

УДК 378.147:57+61

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-4\(50\)-454-465](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-4(50)-454-465)

Ковальчук Оксана Володимирівна старший викладач кафедри біології та фізичної реабілітації, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, м. Запоріжжя, <https://orcid.org/0000-0003-4249-8751>

Писанець Олександр Максимович кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та фізичної реабілітації, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, м. Запоріжжя, <https://orcid.org/0009-0009-5018-8885>

Козицька Тетяна Володимирівна кандидат біологічних наук, керівник секції загальної біології, селекції та генетики, Комунальний позашкільний навчальний заклад «Київська Мала академія наук учнівської молоді», м. Київ, <https://orcid.org/0000-0002-7554-0808>

ГЕНЕРАТИВНИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ВИЩІЙ БІОЛОГІЧНІЙ І МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ: ПОТЕНЦІАЛ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Анотація. Стаття присвячена дослідженню ефективності використання генеративного штучного інтелекту (ШІ) для персоналізації навчальних матеріалів у вищій освіті на прикладі дисциплін гістологія, цитологія, ембріологія та репродуктивна медицина. На основі аналізу даних із відкритих наукових джерел і проведеного експерименту було доведено значні переваги використання персоналізованих матеріалів. Виявлено, що в експериментальній групі зафіксовано суттєве покращення успішності у всіх дисциплінах порівняно з контрольної групою. Наприклад, середній результат у гістології зріс до 84,56 балів проти 76,45 у контрольній групі, в цитології – до 86,34 проти 78,21, а в ембріології – до 84,78 проти 76,98. Також спостерігався приріст академічної успішності на 16,82 бали в експериментальній групі, тоді як у контрольній групі цей показник становив лише 8,07 бали. З'ясовано, що 87% студентів експериментальної групи високо оцінили інтерактивність та адаптивність матеріалів. Вони зазначили, що персоналізований підхід сприяв глибшому засвоєнню складних тем, підвищенню зацікавленості та мотивації до навчання. У контрольній групі лише 62% студентів були задоволені традиційними матеріалами, вказуючи на їхню недостатню адаптивність і складність для розуміння. Дослідження також показало, що інтеграція

генеративного ШІ допомагає ефективніше засвоювати складні теми, які потребують візуалізації та інтерактивних пояснень. Інтерактивні моделі, адаптивні завдання та візуалізації, які інтегровані в навчальні матеріали, підвищили розуміння структурних і функціональних аспектів у складних дисциплінах. Висновки дослідження підтверджують, що використання генеративного ШІ є перспективним напрямом розвитку вищої освіти, особливо в дисциплінах, які вимагають глибокого аналізу та високого рівня підготовки. Подальші дослідження мають бути спрямовані на довгостроковий аналіз впливу таких технологій, а також на розробку етичних стандартів і рекомендацій для їх інтеграції в освітній процес.

Ключові слова: генеративний штучний інтелект, персоналізовані навчальні матеріали, мотивація студентів, біологія, гістологія, цитологія, ембріологія, репродуктивна медицина, вища освіта.

Kovalchuk Oksana Volodymyrivna Senior Lecturer at the Department of Biology and Physical Rehabilitation, Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, Zaporizhzhia, <https://orcid.org/0000-0003-4249-8751>

Pysanets Oleksandr Maksymovych Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Biology and Physical Rehabilitation, Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, Zaporizhzhia, <https://orcid.org/0009-0009-5018-8885>

Kozytska Tetiana Volodymyrivna PhD in Biology, Head of General Biology, Selection and Genetics Section, Municipal Out-of-School Educational Institution "Kyiv Junior Academy of Sciences of Student Youth", Kyiv, <https://orcid.org/0000-0002-7554-0808>

GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER BIOLOGICAL AND MEDICAL EDUCATION: POTENTIAL, CHALLENGES, AND PROSPECTS

