

УДК 378.016:004]:004.8

Вембер Вікторія Павлівна

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Факультету інформаційних технологій та математики

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

v.vember@kubg.edu.ua

ORCID: 0000-0002-4483-8505

Машкіна Ірина Вікторівна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Факультету інформаційних технологій та математики

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

i.mashkina@kubg.edu.ua

ORCID: 0000-0003-0667-5749

Носенко Тетяна Іванівна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Факультету інформаційних технологій та математики

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

t.nosenko@kubg.edu.ua

ORCID: 0000-0002-7597-9861

Яскевич Владислав Олександрович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук Факультету інформаційних технологій та математики

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

v.yaskevych@kubg.edu.ua

ORCID: 0000-0002-5796-2521

МОЖЛИВОСТІ ТА ВИКЛИКИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У НАВЧАННІ ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ» ТА «ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ»

Анотація. У статті досліджуються можливості та виклики використання штучного інтелекту (ШІ) у навчанні фахових дисциплін для студентів спеціальностей «Комп'ютерні науки» та «Інженерія програмного забезпечення». Проаналізовано сучасні підходи до визначення ШІ, міжнародні й національні нормативні ініціативи, а також результати досліджень щодо інтеграції ШІ в освітній процес. Розглянуто практичні приклади застосування ШІ для автоматизації перевірки знань, індивідуалізації навчання, візуалізації алгоритмів та підтримки програмування. У статті проаналізовано, як ШІ може сприяти покращенню навчального процесу, підвищенню якості освіти, а також розглядає етичні та практичні аспекти його застосування. Основна увага приділяється визначенню ролі ШІ у викладанні та навчанні, аналізу інструментів та технологій ШІ, проблемам та обмеженням ШІ, та рекомендаціям щодо ефективного використання ШІ. Стаття спрямована на те, щоб надати викладачам та студентам розуміння можливостей та обмежень ШІ у навчанні, а також запропонувати шляхи ефективного використання цих технологій для покращення освітнього процесу. Виявлено проблеми, пов'язані з академічною доброчесністю, якістю запитів, залежністю студентів від автоматизованих рішень і ризиком зниження рівня критичного мислення. Запропоновано педагогічні підходи до ефективного використання ШІ, зокрема за технологією «перевернутого класу» та з врахуванням таксономії Блума, а також рекомендації щодо адаптації навчальних завдань і посилення ролі індивідуального захисту робіт. Визначено, що поєднання традиційних методів викладання з можливостями ШІ створює умови для підвищення якості навчання, однак потребує ретельного планування, урахування етичних аспектів та відповідальної позиції викладачів і освітніх інституцій.

Ключові слова: штучний інтелект; навчання; програмування; комп'ютерні науки; ефективність; інструменти штучного інтелекту

Актуальність. Останні декілька років у світі почали активно використовуватися інструменти штучного інтелекту, який сприяє покращенню продуктивності праці, впливає на зниження витрат, покращення якості товарів і послуг, а також змінює парадигму викладання і навчання.

Відповідно до Концепції розвитку штучного інтелекту (ШІ) в Україні [1] термін ШІ використовується як організована сукупність інформаційних технологій, із застосуванням якої можливо виконувати складні комплексні завдання шляхом використання системи наукових методів досліджень і алгоритмів обробки інформації, отриманої або самостійно створеної під час роботи, а також створювати та використовувати власні бази знань, моделі прийняття рішень, алгоритми роботи з інформацією та визначати способи досягнення поставлених завдань.

Одне з найперших визначень штучного інтелекту дав Джон Маккарті, яке можна сформулювати наступним чином: «Штучний інтелект - це наука та інженерія створення інтелектуальних машин, зокрема комп'ютерних програм, які здатні розуміти мову, вивчати, планувати та вирішувати проблеми», вперше озвучене в 1956 році на конференції Дартмутському коледжі в Ганновері, штат Нью-Гемпшир, США. Стюарт Рассел та Пітер Норвіг [2] визначають штучний інтелект як систему, яка може сприймати зовнішнє середовище, вчитися на основі цього сприйняття і діяти таким чином, щоб максимізувати свої шанси на успіх у досягненні своїх цілей.

Нік Бостром [3] визначив штучний інтелект як «здатність машин імітувати людські когнітивні функції, такі як навчання, вирішення проблем, прийняття рішень та творчість».

Маргарет Боден [4] дійшла до думки, що «штучний інтелект – це не окрема технологія, а набір технологій, які працюють разом, щоб дати машинам можливість розуміти та діяти у світі».

В. Коцовський [5] приводить наступне визначення: «Штучний інтелект (AI, англ. Artificial intelligence) – наука та технологія створення інтелектуальних машин, в особливості інтелектуальних комп'ютерних програм». Автор [5] також приводить наступні визначення штучного інтелекту:

- штучний інтелект вивчає методи розв'язання задач, які потребують людського розуміння.
- штучний інтелект вивчає методи розв'язання задач, для яких не існує способів розв'язання або вони не коректні (через обмеження в часі, пам'яті тощо).
- дослідження у сфері штучного інтелекту спрямовані на моделювання людської вищої нервової діяльності.
- штучний інтелект – це системи, які можуть оперувати з знаннями, а найголовніше – навчатися.

В контексті освіти також існують різні визначення штучного інтелекту, але спільною є думка, що він використовується для допомоги та покращення навчання, а також надання інтелектуальної підтримки учасникам освітнього процесу.

На думку «самого штучного інтелекту», визначення може бути наступним: «Штучний інтелект в освіті відноситься до використання комп'ютерних систем та програм, які імітують та підтримують когнітивні функції людей, такі як вивчення, мислення, розуміння та вирішення проблем. Це може включати в себе використання віртуальних асистентів, інтерактивних навчальних програм, автоматизованих оцінювачів та інших інструментів для поліпшення освітнього процесу та навчання».

Наразі не існує єдиного визначення штучного інтелекту, оскільки цей вид науки і діяльності постійно розвивається.

