



Теорія і методика професійної освіти

УДК 377:378

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.17834633>

Динаміка розвитку компетентностей фахових молодших бакалаврів з інженерії програмного забезпечення за результатами формувального експерименту

Грибик Тарас Тарасович

аспірант, кафедра педагогіки та інноваційної освіти

Національний університет «Львівська політехніка»,

м. Львів, 79013, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1424-6182>

Ієвлєв Олександр Миколайович

доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри педагогіки та

інноваційної освіти, Національний університет «Львівська політехніка»,

м. Львів, 79013, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1567-4131>

Прийнято: 16.11.2025 | Опубліковано: 30.11.2025

***Анотація:** У статті обґрунтовується формування компетентностей майбутніх молодших фахових бакалаврів з інженерії програмного забезпечення через інтеграцію мікромодульного навчання з використанням допоміжних інструментів штучного інтелекту. Представлено результати вивчення рівнів сформованості професійних компетентностей здобувачів освіти зі спеціальності «Інженерія програмного забезпечення», що досліджувалися у межах когнітивно-аналітичного, діяльнісного та рефлексивно-етичного компонентів компетентностей. Оцінювання здійснювалося на основі визначених критеріїв, що дали змогу простежити зміни у засвоєнні знань і набутті практичних умінь студентами під час опанування дисципліни «Технології*



штучного інтелекту». Аналіз охоплював порівняння показників до впровадження авторської моделі навчання та після її реалізації. Для оцінювання ефективності запропонованої моделі III-підсиленого мікронавчання були застосовані статистичні методи, що дозволило об'єктивно перевірити вплив педагогічних умов на формування компетентностей. За допомогою статистичного аналізу за критерієм узгодженості Пірсона було підтверджено, що зміни між контрольної та експериментальною групами не є випадковими, а зумовлені застосуванням моделі.

Отримані результати засвідчили, що студенти експериментальної групи демонструють вищий рівень теоретичної підготовки, практичної діяльності та рефлексивної взаємодії з інструментами штучного інтелекту. Авторська модель III-підсиленого мікронавчання засвідчила високу педагогічну результативність, продемонструвавши здатність суттєво підвищувати рівень сформованості компетентностей зі спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» та забезпечувати розвиток професійної готовності здобувачів освіти до діяльності в умовах цифрової трансформації. Отримані результати окреслюють перспективи подальшого вдосконалення компетентнісних моделей підготовки фахівців з інженерії програмного забезпечення та підтверджують доцільність поглиблення досліджень у напрямі інтеграції інтелектуальних технологій у професійну освіту.

Ключові слова: цифрова педагогіка; адаптивне навчання; мікронавчання; інженерія програмного забезпечення; штучний інтелект; педагогічний експеримент; рефлексивні практики; інтелектуальні освітні технології.



Competence development dynamics of Associate in Software Engineering according to the results of an experimental study

Hrybyk Taras Tarasovych

PhD Student at the Department of Pedagogy and Innovative Education

Lviv Polytechnic National University

ORCID: 0009-0007-1424-6182

Iievliev Oleksandr Mykolaiovych

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of
Pedagogy and Innovative Education, Lviv Polytechnic National University, Lviv,
Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-1567-4131>

***Abstract.** The article presents the rationale for developing the competencies of future software engineering junior bachelor's degree students through the integration of micromodular learning using artificial intelligence support tools. The article presents the results of a comprehensive study of the levels of professional competence of students majoring in software engineering, which were examined within the cognitive-analytical, activity-based, and reflective-ethical components of competence. The assessment was carried out on the basis of specific criteria, which made it possible to track changes in the acquisition of knowledge and practical skills by students during the study of the discipline «Fundamentals of Artificial Intelligence». The analysis covered a comparative study of indicators before and after the implementation of the author's learning model. Statistical methods were used to evaluate the effectiveness of the proposed AI-enhanced microlearning model, which made it possible to objectively verify the impact of pedagogical conditions on the formation of competencies. Using statistical analysis based on Pearson's consistency criterion, it was confirmed that the*



changes between the control and experimental groups were not random but were caused by the application of the model.

The findings proved that students of the experiment group demonstrate a higher level of theoretical training, practical activity and reflective interaction with artificial intelligence tools. The author's model of AI-enhanced microlearning demonstrated high pedagogical effectiveness, showing the ability to significantly increase the level of competence in the specialty 'Software Engineering' and ensure the development of professional readiness of students for activities in the conditions of digital transformation. The obtained results outline the prospects for further improvement of competency models for training software engineering specialists and confirm the expediency of deepening research in the direction of integrating intelligent technologies into professional education.