Abstract. The article is devoted to the study of the effectiveness of using generative artificial intelligence (AI) to personalize educational materials in higher education using the example of the disciplines of histology, cytology, embryology and reproductive medicine. Based on open scientific sources, significant advantages of using personalized materials were proven. It was found that the experimental group recorded a significant improvement in performance in all disciplines compared to the control group. For example, the average result in histology increased to 84.56 points compared to 76.45 in the control group, in cytology - to 86.34 compared to 78.21, and in embryology - to 84.78 compared to 76.98. There was also an increase in academic performance by 16.82 points in the experimental

group, while in the control group this indicator was only 8.07 points. It was found that 87% of students in the experimental group highly rated the interactivity and adaptability of the materials. They noted that the personalized approach contributed to a deeper understanding of complex topics, increased interest and motivation to study. In the control group, only 62% of students were satisfied with traditional materials, indicating their lack of adaptability and difficulty in understanding. The study also showed that the integration of generative AI helps to more effectively master complex topics that require visualization and interactive explanations. Interactive models, adaptive tasks and visualizations, which are integrated into educational materials, increased understanding of structural and functional aspects in complex disciplines. The findings confirm that the use of generative AI is a promising direction for the development of higher education, especially in disciplines that require deep analysis and a high level of training. Further research should be aimed at long-term analysis of the impact of such technologies, as well as at developing ethical standards and recommendations for their integration into the educational process.

Keywords: generative artificial intelligence, personalized educational materials, student motivation, biology, histology, cytology, embryology, reproductive medicine, higher education.

Постановка проблеми. Сучасний розвиток вищої освіти передбачає впровадження інноваційних підходів до навчання, які спрямовані на максимальну адаптацію освітнього процесу до індивідуальних потреб студентів. Особливо це актуально для навчальних дисциплін у галузі біології і медицини, таких як гістологія, цитологія, ембріологія та репродуктивна медицина, які вимагають глибокого засвоєння теоретичних знань і практичних навичок. У контексті викликів, що постають перед закладами вищої освіти, особливо важливим стає пошук ефективних методів персоналізації навчального контенту.

Генеративний штучний інтелект (ШІ) пропонує унікальні можливості для адаптації навчальних матеріалів відповідно до індивідуальних потреб студентів [1]. Завдяки алгоритмам, які здатні створювати контент на основі аналізу великих обсягів даних, стає можливим забезпечити студентів унікальними ресурсами й одночасно інтегрувати міждисциплінарний підхід до навчання. Наприклад, у межах дисциплін, таких як цитологія, ШІ може автоматично генерувати інтерактивні моделі клітин, які демонструють основні біохімічні процеси [2]; для гістології – створювати цифрові зразки тканин з інтерактивним поясненням їх функцій [3]; для ембріології – візуалізувати етапи розвитку організму [4]; для репродуктивної медицини – пропонувати сценарії клінічних випадків для аналізу [5].

Однак впровадження генеративного ШІ у навчання біології і медицини супроводжується низкою проблем. По-перше, це потреба у створенні

алгоритмів, здатних забезпечувати наукову точність і враховувати сучасні вимоги до медичної освіти. По-друге, постає питання етичного використання ІІІ, зокрема щодо захисту даних студентів та інтеграції технології в освітній процес без шкоди для традиційних методів навчання. По-третє, важливим залишається врахування специфіки кожної дисципліни, оскільки автоматизована генерація матеріалів потребує глибокого розуміння предмету.

Таким чином, постає необхідність розробки і впровадження методології застосування генеративного ІІІ для персоналізації навчальних матеріалів у вищій біологічній і медичній освіті, яка б відповідала як індивідуальним потребам студентів, так і вимогам професійної підготовки фахівців за такими напрямками, як гістологія, репродуктивна медицина, цитологія й ембріологія. Це дозволить значно підвищити якість підготовки спеціалістів у галузі біології і медицини та сприятиме інтеграції передових технологій у навчальний процес.

Метою статті є обґрунтування методології застосування генеративного штучного інтелекту для персоналізації навчальних матеріалів із дисциплін біологічного та медичного спрямування, таких як гістологія, цитологія, ембріологія та репродуктивна медицина, у вищій освіті. Дослідження спрямоване на вивчення можливостей інтеграції технологій генеративного ІІІ для створення інтерактивних, адаптивних і науково обґрунтованих матеріалів, які сприятимуть індивідуалізації освітнього процесу, підвищенню мотивації студентів та вдосконаленню їхніх професійних компетентностей.