Огляд літератури та нормативних документів. Використання ІІІ в освіті має враховувати нормативні документи, що визначають практичні рамки інтеграції ІІІ в освітній процес. Європейський погляд на використання штучного інтелекту при навчанні алгоритмізації та програмуванню в комп'ютерних науках та інформатиці відображається через ряд документів та нормативних актів Європейського Союзу. Етичні керівні принципи [6] щодо використання штучного інтелекту в навчальному процесі, що були опубліковані в 2021 році, допомагають педагогам краще розуміти можливості штучного інтелекту в освіті та свідомо взаємодіяти з подібними системами. Європейська комісія зніціювала включення у навчальні програми підготовки вчителів вивчення використання штучного інтелекту [7], розробила програму «Цифрова Європа», розраховану на 2021-2027 р, яка спрямована на розвиток цифрових навичок, включаючи і використання штучного інтелекту [8]. В ЮНЕСКО закликали уряди врегулювати використання штучного інтелекту у школах та розробили сім кроків для регулювання Generative AI та встановлення етичних меж для його використання в освіті та науці [9].

Міжнародне товариство для технологій у навчанні (ISTE) закликає впроваджувати штучний інтелект таким чином, аби він посилював навчання та забезпечував розвиток учнів та вчителів [10].

Наразі штучний інтелект у навчанні активно використовують США, Сінгапур, Китай, Індія, Японія, Південна Корея, Фінляндія, Велика Британія, Канада переважно для індивідуалізації навчання, покращення якості викладання та адміністрування, автоматизованого оцінювання, розвитку навичок програмування [11], [12].

Українські освітяни та науковці послуговуються загальноєвропейськими нормами, оскільки в національних нормативних документах він згадується лише опосередковано, особливості його використання в освіті національними нормативними актами не визначено.

Українські вчені активно досліджують можливості використання штучного інтелекту в освіті. Так Ірина Драч, Ольга Петроє та ін. [13] показали, що штучний інтелект символізує новий етап у розвитку цифрових технологій та надає багато переваг для суспільства. Д. Береснева [14] досліджує різні методи розпізнавання тексту, створеного за допомогою штучного інтелекту, використовуючи лінгвістичні ознаки та статистичний аналіз. Морзе Н., Барна О. розглядають особливості використання ІІІ в процесі навчання програмуванню учнів загальноосвітніх шкіл [15].

В роботі [16] розглядаються етичні питання використання штучного інтелекту в освіті, та пропонуються шляхи вирішення проблеми на сучасному етапі.

Авторами [17] розглянуто деякі методи виявлення плагіату у вихідному коді, такі як Measure of Software Similarity (MOSS) Массачусетського технологічного інституту, популярні інструменти виявлення плагіату JPLAG у вихідному коді Java, а також деякі способи виявлення плагіату за допомогою Parse. Автори також описали переваги та недоліки кожного методу, порівняли показники подібності, які використовуються різними методами та методами оцінки.

Фахад Ебрагім і Майк Джой [18] розглядають плагіат у кодуванні як критичну проблему у навчанні програмуванню та пропонують розглядати її як проблему бінарної класифікації, де результат може бути або: так (плагіат знайдено) або ні (плагіат не знайдено).

Міжнародна практика демонструє системний підхід до впровадження ІІІ в освітні програми, що охоплює як фундаментальні технічні аспекти, так і міждисциплінарні, етичні та соціальні виміри [19]. Водночас в Україні спостерігається фрагментарна, переважно ініціативна інтеграція ІІІ, що потребує подальшої інституціоналізації та ресурсного забезпечення.

У провідних університетах США (зокрема MIT, Stanford, Harvard) ШІ інтегрується в базові курси комп'ютерних наук, починаючи з першого року навчання [20]. Наприклад, курси на кшталт MIT 6.036 (Introduction to Machine Learning) або Stanford CS229 (Machine Learning) поєднують теоретичну підготовку з практичними проєктами на основі реальних даних [21]. Значна увага приділяється міждисциплінарності [22] — ШІ застосовується в біоінформатиці, економіці, праві та гуманітарних науках. Освітній процес підтримується сучасною інфраструктурою: хмарними обчисленнями, відкритими датасетами, адаптивними платформами (наприклад, EdX AI Tutors), а також інкубаторами стартапів і науковими публікаціями студентів [23]. У країнах ЄС та Канади акцент робиться на етичних аспектах ШІ [24] (наприклад, курс «AI & Society» в Університеті Торонто), а також на доступності ШІ-освіти для широкого кола громадян. Зокрема, у Фінляндії реалізується національна програма «Elements of AI», орієнтована на всі вікові групи [25].

В Україні інтеграція ШІ у підготовку ІТ-фахівців відбувається переважно на рівні магістерських програм у провідних технічних університетах (КПІ, ЛНУ, ХНУРЕ). Курси з машинного навчання, обробки природної мови та комп'ютерного зору здебільшого мають факультативний або вибірковий характер. Використання платформ типу Google Colab, Kaggle, OpenAI є поширеним, однак часто не супроводжується системною методичною підтримкою [26]. Серед основних викликів — обмежений доступ до обчислювальних ресурсів, відсутність адаптивних освітніх середовищ, а також залежність якості викладання від ініціативності окремих викладачів [27]. Водночас спостерігаються позитивні тенденції: участь українських ЗВО у міжнародних освітніх проєктах (Erasmus+, Horizon Europe), поява освітніх хабів (AI House Ukraine, SET University), а також розробка стратегічних документів цифровізації освіти на рівні МОН.

Відповідно до Стандарту вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня за галуззю знань 12 «Інформаційні технології» спеціальністю «Комп'ютерні науки» [28], який затверджено та введено в дію Міністерством освіти і науки України від 10.07.2019 р. №962, обсяг освітньої програми становить 240 кредитів ЄКТС і мінімально 50% обсягу освітньої програми має бути спрямовано на забезпечення загальних та фахових компетентностей за спеціальністю. Формування фахових компетентностей закладає важливу основу для подальшої професійної діяльності і тісно пов'язано з тим, як студенти і викладачі використовують інструменти штучного інтелекту в освітньому процесі, чи є це використання усвідомленим і збалансованим як з боку студента так і викладача.

Актуальність дослідження зумовлена стрімкою цифровізацією освіти, переходом до дистанційних і змішаних форм навчання, а також потребою адаптації освітнього процесу до викликів війни та глобальних трансформацій. Наукова й практична цінність статті полягає у виявленні можливостей і ризиків застосування штучного інтелекту у викладанні фахових дисциплін та у розробленні рекомендацій для викладачів і студентів щодо його ефективного та відповідального використання.

Метою статті є дослідження проблем та викликів, пов'язаних з використанням штучного інтелекту у навчанні фахових дисциплін для студентів спеціальностей «Комп'ютерні науки» та «Інженерія програмного забезпечення».