Key words: *digital pedagogy; adaptive learning; microlearning; software engineering; artificial intelligence; pedagogical experiment; reflective practices; intelligent educational technologies.*

Постановка проблеми. Стрімка зміна технологічного аспекту в галузі інженерії програмного забезпечення вимагає від закладів освіти формування у студентів не лише фундаментальних знань, а й здатності швидко опановувати нові інструменти, алгоритми та практики. Традиційні підходи до організації навчального процесу виявляються недостатньо адаптивними до різних темпів засвоєння, фрагментарного сприйняття інформації та потреби у постійному оновленні навчального контенту [1]. У цих умовах особливої актуальності набуває мікронавчання, як педагогічна стратегія, що дозволяє структурувати зміст дисциплін на малі, логічно завершені навчальні одиниці. Що в результаті сприяє кращому розумінню матеріалу, підвищує мотивацію та забезпечує поступове формування мікрокомпетентностей, релевантних сучасним вимогам ІТ-індустрії.



Разом із тим, зростає потреба у підсиленні мікронавчальних практик інтелектуальними технологіями, зокрема інструментами штучного інтелекту (далі ШІ), які можуть забезпечити персоналізований зворотний зв'язок, адаптацію складності завдань та автоматизацію окремих пізнавальних процесів. ШІ не є самоціллю, але виступає засобом підтримки та розширення можливостей мікронавчальної моделі, роблячи її більш динамічною й ефективною. Проблема полягає у визначенні того, яким чином поєднання мікронавчання та інтелектуальних технологій впливає на формування професійних компетентностей майбутніх інженерів програмного забезпечення, зокрема нових компетентностей, не представлених у чинних освітніх програмах. У цьому контексті особливого значення набувають компетентності, пов'язані з етичною взаємодією зі штучним інтелектом та здатністю використовувати ШІ в інженерних завданнях. Дані компетентності вимагають таких освітніх підходів, які дозволяють сформувати не лише технічні вміння, а й рефлексивні, аналітичні та етичні навички, що забезпечують усвідомлене використання інтелектуальних систем у професійній діяльності.

Саме тому виникла потреба у створенні та експериментальній перевірці нової педагогічної моделі – моделі ШІ-підсиленого мікронавчання, яка спрямована на цілеспрямоване формування запропонованих автором компетентностей ЗК10 («Здатність до саморефлексії через ведення рефлексивного щоденника, аналіз взаємодії з інтелектуальними системами й усвідомлення етичних аспектів цифрової поведінки») та СК16 («Здатність використовувати інструменти штучного інтелекту для пошуку, оброблення, аналізу й візуалізації даних, а також автоматизації розроблення, тестування, налагодження та супроводу програмного забезпечення») у майбутніх інженерів програмного забезпечення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасній науковій площині питання використання мікронавчання та інтелектуальних технологій у



професійній підготовці фахівців розглядається як один із ключових напрямів досліджень у педагогіці, освітніх технологіях та прикладній інженерії.

У роботах Т.Нуг [2] доведено, що короткі навчальні модулі підвищують збереження уваги, краще узгоджуються з когнітивною природою студентів нового покоління та сприяють формуванню «точкових» професійних навичок, необхідних в ІТ-галузі. Р. Врук [3] підкреслюють, що мікронавчання забезпечує можливість гнучкого налаштування траєкторій навчання, що є ключовим чинником у цифровій освіті. Водночас у дослідженнях А. Врадій [4] відзначається, що самостійне мікронавчання без належної педагогічної моделі часто не забезпечує системності та глибини знань.

Ще один напрям наукових досліджень стосується розвитку рефлексивних і етичних компетентностей у взаємодії з інтелектуальними системами. У роботах L. Floridi [5] , J. Whittlestone [6], а також низці українських дослідників В. Коваленко та М. Мар'єнко [7], а також С. Литвинової [8] наголошується на необхідності формування критичної цифрової грамотності та відповідального використання ІІТ.

Також у науковій літературі представлено низку досліджень, присвячених безпосередньому аналізу ефективності впровадження мікронавчання в освітній процес. У систематичному огляді К. Wali, Q. Atika та A. Rosyzie [9] узагальнено понад сотню досліджень, що підтверджують позитивний вплив мікронавчання на засвоєння навчального матеріалу, підвищення залученості студентів та покращення загальних результатів навчання.

Дослідження Н. Poorcheraghi [10] демонструє статистично значущий вплив мікронавчальних інтервенцій на формування складних когнітивних та поведінкових навичок у межах рандомізованого контрольованого експерименту. Хоча дослідження проводилося в медичній сфері, його результати є релевантними для професійної освіти загалом: мікронавчання сприяло підвищенню точності виконання завдань, покращенню розуміння складних



систем та розвитку стійких навичок прийняття рішень. Це підтверджує універсальність мікронавчання як педагогічної технології, що може бути інтегрована в різні освітні контексти, включно з інженерією програмного забезпечення.