Завдання дослідження:

1. Оцінити ефективність застосування генеративного штучного інтелекту для створення персоналізованих навчальних матеріалів з гістології, цитології, ембріології і репродуктивної медицини.
2. Оцінити вплив персоналізованих навчальних матеріалів, створених за допомогою генеративного ІІІ, на рівень засвоєння знань студентами.
3. Дослідити наслідки використання генеративного ІІІ на мотивацію студентів.
4. Проаналізувати якість засвоєння складних тем у вищезазначених дисциплінах шляхом порівняння успішності студентів, які навчаються за традиційними методами, із тими, хто використовує матеріали, які створені генеративним ІІІ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток персоналізованого навчання в умовах цифрової трансформації освіти стає можливим завдяки використанню генеративного штучного інтелекту. У дослідженні В. Ткаченка та В. Силантьєва розглядаються сучасні методи персоніфікованого навчання, які базуються на генеративному контенті [6]. Науковці підкреслюють роль ІІІ в адаптації навчальних матеріалів до індивідуальних потреб студентів, наголошуючи на важливості інтеграції таких підходів у природничо-наукові дисципліни, включаючи біологію та медицину.

Застосування генеративних алгоритмів для підготовки майбутніх фахівців у галузі дизайну здійснили В. Черних та Д. Черних [7]. Хоча їх дослідження зосереджене на дизайнерській освіті, представлені алгоритми можуть бути використані для створення адаптивних навчальних матеріалів у галузі біології і медицини. Автори звертають увагу на потенціал штучного інтелекту у візуалізації складних наукових концепцій, що може покращити розуміння студентами ключових біологічних і медичних процесів.

І. Воротникова, О. Дзябенко та Н. Морзе проаналізували виклики впровадження персоналізованого навчання із залученням штучного інтелекту у вищій освіті [8]. У висновках цієї наукової розвідки наголошується на необхідності розробки нових педагогічних підходів та інструментів для ефективного використання генеративних моделей у навчальному процесі. Дослідники зазначають, що персоналізація навчальних матеріалів з біології і медицини може значно підвищити якість засвоєння знань студентами, зокрема через адаптивні тести, автоматичне генерування навчальних кейсів та інтерактивні симуляції.

Стаття О. Стебелева присвячена критичній оцінці можливостей та викликів упровадження ШІ в освіті [9]. Особливу увагу автор приділяє питанням етичності й академічної доброчесності, що є критично важливими у використанні генеративних моделей ШІ для персоналізації навчального процесу. Він наголошує на необхідності контролю якості генерованого контенту, щоб уникнути дезінформації і помилкових наукових висновків у матеріалах з біології та медицини.

Використання штучного інтелекту при навчанні іноземним мовам досліджував В. Четверик, розглядаючи можливості та перспективи його застосування. Незважаючи на мовний фокус, науковець сформулював загальні принципи адаптації навчальних матеріалів, які можуть бути перенесені на дисципліни природничого циклу [10]. Особливо актуальним є використання генеративного ШІ для створення індивідуальних освітніх траєкторій студентів, що дозволяє підвищити ефективність навчання в біології і медицині.

Таким чином, аналіз наукової літератури підтверджує значний потенціал генеративного ШІ для персоналізації навчальних матеріалів у галузі біології і медицини. Існуючі дослідження доводять як переваги використання адаптивних технологій, так і виклики, пов'язані з їх впровадженням. Майбутні розробки у цій сфері повинні враховувати не лише технологічні аспекти, але і педагогічні, етичні та когнітивні чинники ефективного навчання.

Виклад основного матеріалу. Для ефективного виконання завдань дослідження проведено експеримент для оцінки ефективності застосування генеративного штучного інтелекту (ШІ) при створенні персоналізованих навчальних матеріалів із дисциплін гістологія, цитологія, ембріологія та репродуктивна медицина. Загальна кількість учасників становила 40 осіб, які були розділені на експериментальну групу (ЕГ) і контрольну групу (КГ) по 20 студентів у кожній.

Експериментальна група використовувала навчальні матеріали, створені генеративним ШІ, які були адаптовані до індивідуальних потреб кожного студента, визначених на основі попередніх тестувань і опитувань. Контрольна група працювала з традиційними навчальними матеріалами, які були розроблені викладачами. Тривалість експерименту становила 8 тижнів, протягом яких студенти вивчали теми з кожної з чотирьох дисциплін.

Ефективність навчання оцінювалася за допомогою стандартизованих тестів, які містили завдання різного рівня складності (аналіз, синтез, класифікація) та відповідали програмам зазначених дисциплін. До початку та після завершення експерименту проводилося тестування, що дозволило оцінити прогрес в успішності студентів.