Результати дослідження. При вивченні дисципліни «Програмування» застосування штучного інтелекту уже на сучасному етапі розвитку може надавати дуже широкі можливості [29]. Штучний інтелект допомагає створювати візуальні представлення алгоритмів та інших складних понять. Наприклад, програма з нейромережами здатна аналізувати код і показувати графічне зображення того, що відбувається при виконанні програми.

Штучний інтелект використовується для автоматичного виявлення та виправлення помилок в програмах. Наприклад, програма застосовує нейромережу для аналізу коду та виявлення неефективних або помилкових підходів, щоб пропонувати більш оптимальні рішення. Штучний інтелект може допомогти студентам створювати автоматичні тести для перевірки правильності свого коду. Наприклад, програма автоматично створює тести, які перевірятимуть правильність відповіді на конкретні вхідні дані.

Штучний інтелект забезпечує розуміння студентами, який стиль програмування є найкращим для конкретного завдання. Наприклад, програма аналізує код та порівнює його з прикладами найкращої практики, щоб пропонувати покращення.

Штучний інтелект сприяє створенню студентами програмного забезпечення. Наприклад, нейромережа створює код на основі вхідних даних та розуміння завдання.

Система на базі штучного інтелекту аналізує навчальні матеріали та успішність студента у виконанні практичних завдань, щоб рекомендувати певні методи та прийоми вивчення мови програмування, які є найбільш ефективними для конкретного студента. Штучний інтелект аналізує результати студентів і пропонує індивідуальні завдання та підходи до вивчення мови програмування в залежності від потреб та здібностей кожного студента

Оскільки сучасні технології привносять нові можливості у процес викладання і навчання, незаперечним є той факт, що використання штучного інтелекту надає викладачу нові можливості і переваги, та звільняє час для відточення своєї педагогічної майстерності, оскільки оптимізує навчальний процес, беручи на себе рутинну роботу з написання лекцій, підготовки до різних видів навчальної (освітньої) діяльності. До переваг використання штучного інтелекту можна віднести також широкі можливості для адаптивного та індивідуального навчання, більші можливості автоматичної оцінки знань, підвищення мотивації до роботи і навчання у всіх учасників освітнього процесу. Штучний інтелект відкриває ширші можливості для віддаленого навчання, що є актуальним у тому числі і під час пандемій, війн та інших форс-мажорних подій. Штучний інтелект та нейромережі є беззаперечними лідерами для розробки віртуальних тренажерів та симуляторів, що розширює можливості студентів у набутті практичних навичок і досвіду. Завдяки штучному інтелекту та нейронним мережам відкрилися нові можливості і для покращення якості наукових досліджень і підвищення точності результатів.

В контексті алгоритмізації та програмування широко використовують технології штучного інтелекту, такі як:

Системи автоматичної перевірки знань:

GitHub Classroom, CodeSignal – автоматична перевірка коду, оцінка його ефективності, студентів та надання рекомендацій щодо його покращення.

Онлайн-курси та платформи:

- Coursera – деякі курси використовують штучний інтелект для персоналізації навчання
- edX – використовує штучний інтелект для аналізу успішності та покращення якості курсів.
- *Віртуальні лабораторії:*
 - LeetCode – використовує штучний інтелект для підбору індивідуальних завдань на основі оцінок студентів.
 - HackerRank – використовує штучний інтелект для перевірки рішень студентів та надання рекомендацій.
- *Візуалізація алгоритмів:*

- Algorithm Visualizer – вебсайт надає можливість візуалізувати алгоритми, такі як сортування, пошук та графові алгоритми. Використовує штучний інтелект для створення анімацій та графічних представлень алгоритмів, що допомагають користувачам краще розуміти їх роботу.
- VisuAlgo – вебплатформа, що дозволяє візуалізувати різні алгоритми та структури даних. Використовує штучний інтелект для створення динамічних візуалізацій, які допомагають користувачам бачити кроки виконання алгоритмів та розуміти їх роботу.
- Gephi – програма для візуалізації та аналізу графів, допомагає візуально представити складні графові алгоритми та аналізувати їх ефективність.
- Processing – мова програмування та розробки, дозволяє створювати візуалізації та інтерактивні програми. Вона використовує штучний інтелект для створення графічних ефектів, анімацій та візуалізацій, що допомагають відтворювати та розуміти роботу алгоритмів.

Важливо зазначити, що протягом останнього року з'явилися нові інструменти, які впливають на підходи до викладання, оцінювання та забезпечення академічної доброчесності. Зокрема, системи Undetectable AI та Skandy демонструють високий рівень точності у виявленні текстів, створених штучним інтелектом (85–95% та понад 98% відповідно), а також визначенні ймовірності їх використання. Plagiarism Checker X активно застосовується для перевірки значних масивів академічних текстів. Водночас сучасні IDE та фреймворки стають більш контекстно чутливими: вони підтримують пояснення коду, автоматичне тестування та генерацію документації. Інструменти для виявлення коду-плагіату нині враховують семантичну подібність і здатні аналізувати навіть стилізований код, згенерований ШІ. Ці зміни актуалізують потребу зосереджуватися не лише на кінцевому результаті, а й на процесі роботи студентів — ітераціях, коментарях, логіці виконання. Відповідно, важливим завданням викладачів є навчання студентів етичному використанню ШІ та інтеграція його як допоміжного інструмента, а не заміни власних зусиль.

Результати опитування серед студентів спеціальностей Комп'ютерні науки та Інженерія програмного забезпечення, в якому взяли участь 95 студентів Київського столичного університету імені Бориса Грінченка та Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій, показали, що 86,3% опитуваних використовують штучний інтелект під час розв'язання задач з програмування (рис.1).

Чи використовуєте Ви штучний інтелект для написання коду?