Важливий внесок у систематизацію знань про ефективність мікронавчання у закладах вищої освіти зроблено у роботі М. Jainuri та ін. [11], де на основі аналізу доведено, що мікронавчання суттєво підвищує рівень утримання знань, покращує академічну успішність та сприяє формуванню стійких навчальних стратегій у студентів. Автори відзначають, що мікромодульний формат особливо ефективний для дисциплін, що потребують системного оволодіння складними поняттями та технічними навичками, що на пряму резонує з особливостями підготовки програмних інженерів.

Цінні результати також наведено у дослідженні І. Оуеуіро [12], в якому проаналізовано ефективність мікронавчання у корпоративному секторі. Автор доводить, що мікронавчання підвищує швидкість опанування професійних навичок, покращує адаптацію працівників до нових технологій та забезпечує високий рівень мотивації до безперервного навчання.

На основі аналізу зазначених досліджень нами були визначені ключові підходи та результати, що стали методологічним підґрунтям для формування власної моделі ШІ-підсиленого мікронавчання та обґрунтування експериментального дослідження. Зокрема, у систематичному огляді К. Wali, Q. Atika та A. Rosyzie [9] підкреслено, що мікронавчання є найбільш ефективним за умови чіткої модульної структури, високого ступеня інтерактивності та можливості персоналізації. Цей висновок безпосередньо вплинув на побудову нашої мікромодульної системи, яка передбачає короткі, структурно завершені одиниці навчання, що легко інтегруються у цифрове середовище.

Таким чином, результати попередніх досліджень дали змогу окреслити методологічну основу нашого підходу, визначити структуру мікромодулів,



обрати релевантні критерії оцінювання та сформувані гіпотезу щодо очікуваної ефективності інтеграції мікронавчальних практик та ШІ-засобів у підготовку фахових молодших бакалаврів з інженерії програмного забезпечення.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Загалом, аналіз наукових публікацій свідчить про значний потенціал мікронавчання як технології, що забезпечує підвищення індивідуалізації, адаптивності та ефективності освітнього процесу. Однак, попри зростання кількості досліджень, недостатньо вивченими залишаються питання інтеграції інструментів штучного інтелекту в мікромодульні структури професійної підготовки спеціалістів в галузі Інженерії програмного забезпечення. Окремою науковою проблемою є розроблення моделей формування нових компетентностей, пов'язаних із етичною взаємодією з ШІ, аналітичними навичками та застосуванням обчислювального інтелекту в інженерній діяльності.

Саме ці прогалини визначили наукову актуальність нашого дослідження. У статті пропонується авторська модель ШІ-підсиленого мікронавчання та її експериментальна перевірка в підготовці майбутніх фахових інженерів програмного забезпечення. Вона спрямована на формування компетентностей нового покоління — ЗК10 та СК16 — які досі недостатньо представлені в освітніх програмах і не були предметом системних емпіричних досліджень у вітчизняному освітньому просторі.

Формулювання цілей статті. Метою статті є представлення результатів емпіричного дослідження динаміки розвитку ключових компетентностей молодших фахових інженерів з інженерії програмного забезпечення в умовах упровадження моделі ШІ-підсиленого мікронавчання. Особлива увага зосереджена на аналізі впливу мікромодульної структури дисципліни «Технології штучного інтелекту» на формування загальної (ЗК10) та спеціальної (СК16) компетентностей, які є новими для сучасних освітніх програм і відображають виклики цифрової епохи.



Дослідження має на меті оцінити ефективність авторської моделі шляхом порівняння рівнів сформованості відповідних компетентностей у контрольній та експериментальних групах, а також визначити потенціал інтеграції штучного інтелекту в структуру мікронавчального середовища як інструменту підсилення професійної підготовки майбутніх інженерів. Отримані результати покликані обґрунтувати доцільність модернізації освітніх стандартів та подальшого розвитку компетентнісної парадигми підготовки фахівців ІТ-сфери.

Виклад основного матеріалу дослідження. Професійна підготовка майбутніх молодших фахових інженерів з інженерії програмного забезпечення передбачає оволодіння широким спектром компетентностей, що охоплюють не лише технічні знання, а й уміння працювати зі складними цифровими системами, здатність до аналітичного мислення, рефлексії та етичного використання новітніх технологій [13]. Структура сучасної діяльності програмного інженера включає когнітивно-аналітичний, діяльнісний та рефлексивно-етичний компоненти, від формування яких залежить результативність подальшої професійної діяльності. Саме ці складники стали основою моделі ШІ-підсиленого мікронавчання, спрямованої на формування компетентностей нового типу – таких як ЗК10 та СК16.