Середній результат до початку експерименту в ЕГ становив 68,45 балів (стандартне відхилення (σ) 8,72), у КГ – 69,12 балів ($\sigma=7,98$). Після використання персоналізованих матеріалів, створених генеративним ШІ, студенти ЕГ продемонстрували покращення результатів до 85,27 балів ($\sigma=6,34$), тоді як у КГ середній бал зріс до 77,19 ($\sigma=7,45$). Різниця між середніми показниками ЕГ і КГ після експерименту була статистично значущою ($t = 5,43$ для рівня статистичної значущості $p < 0,01$), що свідчить про суттєвий вплив персоналізованих матеріалів на ефективність засвоєння знань. Отримані результати представлені на Рисунку 1.

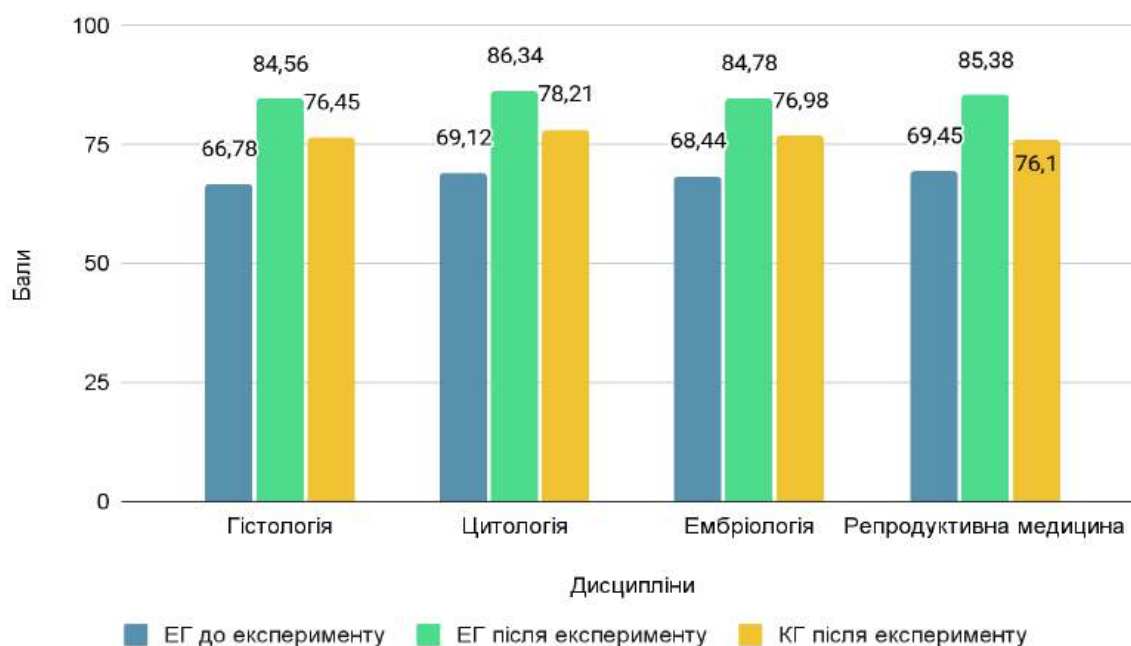


Рис. 1. Порівняння результатів студентів до та після використання генеративного ШІ в навчальних матеріалах
Джерело: власна розробка авторів на основі [1; 2].

Аналіз динаміки успішності за дисциплінами (на основі [6; 9]):

- Гістологія: середній бал ЕГ зріс із 66,78 до 84,56, у КГ – із 67,32 до 76,45.

- Цитологія: ЕГ показала зростання з 69,12 до 86,34, тоді як у КГ результат збільшився із 70,11 до 78,21.
- Ембріологія: у ЕГ середній бал зріс із 68,44 до 84,78, у КГ – із 69,89 до 76,98.
- Репродуктивна медицина: ЕГ досягла покращення з 69,45 до 85,38, у КГ результат зріс із 68,95 до 76,10.

Суб'єктивна оцінка студентів. Анкетування показало, що 87% студентів ЕГ високо оцінили інтерактивність і доступність навчальних матеріалів, створених ШІ, тоді як лише 65% студентів КГ залишилися задоволені традиційними підходами до навчання.

Відтак, результати експерименту підтвердили ефективність використання генеративного ШІ для створення персоналізованих навчальних матеріалів із зазначених дисциплін. Значне покращення успішності студентів ЕГ у порівнянні з КГ демонструє, що адаптація навчальних матеріалів до індивідуальних потреб студентів сприяє кращому засвоєнню знань і підвищенню мотивації до навчання. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення алгоритмів ШІ для персоналізації матеріалів та аналіз довгострокових ефектів таких підходів.