95 відповідей

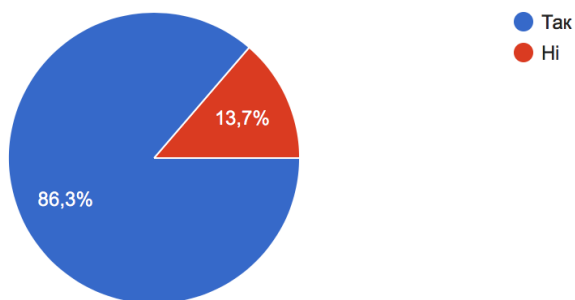


Рис. 1. Використання штучного інтелекту студентами спеціальностей «Комп'ютерні науки» та «Інженерія програмного забезпечення»

Одним із завдань дослідження є визначення типів задач з програмування, які можна якісно вирішувати за допомогою штучного інтелекту. Дослідження проводилось на основі завдань з курсу Веб-програмування, що розміщені в електронному навчальному курсі. Розроблена система дозволяє перевірити програмний код на відповідних тестах, а також дозволяє оцінити продуктивність деяких завдань та використання певних технологій, наприклад рекурсію. Це перша перевірка, яку студент отримує відразу. Остаточний аналіз коду здійснює викладач. Для перевірки якості результатів, наданих штучним інтелектом, було обрано ChatGPT, оскільки за результатами опитування цією системою користується переважна більшість студентів (88,9%) (рис.2).

Які системи штучного інтелекту для розробки Ви використовуєте?

90 відповідей

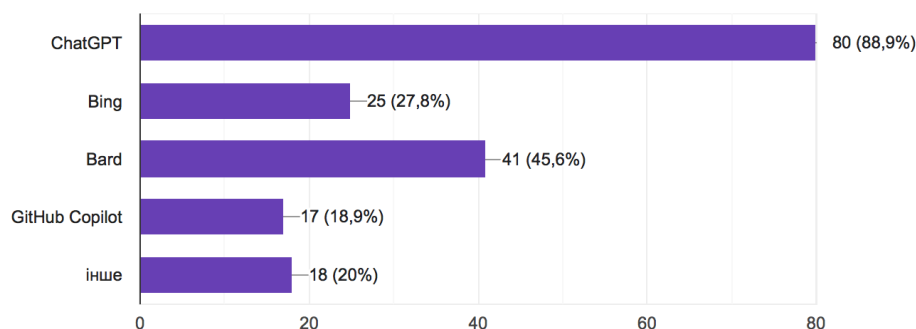


Рис. 2. Використання різних систем штучного інтелекту студентами

Студенти зазначають, що системи штучного інтелекту з першої спроби вирішують завдання в 9,8% випадків (рис. 3).

Системи штучного інтелекту з першої спроби виконують усі вимоги, що Ви їм написали?

92 відповіді

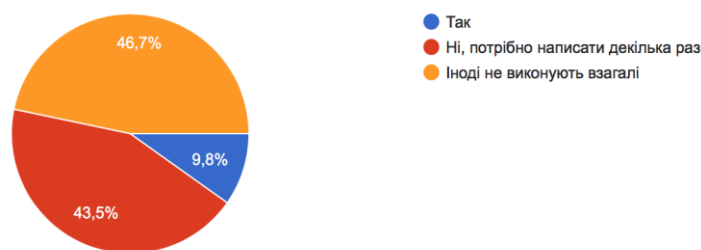


Рис. 3. Якість виконання завдань штучного інтелекту з першої спроби

Обговорення проблем і викликів. Результати перевірки 18 завдань дали наступні результати.

На початку експерименту з першої спроби було успішно розв'язано 11 завдань (61%), з другої — 2 завдання (11%), з третьої — ще 2 завдання (11%), з четвертої та п'ятої спроби — по одному завданню (5,5% відповідно). Одне завдання залишилося невирішеним навіть після семи спроб. Така ситуація вказує на ризик: у студентів може виникати спокуса уникати самостійного пошуку рішень і покладатися виключно на результати, згенеровані штучним інтелектом. Проте подальші дослідження дали

підстави стверджувати, що системи штучного інтелекту “навчаються”, і в подальшому ті завдання, які залишались невирішеними, можуть успішно розв’язуватися.

Під час експерименту автори використовували чітко сформульовані, максимально точні запити, які містили всі необхідні умови та були адаптовані для отримання коректного результату. Завдання, обрані для експерименту з «Веб-програмування», були типовими, стандартизованими, ізольованими задачами для яких ІІІ вже має велику базу знань і легко генерує коректний код.

Успішність ІІІ оцінювалась за технічними критеріями: чи код компілюється та чи дає правильний результат для тестових даних. Згідно результатів експерименту, 61% завдань було розв’язано з першої спроби, це означає, що технічно код був коректним, незалежно від його оптимальності чи відповідності навчальній програмі.

Значна розбіжність між даними опитування студентів (9,8%) та експерименту дослідників (61%) ймовірно, пояснюється різницею в умовах, цілях і методології використання ІІІ. Отримані результати підтверджують актуальність використання штучного інтелекту у навчанні програмування та суміжним дисциплінам. Опитування студентів продемонструвало високий рівень залучення ІІІ (понад 86%), тоді як експериментальні дані засвідчили істотну розбіжність між суб’єктивним сприйняттям ефективності (9,8% успішності з першої спроби) та фактичними показниками (61%). Виявлені типові помилки, зокрема використання ще не вивчених тем, ігнорування умов задачі та застосування надмірно складних підходів, що свідчить про потребу у формуванні критичного мислення студентів та розвитку навичок усвідомленого використання ІІІ. Разом із тим, обмеженість вибірки та локальний характер дослідження не дозволяють робити широкі узагальнення, однак отримані дані мають практичну значущість і можуть бути використані викладачами для удосконалення методики викладання та забезпечення академічної доброчесності. Головні причини цієї розбіжності – якість та складність запитів, складність та типи завдань, а також критерії «успішного виконання». Як правило, студенти, особливо «найслабші», можуть не мати навичок ефективного формулювання запитів для ІІІ. Вони можуть вводити завдання нечітко, пропускати важливі контекстні деталі, не ставити обмежень або не використовувати ітераційний підхід. Як наслідок, ІІІ видає нерелевантний, неповний або помилковий код з першої спроби, що студенти сприймають як «неуспішне виконання». Студенти могли оцінювати успішність ІІІ на основі складніших, комплексних навчальних завдань (лабораторних робіт та проєктних завдань), які вимагають інтеграції багатьох компонентів і знань з різних тем. ІІІ часто помиляється при вирішенні таких завдань з першої спроби. Для студента «успішне виконання» може означати не лише синтаксично коректний, але й оптимальний, повністю зрозумілий код, написаний лише з використанням вивчених тем. Якщо ІІІ дає код, який працює, але використовує матеріал наступного семестру, студент може вважати це «неуспішним розв’язанням», оскільки він не може його захистити чи пояснити.