Відповідно до актуальних потреб цифрової освіти та вимог ІТ-індустрії нами було визначено систему та модель формування компетентностей студентів, що спирається на логіку мікрomodульного навчання та передбачає інтеграцію ШІ-інструментів. Модель побудована на гуманістичних принципах розвитку рефлексії, автономності й відповідального використання технологій, що забезпечує якісно новий рівень підготовки програмних інженерів. В її основу закладено структурні та функціональні компоненти діяльності, систему критеріїв і мікрокомпетентностей, а також адаптивні методи навчання, орієнтовані на активну взаємодію студента з освітнім середовищем [14].

У процесі підготовки до формувального етапу експерименту ми визначили



систему критеріїв та відповідних мікрокомпетентностей, за якими здійснювалося оцінювання рівня сформованості компетентностей ЗК10 і СК16 у майбутніх інженерів програмного забезпечення. Для діагностики рівня сформованості компетентностей було визначено три критерії:

- когнітивно-аналітичний (розуміння принципів ШІ, алгоритмів, методів ML, здатність пояснювати роботу моделей);
- діяльнісний (уміння застосовувати ШІ-інструменти для програмування, тестування, оптимізації коду);
- рефлексивно-етичний (усвідомлення ризиків, відповідальність за використання ШІ, ведення рефлексивного щоденника).

Подальшим кроком було зіставлення критеріїв з конкретними мікрокомпетентностями, що відображали очікувані прояви кожного показника.

У межах когнітивно-аналітичного критерію ми визначили такі мікрокомпетентності, як розуміння етичних ризиків ШІ (МК10.2), усвідомлення впливу ШІ на професію та суспільство (МК10.4), знання інтелектуальних інструментів та принципів їх вибору (МК16.1), базових алгоритмів ML/DL (МК16.3) і способів оптимізації коду за допомогою ШІ (МК16.4). Короткі описи показників фіксували, наскільки студент знає та пояснює принципи й наслідки застосування інтелектуальних технологій.

Для діяльнісного критерію було визначено мікрокомпетентності, що характеризують уміння добирати ШІ-інструменти (МК16.1), застосовувати Copilot і ChatGPT у програмуванні (МК16.2), використовувати ML/DL для аналізу даних (МК16.3), здійснювати оптимізацію та налагодження коду (МК16.4) і інтегрувати ШІ в командні проєкти (МК16.5). Опис проявів фіксував рівень технічної самостійності та здатність студента вирішувати реальні інженерні задачі.

Щодо рефлексивно-етичного критерію, було визначено мікрокомпетентності, що стосуються усвідомлення власних реакцій під час



роботи з ШІ (МК10.1), дотримання принципів академічної доброчесності (МК10.3), аналізу етичних дилем (МК10.2), критичного осмислення впливу ШІ (МК10.4) та ведення рефлексії щодо користі й ризиків взаємодії з інтелектуальними системами (МК10.5). Опис проявів відображав ступінь зрілості етичної позиції студента.

Таким чином, було сформовано узгоджену систему показників, що дозволила здійснювати структуроване оцінювання нових компетентностей у контексті експерименту. Вона надала можливість порівнювати результати студентів контрольної та експериментальної груп і визначати динаміку розвитку компетентностей під впливом авторської моделі ШІ-підсиленого мікронавчання.

