges for Interview Preparation. 2023. URL: <https://leetcode.com> (date of access: 06.10.2024).
 23. Replit Inc. Replit: Collaborative Coding Platform for Developers. 2023. URL: <https://replit.com> (date of access: 06.10.2024).
 24. HolonIQ. Global Education Market Report. 2022. URL: <https://www.holoniq.com/insights/global-education-market> (date of access: 06.10.2024).
 25. GitHub. GitHub Education Annual Report. 2023. URL: <https://education.github.com/annual-report-2023> (date of access: 06.10.2024).
 26. GitHub. GitHub Copilot User Study. 2023. URL: <https://copilot.github.com/user-study-2023> (date of access: 06.10.2024).
 27. GitHub. GitHub Developer Survey. 2023. URL: <https://github.blog/developer-survey-2023> (date of access: 06.10.2024).
 28. Graham, C. R. Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions. The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs. 2006. P. 3-21.
 29. Boelens, R., De Wever, B., Voet, M. Four key challenges to the design of blended learning: A systematic literature review. Educational Research Review. 2017. Vol. 22. P. 1-18.
 30. Hrastinski, S. What do we mean by blended learning?. TechTrends. 2019. Vol. 63, No. 5. P. 564-569.
 31. Dziuban, C., Graham, C. R., Moskal, P. D., Norberg, A., Sicilia, N. Blended learning: the new normal and emerging technologies. International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2018. Vol. 15, No. 1. Article 3.
 32. Bernard, R. M., Borokhovski, E., Schmid, R. F., Tamim, R. M., Abrami, P. C. A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education: From the general to the applied. Journal of Computing in Higher Education. 2014. Vol. 26, No. 1. P. 87-122.
 33. Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., Jones, K. Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies // U.S. Department of Education. 2010.
 34. Osguthorpe, R. T., Graham, C. R. Blended learning environments: Definitions and directions. The Quarterly Review of Distance Education. 2003. Vol. 4, No. 3. P. 227-233.
 35. Garrison, D. R., Kanuka, H. Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. The Internet and Higher Education. 2004. Vol. 7. No. 2. P. 95-105.

*Матеріал надіслано до редакції 10.10.2024 р.
Затверджено до друку 03.12.2024 р.*

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROGRAMMING EDUCATION WITHIN A BLENDED LEARNING ENVIRONMENT

Oleksandr Koval

PhD Candidate

Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine

o.m.koval@npu.edu.ua

ORCID: 0009-0007-6122-5181

Abstract: Blended learning, which combines traditional teaching methods with online tools, requires effective technological solutions, particularly for ensuring continuous feedback between teachers and students. This article analyzes the current state of organizing blended learning and explores the use of modern information technologies, specifically artificial intelligence and neural networks, in programming education. The authors present a detailed description of the educational platform VirtualLaboratories, a concept for a programming education platform that leverages artificial intelligence, particularly neural networks, to automate various aspects of coding, assessment, and evaluation of completed programming solutions. The platform supports multiple programming languages, such as C#, SQL, and Python, and integrates leading neural networks for code analysis, optimization, and quality improvement. This includes models like GPT-4 Code, CodeBERT, and CodeT5, which provide not only automatic code analysis but also recommendations for improvement and optimization. These capabilities allow teachers to focus on individualized work with students by tracking their progress, while students can tackle assignments at their convenience and receive objective, high-precision analyses of their solutions. The article also provides examples of neural network integration for automating code evaluation processes, which significantly reduces the time required for reviewing work and minimizes errors. It describes the main functional features of the platform, which enable the creation of multi-level programming tasks, real-time feedback, and error analysis to improve programming solutions. Additionally, the article outlines prospects for further research on implementing new artificial intelligence algorithms and expanding the platform's capabilities to support more complex tasks and programming languages.

Keywords: artificial intelligence; blended learning; neural networks; learning automation; programming; educational platforms; code evaluation; online tools

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Kukhareno, V. (2018). Barriers to implementing distance learning. *Distance Education: Realities and Prospects: Conference Proceedings*, 35-38. (in Ukrainian)
2. Maiboroda, L. (2017). Blended learning as a tool for implementing distance education, *Kyiv*, 63-66.
<https://core.ac.uk/download/pdf/132488084.pdf> (in Ukrainian)
3. Morze, N., Rakov, S., Ramskyi, Yu. & Semerikov, S. (2018). Analysis of blended learning tools in the training of future informatics teachers. *Scientific Journal*, Issue 173. (in Ukrainian)
4. Osadcha, K., Osadchyi, V., Spirin, O. & Krukhyk, V. (2022). The state of blended learning organization in higher education institutions in Ukraine during the COVID-19 pandemic. *Pedagogy of Forming a Creative Personality in Higher and Secondary Schools: Collection of Scientific Papers*, Issue 81, 235-241. (in Ukrainian)
5. Strutynska, O. V., Torbin, H. M., Umryk, M. A., & Vernydub, R. M. (2020). Digitalization of the educational process for preparing future teachers. *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 2879, 179-199. September 27, 2024.
<http://ceur-ws.org/Vol-2879/paper07.pdf> (in Ukrainian)
6. Trius, Yu., & Herasymenko, I. (2018). Blended learning and dual education as prospective approaches for training future IT specialists: PhD Thesis. National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". (in Ukrainian)
7. Hrytsenchuk, O., Hurevych, R., Zhaldak, M., Zakharova, I., Kapustina, T., & Mardarenko, O. (2019). Use of an electronic learning course as an augmented reality tool in training future physics teachers. *Scientific Notes*, Issue 177 (II), 114. (in Ukrainian)
8. Strutynska, O. (2014). Specifics of competence formation in the field of distance learning of informatics disciplines for future informatics teachers. *Scientific Journal of NPU named after M. P. Drahomanov, Series 2: Computer-Oriented Learning Systems*, Issue 14, 108-113. (in Ukrainian)
9. Bykov, V. & Burov, O. (2020). Digital learning environment: New technologies and requirements for students. *Modern Information Technologies and Innovative Teaching*