Аналіз вдалих та невдалих запитів показує, що результат не залежить від складності завдання. Більш складні завдання можуть бути розв’язані відразу і більш прості – не з першого запиту.

Залишилась нерозв’язаною задача «Перетворення числа на рядок»: саме перетворення виконано, але узгодження з словом «рік» не вдалося. Типова проблема — використання ще не вивчених тем: у завданні на розгалуження, де слід було опанувати `switch case`, застосовано масиви й не використано сам `switch`. Подібно, у пошуку медіани з трьох чисел розв’язок обійшовся без `if`, використавши `Math.max/Math.min`; після зауваження вбудовані функції фактично «переписали», не змінивши ідеї. Додатково проігноровано питання точності обчислень у форматі `float64`, яке виправили лише після повторного запиту.

Також частим є використання тем, що ще не були вивчені. Якщо до появи штучного інтелекту такі розв'язання були від досвідчених студентів, то зараз і від найслабших. Наприклад, в темі цикли, до вивчення теми масиви та структури даних є задача на визначення правильності дужкової послідовності, що складається з одного виду дужок. Найрозповсюдженішим варіантом є використання лічильника дужок, натомість штучний інтелект пропонує розв'язок за допомогою стеку, теми що ще не вивчалися. При цьому більш складне завдання з більшим видом дужок, що дано в темі об'єкти, розв'язано так само, як і просте. І не як не врахована поточна тема, що дозволяє спростити код і зробити його масштабованим.

Найбільш вдало розв'язані задачі, що є розповсюдженими, наприклад знайти у масиві максимальну кількість одиниць підряд, або зробити циклічний зсув елементів у масиві вправо. Хоча для розв'язання задачі циклічного зсуву також був використаний підхід, що виходить за межі вивченого матеріалу. Після двох уточнень отриманий розв'язок, який є не оптимальним для великих масивів. Третє уточнення дало правильний розв'язок.

Погано розв'язуються завдання, що мають приховану проблему. Наприклад задача з розрахунку найменшої кількості монет, якою потрібно дати решту. Сам алгоритм розв'язку наданий у описі до задачі. Прихованим моментом є те, що сума решти задається не у копійках, а у гривнях, дійсним числом. Що для певних чисел може дати проблеми обчислення. І цей момент виявився дуже незрозумілим для штучного інтелекту. Правильне рішення вдалося отримати після п'ятого запиту.

Під час дослідження виявлені наступні ознаки, що свідчать про використання штучного інтелекту для розв'язування задач з програмування:

- Не враховується тема заняття.
- Використані підходи та методи, що ще не вивчалися.
- Наявність коду для перевірки деяких даних. Це не потрібно, бо система перевіряє автоматично на наборі тестів.
- Наявність коментарів з поясненнями частин коду. Студенти зазвичай не пишуть такі коментарі.

Як і будь-які засоби та інструменти навчання, при викладанні навчальних дисциплін циклу алгоритмізації і програмування штучний інтелект має свої недоліки та обмеження. Штучний інтелект не розвиває творчість та критичне мислення. Він може генерувати коди, описувати алгоритми, але часто робить це поверхнево, не аналізуючи контекст, що ускладнює розуміння, чому алгоритм працює саме так та як він може бути застосований в інших ситуаціях. Штучний інтелект генерує типові алгоритми, але не здатний до креативності та інновацій. Результат використання штучного інтелекту у великій мірі залежить від якості і різноманітності даних, від цього залежить правильність результату реалізації алгоритму. Отже, дуже важливо, аби студенти отримали розуміння основ алгоритмізації та програмування, без чого вони не будуть підготовленими до складних завдань у майбутньому.

Можливість систематичної помилковості в системах штучного інтелекту, що призводить до невірної вивчення матеріалу та оцінки студентів.

Постають актуальними етичні проблеми для науковців, викладачів та студентів [3]. Для студентів виникає спокуса запозичення, що може призвести до плагіату і академічної недобросовісності. Штучний інтелект може бути використаний на екзаменах, заліках, захисті лабораторних і практичних завдань. Надмірне використання штучного інтелекту нівелює результати самостійного навчання, а надмірна залежність від штучного інтелекту може призвести до втрати навичок критичного мислення.

Науковці та викладачі часто ставляться до штучного інтелекту упереджено, оскільки він інколи призводить до складних висновків і рішень, які важко пояснити

студентам і громадянам. Алгоритми штучного інтелекту часто є непрозорими, важко зрозуміти як вони працюють і які дані використовують. Важливим є питання: хто несе відповідальність за помилки, які допускають алгоритми штучного інтелекту. Існує також проблема, що штучний інтелект у майбутньому може замінити деякі наукові та викладацькі професії.

Перед суспільством також виникають загальні етичні проблеми. Оскільки штучний інтелект може збирати особисті дані, виникає проблема їх збереження, приватності. Штучний інтелект може бути використаним для розробки небезпечних для людства технологій.

Отже, науковці повинні взяти на себе відповідальність за можливі помилки алгоритмів штучного інтелекту, які можуть призвести до різних небезпечних наслідків. Викладачі при викладанні та навчанні із застосуванням штучного інтелекту теж мають бути готовими пояснити помилки штучного інтелекту під час навчання. Існує думка, що використання штучного інтелекту може мати непередбачувані наслідки для освіти.

Для ефективного використання ШІ під час навчання має бути змінено підхід до навчального процесу з використанням сучасних інноваційних педагогічних технологій та зміна постановки завдань для студентів.

Зокрема, використання технології перевернутого класу [30] дозволить винести завдання, які можуть виконуватись з використанням ШІ, на самостійну роботу, в той час як на аудиторних заняттях можуть виконуватись завдання, що передбачають формування навичок мислення більш високого рівня за таксономією Блума [31]. Згідно таксономії Блума, яка вдосконалена Андерсоном і Кратволом [32], визначено 6 рівнів навичок мислення. Формування навичок мислення нижнього рівня - знання та застосування - при використанні технології перевернутого класу може відбуватися завдяки виконанню завдань для самостійного опрацювання, зокрема з використанням штучного інтелекту. В такому випадку на аудиторну роботу викладач матиме можливість виносити проблемні завдання для формування навичок мислення більш високого рівня (рис.4).