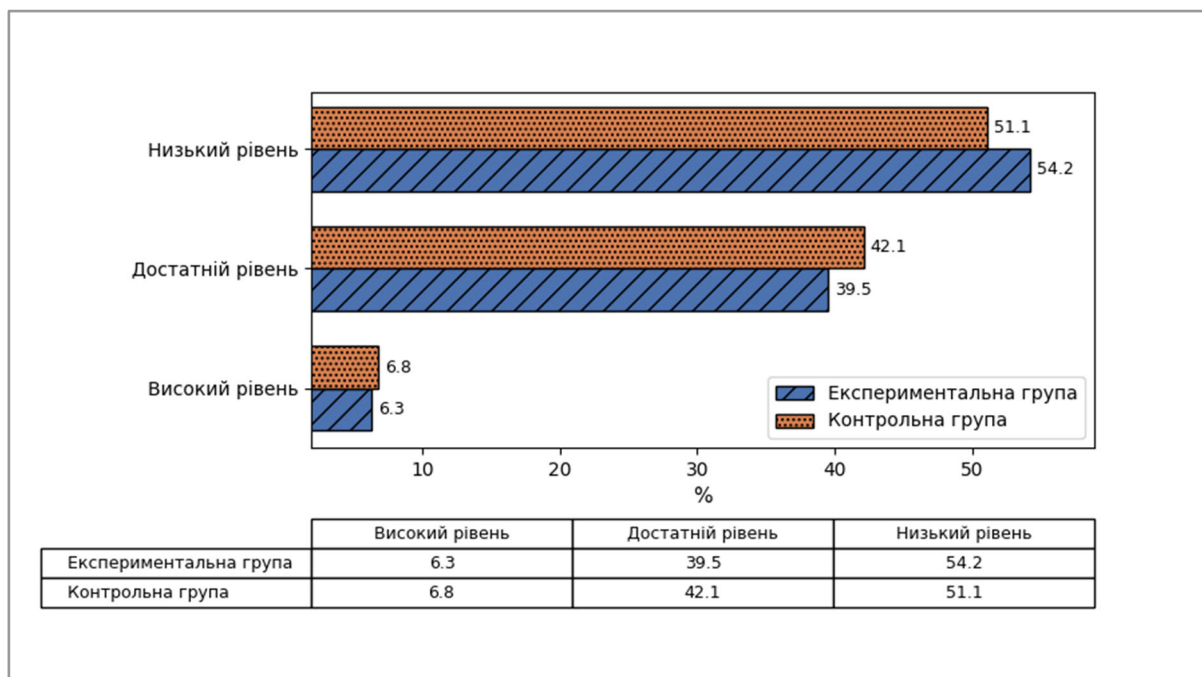
Дисципліна «Технології штучного інтелекту» стала провідною платформою для втілення моделі. Зміст курсу був організований у вигляді мікромодулів, які охоплювали лекційні фрагменти, інтерактивні завдання, практичні роботи, роботу з ШІ-асистентами, рефлексивні щоденники та елементи самооцінювання. Така структура сприяла покроковому формуванню мікрокомпетентностей, що забезпечують розвиток аналізу, програмної діяльності та етичного мислення у взаємодії зі штучним інтелектом. У межах дисципліни студенти опановували різні інструменти – від ChatGPT і Copilot до бібліотек Scikit-learn та TensorFlow, що дозволяло поєднувати теорію з практикою.

На констатувальному етапі експерименту було проведено первинне оцінювання рівнів сформованості компетентностей за зазначеними критеріями, що дозволило визначити вихідні позиції студентів контрольної та експериментальної груп. Показники успішності з дисципліни «Технології штучного інтелекту» демонстрували переважно достатній і низький рівні засвоєння, що підтвердило актуальність модернізації змісту й методів викладання (рис.1). Зокрема, домінування середніх і фрагментарних знань, недостатня сформованість практичних навичок роботи зі ШІ-інструментами та низький рівень рефлексивних умінь засвідчили потребу впровадження

структурованої, адаптивної та компетентнісно зорієнтованої моделі навчання.

Рисунок 1

Узагальнені результати сформованості компетентностей майбутніх фахових інженерів програмного забезпечення.



Джерело: сформовано авторами

Після аналізу результатів констатувального етапу встановлено, що підсумкові показники за всіма критеріями сформованості компетентностей у контрольній та експериментальній групах залишаються співмірними й не демонструють статистично значущих розбіжностей.

У контрольній групі високий рівень засвоєння продемонстрували 6,8% студентів (13 осіб), а в експериментальній — 6,3% (12 осіб). Достатній рівень зафіксовано у 42,1% учасників контрольної групи (80 осіб) та у 39,2% студентів експериментальної групи (75 осіб). Низький рівень характерний для 51,1% здобувачів контрольної групи (97 осіб) і 54,2% представників експериментальної (103 особи).

Перевірку статистичної значущості результатів здійснено за допомогою двостороннього критерію Пірсона. За умови $v = 2$ та рівня значущості $p = 0,05$



критичне значення становить $\chi^2_{кр} = 5,99$. Розраховане значення $\chi^2_{емп} = 0,381$ виявилося нижчим за критичне, тобто $\chi^2_{кр} > \chi^2_{емп}$, що свідчить про відсутність статистично значущих розбіжностей та підтверджує випадковий характер виявлених відмінностей між групами.

Формувальний етап педагогічного експерименту був спрямований на перевірку ефективності створеної моделі ШІ-підсиленого мікронавчання та впровадження педагогічних умов, необхідних для формування нових компетентностей ЗК10 і СК16 у майбутніх інженерів програмного забезпечення. На цьому етапі апробувалося практичне використання мікромодулів, рефлексивних інструментів і засобів штучного інтелекту, що дало змогу дослідити їх вплив на розвиток когнітивних, діяльнісних та етичних характеристик студентів.