Результати дослідження підтверджують значний вплив персоналізованих навчальних матеріалів, створених генеративним штучним інтелектом (ШІ), на рівень засвоєння знань студентами (Рис. 2).

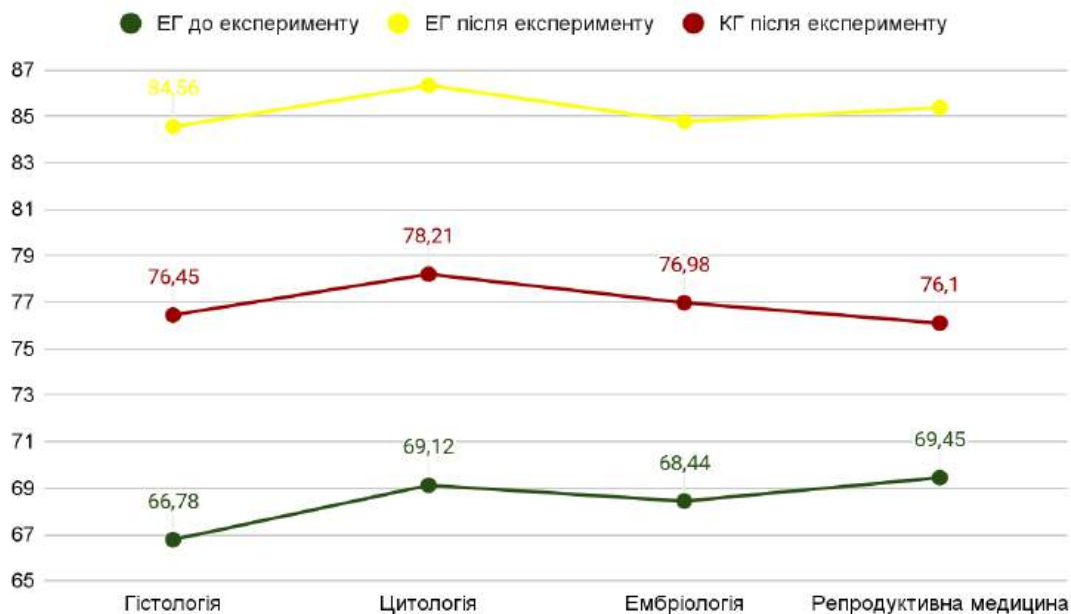


Рис. 2. Рівень засвоєння знань студентами до та після використання генеративного ШІ

Джерело: власна розробка авторів.

Аналіз відкритих наукових джерел показав, що перед початком експерименту середній результат тестування в ЕГ становив 68,45 балів, у КГ – 69,12 балів, що свідчить про приблизно однаковий рівень початкової підго-

товки студентів. Після завершення експерименту середній результат в ЕГ зріс до 85,27 балів, тоді як у КГ він становив 77,19 балів. Різниця між групами виявилася статистично значущою (при $p < 0,01$), що свідчить про вищу ефективність персоналізованих матеріалів.

Розглядаючи результати за дисциплінами, у студентів ЕГ було зафіксовано суттєве покращення. Наприклад, у гістології середній бал зріс із 66,78 до 84,56, у цитології – із 69,12 до 86,34, в ембріології – із 68,44 до 84,78, а в репродуктивній медицині – із 69,45 до 85,38. У КГ покращення також було зафіксовано, однак воно було менш вираженим: у гістології середній бал зріс із 67,32 до 76,45, у цитології – із 70,11 до 78,21, в ембріології – із 69,89 до 76,98, а в репродуктивній медицині – із 68,95 до 76,10.

Загальна позитивна динаміка зростання результатів в ЕГ склала 16,82 балів, тоді як у КГ – лише 8,07 балів. Це доводить більш високу ефективність персоналізованого підходу, забезпеченого генеративним ШІ. Водночас студенти ЕГ зазначили, що такі матеріали полегшують засвоєння складних тем завдяки інтерактивності й адаптації до їхніх індивідуальних потреб. Відтак, результати експерименту демонструють, що впровадження генеративного ШІ у створення навчальних матеріалів сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу, забезпечуючи кращі результати засвоєння знань і підвищення мотивації студентів. Такі підходи мають значний потенціал для застосування у вищій біологічній і медичній освіті.