Рис. 4. Використання таксономії Блума під час перевернутого навчання з використанням штучного інтелекту

Отже, штучний інтелект є ефективним для створення індивідуальних навчальних програм, завдань з урахуванням індивідуальних особливостей студента. Системи автоматичної перевірки знань зі зворотнім зв'язком корисні для студента та викладача. Доцільно залучати студентів до використання віртуальних лабораторій з метою тренування навичок алгоритмізації та програмування.

Системи штучного інтелекту можуть використовуватись для аналізу даних про успішність студентів з метою підбору оптимальних навчальних матеріалів.

Рекомендації щодо запобігання використанню студентами штучного інтелекту без намагання опанувати відповідні знання та вміння:

- Задачі мають бути розв'язані за допомогою інструментарію, що відповідає темі та меті заняття.
- Під час формулювання тексту залишити деякі фрагменти завдання неявними.
- Закрити можливість копіювання тексту задачі.
- Створити в якості завдання проєкт, де студент має дописати відповідну частину коду.
- Обов'язковий індивідуальний захист робіт.

В останньому випадку буде складно дати штучному інтелекту всю необхідну інформацію стосовно цього проєкту. Для цього студент має добре розумітися в готовій частині коду, і що саме буде необхідно дати штучному інтелекту для розв'язку. Зазвичай студенту, що має необхідний рівень, буде простіше реалізувати завдання самостійно.

Штучний інтелект може рекомендувати студентам відповідні курси, завдання та ресурси на базі їх знань, візуалізувати генерацію алгоритмів, дати миттєвий зворотній зв'язок щодо їхнього коду, виправити помилки, скоригувати подальший хід роботи, чат-боти можуть надавати консультації. Очевидно, що необхідно комбінувати традиційні методи викладання зі штучним інтелектом, що робить навчання більш цікавим. Різні методи апелюють до різних стилів навчання, а комбінація їх підвищує мотивацію. Поєднання різних методів навчання звільняє для викладача час для більш творчої роботи та особистої індивідуальної взаємодії зі студентами.

Висновки та перспективи подальших досліджень. підвищення ефективності викладання дисциплін, пов'язаних з алгоритмами, програмуванням та моделюванням систем і процесів у підготовці студентів спеціальностей «Комп'ютерні науки» та «Інженерія програмного забезпечення». Їх застосування створює передумови для індивідуалізації та адаптації навчання, автоматизації оцінювання, візуалізації складних понять та зростання мотивації студентів.

Разом із тим, ефективне впровадження ШІ потребує не лише технічної інтеграції, а й переосмислення педагогічних підходів. Перспективним є використання інноваційних методик, зокрема технології «перевернутого класу» у поєднанні з таксономією Блума, що дозволяє змістити акценти з репродуктивного відтворення знань на розвиток критичного й аналітичного мислення. Важливим завданням є також удосконалення формулювання навчальних завдань, аби мінімізувати ризик їхнього механічного розв'язання за допомогою ШІ, та посилення ролі індивідуального захисту результатів навчальної діяльності.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на:

- розробку моделей інтеграції ШІ у викладання різних фахових дисциплін ІТ-спеціальностей;
- вивчення впливу використання ШІ на формування професійних і соціальних компетентностей студентів;
- порівняльний аналіз ефективності традиційних, змішаних та інноваційних форм навчання з елементами ШІ;
- розробку методичних підходів до забезпечення академічної доброчесності та етичного використання ШІ в освітньому процесі.

Таким чином, ШІ може стати потужним інструментом підвищення якості навчання, проте його впровадження має здійснюватися з урахуванням педагогічних, методичних та етичних чинників, що визначає широкий простір для подальших наукових розвідок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text> (дата доступу: 9.10.2025)
2. Рассел С., Норвіг П. Штучний інтелект: сучасний підхід. Київ: Вільямс, 2015. 1408 с.
3. Bostrom N. Superintelligence: Paths, dangers, strategies. Oxford: Oxford University Press, 2016. 431 p.
4. Комп'ютери та штучний інтелект. URL: http://ni.biz.ua/10/10_11/10_113565_kompyuteri-i-iskusstvenniy-intellekt.html (дата доступу: 9.10.2025)
5. Коцовський В. М. Методи та системи штучного інтелекту: конспект лекцій. Ужгород: УжНУ, 2016. 75 с.
6. Європейська комісія. Етичні рекомендації щодо використання штучного інтелекту (AI) і даних у викладанні та навчанні для освітян. Офіс публікацій ЄС, 2022. DOI: <https://data.europa.eu/doi/10.2766/153756>
7. European School Education Platform. EU policies to support and govern AI in education. URL: <https://school-education.ec.europa.eu/en/insights/news/eu-policies-support-and-govern-ai> (дата доступу: 9.10.2025)
8. European Parliament. Report on artificial intelligence in education, culture and the audiovisual sector. URL: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0127_EN.html (дата доступу: 9.10.2025)
9. UNESCO. Governments must quickly regulate generative AI in schools. URL: <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-governments-must-quickly-regulate-generative-ai-school> (дата доступу: 9.10.2025)
10. ISTE. Artificial Intelligence in Education. URL: <https://iste.org/ai> (дата доступу: 9.10.2025)
11. Найкращі країни, які використовують ШІ в освіті. URL: <https://www.loopant.com/countries-using-ai-in-education/> (дата доступу: 9.10.2025)
12. The74Million. Shockwaves & innovations: How nations worldwide are dealing with AI in education. URL: <https://www.the74million.org/article/shockwaves-innovations-how-nations-worldwide-are-dealing-with-ai-in-education/> (дата доступу: 9.10.2025)
13. Драч І., Петроє О., Бородієнко О., Рєгейло І., Базелюк О., Базелюк Н., Слободенюк О. Використання штучного інтелекту у вищій освіті. Міжнародний науковий журнал «Університети і лідерство». 2023. №15. С. 66-76.
14. Beresneva D. Computer-Generated Text Detection Using Machine Learning: A Systematic Review. Natural Language Processing and Information Systems. 2016. Vol. 9612. P. 417–430. ISBN 978-3-319-41753-0.
15. Morze N., Barna O. The Concept of Teaching Secondary Students Programming Using Artificial Intelligence. E Learning and Enhancing Soft Skills Contemporary Models of Education in the Era of Artificial Intelligence. 2025. p. 37-59. https://DOI: 10.1007/978-3-031-82243-8_3
16. Mahmud S. (ed.) Academic Integrity in the Age of Artificial Intelligence. Hershey, PA: IGI Global, 2024.
17. Pandit A. A., Toksha G. Review of plagiarism detection technique in source code. International Conference on Intelligent Computing and Smart Communication. 2019. ISBN 978-981-15-0632-1.
18. Ебрагім Ф., Джой М. Виявлення плагіату вихідного коду за допомогою попередньо навчених вбудовуваних моделей і автоматичного машинного навчання. Матеріали 14-ї Міжнародної конференції з обробки природної мови. Варна, Болгарія: INCOMA Ltd, 2023. С. 301-309.