Було визначено мету, склад учасників та методи педагогічного впливу; уточнено ефективність інтеграції ШІ у мікронавчальне середовище; обґрунтовано методика педагогічних умов для розвитку мікрокомпетентностей, що входять до складу ЗК10 і СК16; здійснено порівняльну експериментальну перевірку результатів у контрольній та експериментальній групах. Навчання в контрольній групі відбувалося традиційно, тоді як в експериментальній — за авторською моделлю, що поєднувала мікромодульну організацію, використання інструментів штучного інтелекту та систематичну рефлексію через цифрові щоденники.

У межах формувального етапу були впроваджені нові підходи до розвитку професійних компетентностей, орієнтовані на індивідуальні потреби студентів, їхню мотивацію, досвід взаємодії з ШІ та готовність до самостійної роботи. Було визначено ефективні форми і методи навчання, розроблено мікромодулі, цифрові методичні матеріали та рекомендації щодо використання ШІ в освітньому процесі. Інтеграція цих компонентів у дисципліну та робочу програму «Основи штучного інтелекту» забезпечила створення цілісної навчальної екосистеми, яка



поєднала технологічні засоби ШІ, гнучкість мікронавчання та гуманістично орієнтований рефлексивний підхід.

Формувальний етап також передбачав аналіз, систематизацію та інтерпретацію отриманих результатів, а також перевірку педагогічної ефективності впроваджених умов – мікромодульної структури, індивідуалізованої ШІ-підтримки, рефлексивного супроводу та практико-орієнтованої інтеграції інтелектуальних інструментів у навчальні ситуації. Порівняльний аналіз успішності студентів контрольної та експериментальної груп здійснювався на основі підсумкових оцінок, рівня сформованості мікрокомпетентностей та результатів виконання мікрозавдань, що дозволило виявити статистично значущі позитивні зміни у студентів, які навчалися за авторською моделлю. У контрольній групі переважали оцінки «добре» і «задовільно», тоді як частка високих результатів залишалася низькою, а показник «незадовільно» – помітним. Натомість в експериментальній групі зафіксовано зростання частки оцінок «відмінно» та «добре» і майже дворазове зменшення кількості незадовільних результатів. Середній бал також був вищим у ЕГ (3.75 порівняно з 3.54).

Статистичний аналіз за критерієм Пірсона показав значущу різницю між групами ($\chi^2_{\text{емп}} = 8.092 > \chi^2_{\text{кр}} = 7.815$, $p = 0.05$), що підтверджує реальний вплив моделі, а не випадкові коливання. Отже, навчання за ШІ-підсиленним мікронавчанням сприяло підвищенню академічної успішності та збільшенню частки студентів із високим рівнем засвоєння матеріалу.

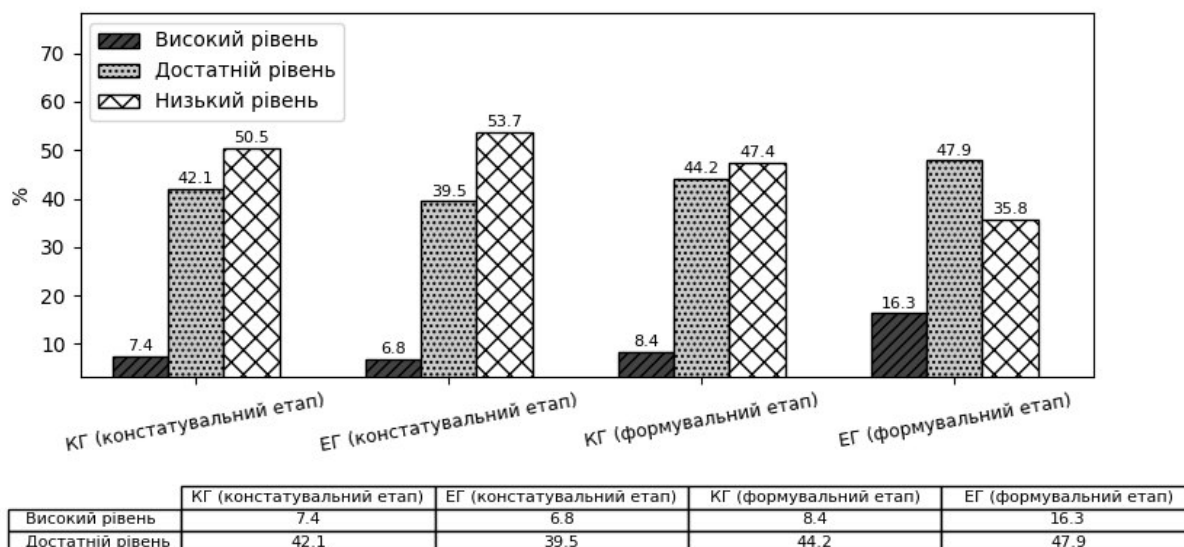
У межах формувального етапу також було визначено динаміку розвитку нових компетентностей ЗК10 та СК16. Результати засвідчили позитивний вплив систематичної роботи з мікромодулями, інструментами штучного інтелекту та рефлексивними практиками на сформованість когнітивних, діяльнісних та етичних компонентів професійної компетентності майбутніх інженерів програмного забезпечення. Для оцінювання ефективності запропонованої моделі