- Methodologies in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems, 11-22. (in Ukrainian)
10. Ramskyi, Yu., Tverdokhlib, I., Yashchuk, O. & Ramskyi, A. (2021). Use of open online courses in blended learning for future IT specialists. (in Ukrainian)
 11. Bykov, V., & Lapinskyi, V. (2012). Methodological and pedagogical foundations of creating and using electronic learning tools. *Computer in School and Family*, No. 2, 3-6. (in Ukrainian)
 12. Ng, A. (2020). Machine learning and its application in education. *Journal of Machine Learning in Education*, Vol. 4, No. 2, 45-56. September 28, 2024.
<https://www.coursera.org/>
 13. GitHub Copilot. (2023). AI-Powered Code Writing Assistant. GitHub. September 28, 2024.
<https://github.com/features/copilot>
 14. Troelsen, A., & Japikse, P. (2019). *C# 7 and .NET and .NET Core Platforms* (8th ed.). Kyiv: Littera Publishing. (in Ukrainian)
 15. Freeman, A. (2021). *Pro ASP.NET Core 5: Develop Cloud-Ready Web Applications Using MVC, Blazor, and Razor Pages*. Apress.
 16. Lobel, J. (2020). *Programming Entity Framework Core: Building Data-Centric Apps with the Latest Features of EF Core*. O'Reilly Media.
 17. Morze, N., Boiko, M., Strutynska, O. & Smyrnova-Trybulska, E. (2024). What should be the digital competence of teachers in the field of artificial intelligence?. *Electronic Scientific Professional Journal "Open Educational E-Environment of Modern University"*, (16), 76–91. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.166>
 18. Ramskyi, Yu. (2013). Methodological system for the formation of information culture of future mathematics teachers. September 29, 2024.
<https://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/36637>
 19. Spirin, O. (2001). Differentiated approach to studying the basics of artificial intelligence in the informatics course of the faculty of physics and mathematics in a pedagogical higher education institution. PhD Thesis. National Pedagogical Dragomanov University. September 29, 2024.
https://lib.iitta.gov.ua/729275/5/Dis_Spirin.pdf (in Ukrainian)
 20. Coursera Inc. (2022). The Impact of Online Learning Platforms on Educational Processes. October 06, 2024.
<https://www.coursera.org/about/impact>
 21. HackerRank (2023). HackerRank for Developers and Hiring: Solving Programming Challenges. October 06, 2024.
<https://www.hackerrank.com>
 22. LeetCode Inc. (2023). LeetCode: Programming Challenges for Interview Preparation. October 06, 2024.
<https://leetcode.com>
 23. Replit Inc. (2023). Replit: Collaborative Coding Platform for Developers. October 06, 2024.
<https://replit.com>
 24. HolonIQ (2022). Global Education Market Report. October 06, 2024.
<https://www.holoniq.com/insights/global-education-market>
 25. GitHub (2023). GitHub Education Annual Report. October 06, 2024.
<https://education.github.com/annual-report-2023>
 26. GitHub (2023). GitHub Copilot User Study. October 06, 2024.
<https://copilot.github.com/user-study-2023>
 27. GitHub (2023). GitHub Developer Survey. October 06, 2024.

<https://github.blog/developer-survey-2023>

28. Graham, C. (2006). Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions. In *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs*, 3-21.
29. Boelens, R., De Wever, B. & Voet, M. (2017). Four key challenges to the design of blended learning: A systematic literature review. *Educational Research Review*, Vol. 22, 1-18.
30. Hrastinski, S. (2019). What do we mean by blended learning? *TechTrends*, Vol. 63, No. 5, 564-569.
31. Dziuban, C., Graham, C. R., Moskal, P. D., Norberg, A. & Sicilia, N. (2018). Blended learning: The new normal and emerging technologies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, Vol. 15, No. 1, Article 3.
32. Bernard, R., Borokhovski, E., Schmid, R., Tamim, R., & Abrami, P. (2014). A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education: From the general to the applied. *Journal of Computing in Higher Education*, Vol. 26, No. 1, 87-122.
33. Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M. & Jones, K. (2010). *Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies*. U.S. Department of Education.
34. Osguthorpe, R. & Graham, C. (2003). Blended learning environments: Definitions and directions. *The Quarterly Review of Distance Education*, Vol. 4, No. 3, 227-233.
35. Garrison, D. & Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *The Internet and Higher Education*, Vol. 7, No. 2, 95-105.