19. Luckin R. Machine Learning and Human Intelligence. The future of education for the 21st century. UCL institute of education press. 2018.
20. Гриценчук О. Використання штучного інтелекту в освіті: тенденції та перспективи в Україні та за кордоном. Журнал кафедри ЮНЕСКО «Професійна освіта впродовж життя у XXI столітті». 2024. 2 (10). 152-161. [https://doi.org/10.35387/ucj.2\(10\).2024.0012](https://doi.org/10.35387/ucj.2(10).2024.0012)
21. Меньяло В.І., Васютинський Є.В. Закордонний та вітчизняний досвід використання сучасних цифрових інструментів для підготовки фахівців з соціальної роботи. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. 2025 р. № 100. <https://doi.org/10.32782/1992-5786.2025.100.18>
22. Sharples M. Automated Essay Writing: An AIED Opinion. Int J Artif Intell Educ. 2022. 32, P.1119-1126. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00300-7>
23. Коломієць, А., Кушнір, О. Використання штучного інтелекту в освітній та науковій діяльності: можливості та виклики. Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems. 2024. 70. С.45-57. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57>
24. Holmes W., Porayska-Pomsta K. The ethics of artificial intelligence in education. Lontoo: Routledge. 2023. С.621-653.
25. Heintz F., Roos T. Elements of AI – teaching the basics of AI to everyone in Sweden. Edulearn21 Proceedings. 2021. pp. 2568-2572.
26. Шишкіна М., Коваленко В. Про хід та результати досліджень, проведених в інституті цифровізації освіти НАПН України, щодо використання штучного інтелекту в середній освіті: За матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії Національної академії педагогічних наук України, 17 жовтня 2024 р. Вісник Національної академії педагогічних наук України. 2024. 6(2). 1-6. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6217>
27. Яцишин А. В., Пінчук О. П., Овчарук О. В., Литвинова С. Г., Шишкіна М. П., Соколюк О. М., ... Корнілова Т. Б. Цифрова трансформація відкритих освітніх середовищ. 2019.
28. Стандарт вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня за галуззю знань 12 «Інформаційні технології» спеціальність «Комп'ютерні науки». URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/07/12/122-kompyut.nauk.bakalavr-1.pdf> (дата доступу: 9.10.2025)
29. Соменко Д., Трифонова О., Садовий М. Використання штучного інтелекту та нейромереж в освітньому процесі з фахових дисциплін студентами спеціальності «Професійна освіта (цифрові технології)». Наукові записки. Серія: Педагогіка. 2023. №1.
30. Morze N., Vember V., Varchenko-Trotsenko L. How to create an effective flipped learning sequence in higher education. In: Smyrnova-Trybulska E. (ed.) E-Learning and STEM Education. Katowice–Cieszyn: University of Silesia, Studio-Noa, 2019. P. 139–160. DOI: <https://doi.org/10.34916/el.2019.11.10> (дата доступу: 9.10.2025)
31. Bloom B. Reflections on the development and use of the taxonomy. In: Rehage K. J., Anderson L. W., Sosniak L. A. (eds.) Bloom's taxonomy: A forty-year retrospective. Chicago: Yearbook of the National Society for the Study of Education, 1994. P. 1-8.
32. Anderson L. W., Krathwohl D. R. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's educational objectives. New York: Longman, 2001.

Матеріал надіслано до редакції 09.10.2025 р.

Затверджено до друку 27.11.2025 р.

OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING PROFESSIONAL DISCIPLINES TO STUDENTS OF THE SPECIALTIES «COMPUTER SCIENCE» AND «SOFTWARE ENGINEERING»

Viktoriia Vember

PhD (pedagogical sciences), Associate Professor of the Department of Computer Science
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
v.vember@kubg.edu.ua
ORCID: 0000-0002-4483-8505

Iryna Mashkina

PhD (technical sciences), Associate Professor of the Department of Computer Science
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
i.mashkina@kubg.edu.ua
ORCID: 0000-0003-0667-5749

Tetiana Nosenko

PhD (technical sciences), Associate Professor of the Department of Computer Science
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
t.nosenko@kubg.edu.ua
ORCID: 0000-0002-7597-9861

Vladyslav Yaskevych

PhD (technical sciences), Associate Professor of the Department of Computer Science
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
v.yaskevych@kubg.edu.ua
ORCID: 0000-0002-5796-2521

Abstract. The article explores the opportunities and challenges of using artificial intelligence (AI) in teaching professional disciplines to students majoring in «Computer Science» and «Software Engineering». It analyzes modern approaches to defining AI, international and national regulatory initiatives, as well as research findings on the integration of AI into the educational process. Practical examples of AI application are examined, including automated assessment, personalized learning, algorithm visualization, and programming support. The article also analyzes how AI can contribute to improving the learning process and enhancing the quality of education, while addressing ethical and practical aspects of its use. The main focus is on identifying the role of AI in teaching and learning, analyzing AI tools and technologies, discussing the limitations and challenges of AI, and providing recommendations for its effective implementation. The article aims to provide educators and students with an understanding of the potential and limitations of AI in education and to suggest ways to use these technologies effectively to improve the educational process. It identifies problems related to academic integrity, the quality of prompts, student dependence on automated solutions, and the risk of declining critical thinking skills. Pedagogical approaches for effective AI use are proposed, including the «flipped classroom» model and Bloom's taxonomy. Recommendations are also provided for adapting learning tasks and reinforcing individual project defenses. It is concluded that combining traditional teaching methods with AI capabilities can improve the quality of education, but requires careful planning, ethical consideration, and a responsible stance from educators and educational institutions.

Keywords: artificial intelligence; learning; programming; computer science; effectiveness; AI tools

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Concept of artificial intelligence development in Ukraine (2020). October 09, 2025. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text> (in Ukrainian)
2. Rassel S., Norwig P. Artificial Intelligence (2015). A Modern Approach. Kyiv: Willams, 1408 p. (in Ukrainian)
3. Bostrom, N. (2016). Superintelligence: Paths, dangers, strategies. Oxford: Oxford University Press, 431 p.