III-підсиленого мікронавчання були застосовані статистичні методи, що дозволило об'єктивно перевірити вплив педагогічних умов на формування компетентностей. Було висунуто нульову гіпотезу про випадковість відмінностей між групами та альтернативну – про статистично значущий вплив моделі. Експеримент реалізовувався за умов активного педагогічного чинника: у експериментальній групі впроваджувалася мікромодульна організація змісту, систематичне використання III-інструментів та рефлексивних практик, тоді як навчання у контрольній групі залишалося традиційним.

Отримані результати демонструють чітку позитивну динаміку розвитку складових компетентностей серед студентів експериментальної групи (рис.2). У контрольній групі домінує низький рівень сформованості компетентностей, тоді як в експериментальній групі зафіксовано майже удвічі більшу частку високих результатів та суттєве зниження низького рівня. Таким чином, модель продемонструвала чіткий педагогічний ефект.

Рисунок 2.

Узагальнені результати динаміки рівнів сформованості професійної компетентності майбутніх фахових інженерів програмного забезпечення.



Джерело: сформовано авторами

Статистичний аналіз за критерієм χ^2 Пірсона підтвердив значущість



відмінностей ($\chi^2_{\text{емп}} = 8.131 > \chi^2_{\text{кр}} = 5.99$), що дозволяє відхилити нульову гіпотезу. Це свідчить, що зміни між контрольної та експериментальною групами не є випадковими, а зумовлені застосуванням моделі ІІІ-підсиленого мікронавчання.

Результати демонструють сталі позитивні зміни у всіх трьох компонентах компетентнісного розвитку студентів ЕГ, що свідчить про ефективність запропонованої моделі навчання. Зниження частки низького рівня та суттєве зростання високого рівня засвідчують, що інтеграція мікронавчання та інструментів штучного інтелекту сприяє якісному покращенню підготовки майбутніх інженерів програмного забезпечення.

Узагальнений аналіз динаміки рівнів сформованості професійної компетентності студентів показав, що експериментальна група за всіма критеріями продемонструвала статистично значущі покращення. Це підтвердило, що впровадження мікромодульної структури, підсиленої інструментами штучного інтелекту, сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу, розвитку здатності інтегрувати теоретичні знання з практикою та формуванню компетентностей, релевантних сучасним умовам галузі інформаційних технологій.

Порівняльний аналіз загальних показників успішності контрольної та експериментальної груп за результатами семестрового контролю підтвердив високу ефективність запропонованої моделі. Особливо цінним є той факт, що позитивні зміни торкнулися не лише когнітивного та діяльнісного аспектів, але й рефлексивно-етичного компонента – складової, яка зазвичай формуються значно повільніше. Студенти виявили більш усвідомлене ставлення до використання ІІІ у професійних задачах, вміння оцінювати етичні ризики та відповідально застосовувати інтелектуальні інструменти у процесі програмування, тестування та аналізу даних.



Таким чином, результати формувального експерименту дозволяють стверджувати, що модель III-підсиленого мікронавчання є ефективним засобом розвитку професійних компетентностей молодших фахових інженерів програмного забезпечення. Вона забезпечує системне й динамічне зростання професійної готовності студентів та створює умови для стійкого формування мікрокомпетентностей, які відповідають актуальним викликам індустрії.

Висновки. Проведене емпіричне дослідження дозволило довести ефективність моделі III-підсиленого мікронавчання у підготовці молодших фахових інженерів з інженерії програмного забезпечення. Запропонована структура навчання, побудована на мікромодулях та інтеграції інтелектуальних інструментів, сприяла суттєвому підвищенню рівня сформованості як базових, так і нових професійних компетентностей, зокрема ЗК10 та СК16. Результати показали, що використання штучного інтелекту в освітньому процесі забезпечує не лише поглиблення теоретичних знань, а й посилює практичну складову навчання, мотивацію та рефлексивність студентів.