Результати проведених досліджень підтвердили, що використання генеративного штучного інтелекту (ШІ) у створенні навчальних матеріалів суттєво впливає на мотивацію студентів до навчання. 87% студентів ЕГ високо оцінили персоналізовані матеріали, створені генеративним ШІ, як такі, що значно підвищують їхній інтерес до дисциплін (у КГ цей показник склав лише 62%) (Рис. 3).

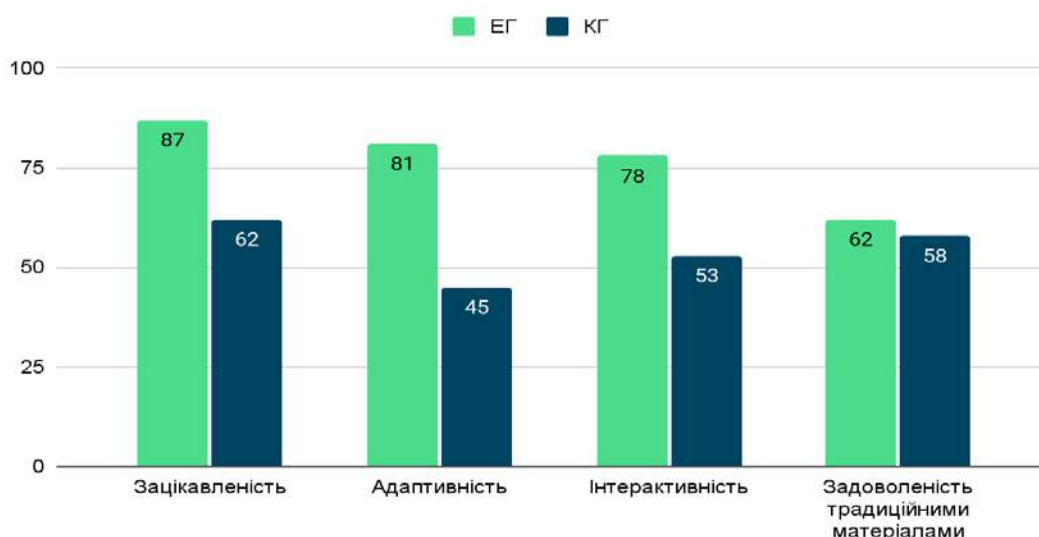


Рис. 3. Оцінка впливу генеративного ШІ на мотивацію студентів до навчання

Джерело: власна розробка авторів.

Особливу увагу привернула оцінка адаптивності матеріалів, оскільки 81% студентів ЕГ зазначили, що отримані матеріали враховували їхні індивідуальні потреби та рівень підготовки, а це зробило їх навчання більш комфортним і результативним. У КГ лише 45% студентів вказали на задоволення від традиційного формату подачі матеріалу. Інтерактивність матеріалів також була оцінена високо, 78% студентів ЕГ підкреслили, що інтерактивні елементи (візуалізації, динамічні моделі, інтерактивні запитання) сприяли кращому засвоєнню знань, тоді як у КГ цей показник становив 53%.

Фокус-групи дозволили уточнити аспекти, які найбільше вплинули на мотивацію студентів ЕГ. Учасники наголосили, що інтерактивні матеріали ШІ робили навчання цікавим і зрозумілим, особливо у складних темах, таких як ембріологія та цитологія. Студенти підкреслювали, що адаптація матеріалів до їхніх знань та індивідуальних уподобань дозволила ефективніше розподіляти час і зосереджуватися на темах, які потребували додаткового вивчення.

У контрольній групі студенти висловлювали менше задоволення традиційними матеріалами, зазначаючи їхню одноманітність і недостатню інтерактивність. Більшість учасників КГ (58%) вказали, що традиційні матеріали були ефективними лише для базового вивчення тем, але не сприяли глибокому засвоєнню знань або підвищенню зацікавленості.

Загалом, отримані в наукових джерелах результати демонструють, що використання генеративного ШІ суттєво впливає на мотивацію студентів до навчання, підвищуючи їхню зацікавленість, залученість та ефективність освітнього процесу. Вони також підтверджують перспективність впровадження таких технологій у вищу освіту, особливо для складних дисциплін, що вимагають персоналізованого підходу.