4. Computers and artificial intelligence. (2025). October 09, 2025. http://ni.biz.ua/10/10_11/10_113565_kompyuteri-i-iskusstvenniy-intellekt.html (in Ukrainian)
5. Kotsovskiy, V. (2016). Methods and systems of artificial intelligence: lecture notes. Uzhhorod: UzhNU. 75 p. (in Ukrainian)
6. European Commission (2022). Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators. Publications Office of the EU. October 09, 2025. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/153756>
7. European School Education Platform (2025). EU policies to support and govern AI in education. October 09, 2025. <https://school-education.ec.europa.eu/en/insights/news/eu-policies-support-and-govern-ai>
8. European Parliament (2021). Report on artificial intelligence in education, culture and the audiovisual sector. October 09, 2025. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0127_EN.html
9. UNESCO (2025). Governments must quickly regulate generative AI in schools. October 09, 2025. <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-governments-must-quickly-regulate-generative-ai-school>
10. ISTE (2025). Artificial Intelligence in Education. October 09, 2025. <https://iste.org/ai>
11. The best countries using AI in education (2025). October 09, 2025. <https://www.loopant.com/countries-using-ai-in-education/>
12. The74Million (2025). Shockwaves & innovations: How nations worldwide are dealing with AI in education. October 09, 2025. <https://www.the74million.org/article/shockwaves-innovations-how-nations-worldwide-are-dealing-with-ai-in-education/>
13. Drach, I., Petroe, O., Borodienko, O., Regeilo, I., Bazelyuk, O., Bazelyuk, N., & Slobodenyuk, O. (2023). The use of artificial intelligence in higher education. International scientific journal «Universities and Leadership», No. 15, pp. 66-76. (in Ukrainian)
14. Beresneva, D. (2016). Computer-Generated Text Detection Using Machine Learning: A Systematic Review. Natural Language Processing and Information Systems, Vol. 9612, P. 417-430. ISBN 978-3-319-41753-0.
15. Morze, N. & Barna, O. (2025). The Concept of Teaching Secondary Students Programming Using Artificial Intelligence. E Learning and Enhancing Soft Skills Contemporary Models of Education in the Era of Artificial Intelligence, p. 37-59. https://10.1007/978-3-031-82243-8_3
16. Mahmud S. (ed.) (2024). Academic Integrity in the Age of Artificial Intelligence. Hershey, PA: IGI Global.
17. Pandit A., & Toksha, G. (2019). Review of plagiarism detection technique in source code. International Conference on Intelligent Computing and Smart Communication. ISBN 978-981-15-0632-1.
18. Ebrahim, F., Joy, M. (2023). Source code plagiarism detection using pre-trained model embeddings and automatic machine learning. Proceedings of the 14th International Conference on Natural Language Processing. Varna, Bulgaria: INCOMA Ltd, pp. 301-309. (in Ukrainian)
19. Luckin, R. (2018). Machine Learning and Human Intelligence. The future of education for the 21st century. UCL institute of education press.
20. Grytsenchuk, O. (2024). The use of artificial intelligence in education: trends and prospects in Ukraine and abroad. Journal of the UNESCO Department «Lifelong Vocational

- Education in the 21st Century». 2 (10), 152-161.
[https://doi.org/10.35387/ucj.2\(10\).2024.0012](https://doi.org/10.35387/ucj.2(10).2024.0012) (in Ukrainian)
21. Menyailo, V. & Vasutynsky, E. (2025) Foreign and domestic experience in using modern digital tools for training social work specialists. Pedagogy of forming a creative personality in higher and general education schools. № 100.
<https://doi.org/10.32782/1992-5786.2025.100.18> (in Ukrainian)
22. Sharples, M. (2022). Automated Essay Writing: An AIED Opinion. *Int J Artif Intell Educ.* 2022. 32, 1119-1126 pp. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00300-7>
23. Kolomiets, A. & Kushnir, O. (2024). Using artificial intelligence in educational and scientific activities: opportunities and challenges. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems.* 70, 45-57 pp. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57> (in Ukrainian)
24. Holmes, W., & Porayska-Pomsta, K. (2023). The ethics of artificial intelligence in education. *Lontoo: Routledge*, 621-653.
25. Heintz, F. & Roos, T. (2021). Elements of AI – teaching. The basics of AI to everyone in Sweden. *Edulearn21 Proceedings*, pp. 2568-2572.
26. Shyshkina, M. & Kovalenko, V. (2024). On the progress and results of research conducted at the Institute for Digitalization of Education of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine on the use of artificial intelligence in secondary education: Based on the materials of the scientific report at the meeting of the Presidium of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, October 17, 2024. *Bulletin of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine.* 6(2), 1-6.
<https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6217>. (in Ukrainian)
27. Yatsyshyn, A., Pinchuk, O., Ovcharuk, O., Lytvynova, S., Shyshkina, M., Sokolyuk, O., ... & Kornilova, T. (2019). Digital Transformation of Open Educational Environments. (in Ukrainian)
28. Standard of higher education of Ukraine of the first (bachelor's) level in the field of knowledge 12 «Information Technologies» specialty «Computer Science» (2019). October 09, 2025.
<https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/07/12/122-kompyut.nauk.bakalavr-1.pdf> (in Ukrainian)
29. Somenko, D., Tryfonova, O., & Sadovy, M. (2023). The use of artificial intelligence and neural networks in the educational process of professional disciplines by students of the specialty «Professional education (digital technologies)». *Scientific notes. Series: Pedagogy*, No. 1. (in Ukrainian)
30. Morze, N., Vember, V., & Varchenko-Trotsenko, L. (2019). How to create an effective flipped learning sequence in higher education. In: Smyrnova-Trybulska E. (ed.) *E-Learning and STEM Education*. Katowice-Cieszyn: University of Silesia, Studio-Noa, P. 139-160. DOI: <https://doi.org/10.34916/el.2019.11.10> (in Ukrainian)
31. Bloom, B. (1994). Reflections on the development and use of the taxonomy. In: Rehage K. J., Anderson L. W., Sosniak L. A. (eds.) *Bloom's taxonomy: A forty-year retrospective*. Chicago: Yearbook of the National Society for the Study of Education, 1-8.
32. Anderson, L., & Krathwohl, D. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's educational objectives*. New York: Longman.