Статистичне порівняння контрольної та експериментальної груп підтвердило значущу позитивну динаміку за всіма трьома критеріями оцінювання — когнітивно-аналітичним, діяльнісним та рефлексивно-етичним. У студентів експериментальної групи зафіксовано зростання частки високого рівня сформованості компетентностей і одночасне зменшення кількості випадків низького рівня, що свідчить про ефективність запроваджених педагогічних рішень. Вищий середній бал та зменшення кількості незадовільних результатів успішності після впровадження моделі додатково підтверджують її результативність.

Впровадження дисципліни «Технології штучного інтелекту» у мікромодульному форматі продемонструвало потенціал III як засобу індивідуалізації, персоналізованого зворотного зв'язку та адаптивної підтримки навчальної діяльності. Комплексне застосування інтелектуальних інструментів



зробило освітній процес більш гнучким, практико орієнтованим і наближеним до умов реальної інженерної діяльності. Особливо важливим є те, що студенти не лише опанували технічні функції ШІ-інструментів, але й сформували етичне ставлення до їх застосування, що відповідає сучасним вимогам цифрової професійної культури.

Загалом результати експерименту підтверджують, що модель ШІ-підсиленого мікронавчання може стати ефективним засобом модернізації освітніх програм із інженерії програмного забезпечення. Її використання дозволяє підвищити якість підготовки фахівців, забезпечити розвиток релевантних компетентностей та посилити готовність студентів до роботи в умовах швидкозмінних техноло-гічних середовищ. Отримані дані створюють підґрунтя для подальших досліджень і розроблення інноваційних підходів до інтеграції ШІ у професійну освіту.

Список використаних джерел

1. Nikkhoo I. Microlearning for today's students: A rapid review of principles, impacts and challenges. *Medical Education Bulletin*. 2023. Vol.4. P. 673-685. URL: https://www.medicaleducation-bulletin.ir/article_154701_d5afb548ef5abcca1bbd612953c4f73f.pdf (Last accessed: 21.10.2025).
2. Hug T. Microlearning: Emerging Concepts, Practices and Technologies after E-learning: *Proceedings of Microlearning Conference*. Innsbruck University Press, 2005.
3. Bruck P. A., Motiwalla L., Foerster F. Mobile Learning with Micro-content: A Framework and Evaluation. *BLED 2012 Proceedings*. 2012. № 2. URL: <https://aisel.aisnet.org/bled2012/2> (Last accessed: 20.10.2025).
4. Врадій А. Мікронавчання як ефективний метод навчання історії в сучасних умовах. *Полтавський вісник*. 2022. URL:



https://znayshov.com/FR/14110/pv_2022_1-2-134-137.pdf (дата звернення: 21.10.2025)

5. Floridi L. The ethics of artificial intelligence: Principles, challenges, and opportunities. Oxford: *Oxford University Press*. 2023.

6. Whittlestone J., Clarke S. AI Challenges for Society and Ethics. 2022. DOI: 10.48550/arXiv.2206.11068. (Last accessed: 20.10.2025).

7. Мар'єнко М. В., Коваленко В. В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. *Фізико-математична освіта*. 2023. №1(38). С. 48–53.

8. Литвинова С. Мікронавчання ІК-технологій педагогів в умовах онлайнового марафону як парадигма цифрової трансформації освіти. *Вісник НАНП України*. 2021. №3(1), С.1–6.

DOI: <https://doi.org/10.37472/2707-305X-2021-3-1-10-1> (дата звернення: 30.10.2025).

9. Wali K. M., Atika Q., Rosyzie A.A.. Microlearning beyond boundaries: A systematic review and a novel framework for improving learning outcomes. *Heliyon*. 2025. Vol. 11(2).

10. Poorcheraghi H., Moradian S. T., Mousavi S. Q. et al. The effectiveness of microlearning-based education on medication adherence and health literacy in elderly individuals: a randomized controlled trial. *Scientific Reports*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-29769-7> (Last accessed: 30.10.2025).

11. Jainuri M., Kamid, Syaiful, Nizlel H. Microlearning Effectiveness in Higher Education: A Systematic Review and Meta-Analysis of Student Retention and Learning Outcomes. *Mathema Journal*. 2025. Vol. 7 (2). P. 630-642.

12. Oyeyipo I. Investigating the effectiveness of microlearning approaches in corporate training programs for skill enhancement, 2023.

13. Pascual R., Blanco E., Viveros P., Kristjanpoller F. Application of microlearning activities to improve engineering students' self-awareness. *International Journal of Engineering Education*. 2021. Vol.37(3). P. 576–584.



14. Moodie G., Wheelahan L. Credentialing micro-credentials. *Journal of Teaching and Learning for Graduate Employability*. 2021. 12(1). pp. 58–71.