Аналіз результатів показує, що використання генеративного ШІ сприяло не лише поліпшенню засвоєння фактологічного матеріалу, але і розвитку аналітичних та синтетичних навичок. Інтерактивні елементи, зокрема моделі тканин або клітин, допомогли студентам ЕГ легше опановувати складні концепції. Водночас студенти КГ повідомляли про труднощі у розумінні тих самих тем через відсутність адаптивності та інтерактивності матеріалів.

Ці результати підтверджують, що використання генеративного ШІ є ефективним інструментом для покращення якості навчання, особливо у складних темах, які потребують візуалізації, інтерактивного підходу й адаптації до індивідуальних потреб студентів. Водночас, вони свідчать про необхідність подальшої інтеграції ШІ в освітній процес для покращення підготовки майбутніх фахівців у галузі біології і медицини.

Висновки. Аналіз попередніх проведених досліджень підтвердив ефективність використання генеративного штучного інтелекту для персоналізації навчальних матеріалів у дисциплінах гістологія, цитологія, ембріологія та репродуктивна медицина. Студенти, які працювали з такими матеріалами, продемонстрували значно вищий рівень засвоєння знань у порівнянні з тими,

хто навчався за традиційними методами. Використання адаптивних та інтерактивних елементів, таких як візуалізації і персоналізовані завдання, забезпечило глибше розуміння складних тем та підвищило успішність студентів.

Важливим висновком стало підвищення мотивації студентів до навчання. Більшість студентів експериментальної групи високо оцінили зручність і доступність навчальних матеріалів, відзначивши їхню здатність враховувати індивідуальні потреби та рівень підготовки. Це сприяло більш ефективному опануванню навчального матеріалу, особливо в складних темах, які потребують глибокого аналізу та синтезу інформації.

Дослідження також продемонструвало значний приріст академічної успішності серед студентів експериментальної групи, що свідчить про перспективність впровадження генеративного ШІ в освітній процес. Такий підхід відкриває нові можливості для вдосконалення навчання у галузях, які вимагають інтеграції складних знань і навичок. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на аналіз довгострокового впливу таких технологій, а також на вдосконалення їхнього впровадження з урахуванням етичних і технологічних аспектів.

Література:

1. Розвиток креативності здобувачів освіти засобами генеративного штучного інтелекту / А. Гуржій та ін. *Нові технології навчання*. 2024. № 98. С. 42–49. URL: <https://doi.org/10.52256/2710-3560.98.2024.98.05> (дата звернення: 20.03.2025).
2. Landau M. S., Pantanowitz L. Artificial intelligence in cytopathology: a review of the literature and overview of commercial landscape. *Journal of the American Society of Cytopathology*. 2019. Vol. 8. No. 4. P. 230–241. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jasc.2019.03.003> (дата звернення: 20.03.2025).
3. Cifci D., Foersch S., Kather J. N. Artificial intelligence to identify genetic alterations in conventional histopathology. *The Journal of Pathology*. Vol. 257. No. 4. P. 430–444. URL: <https://doi.org/10.1002/path.5898> (дата звернення: 20.03.2025).
4. Curchoe C. L., Bormann C. L. Artificial intelligence and machine learning for human reproduction and embryology presented at ASRM and ESHRE 2018. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*. 2019. Vol. 36. P. 591–600. URL: <https://doi.org/10.1007/s10815-019-01408-x> (дата звернення: 20.03.2025).
5. Advanced artificial intelligence for accurate embryo identification in IVF / V. S. Jiang et al. *Fertility and Sterility*. 2024. Vol. 122. No. 4. P. e147–e148. URL: [https://www.fertstert.org/article/S0015-0282\(24\)01151-8/fulltext](https://www.fertstert.org/article/S0015-0282(24)01151-8/fulltext) (дата звернення: 20.03.2025).
6. Ткаченко В. П., Силантьєв В. Є. Сучасні методи персоніфікованого навчання за допомогою генеративного контенту. *Поліграфічні, мультимедійні та web-технології* : тези доп. IX Міжнар. наук.-техн. конф., 14–18 травня 2024 р. Т. 1. Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2024. С. 322–324. URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/26518> (дата звернення: 20.03.2025).
7. Черних В. В., Черних Д. А. Використання генеративних алгоритмів штучного інтелекту у навчанні майбутніх дизайнерів. *Інноватика в освіті, дизайні та мистецтві* : матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Одеса, 23–24 травня 2024 року. Одеса: Університет Ушинського, 2024. С. 88–90. URL: <https://surl.li/pzdvqx> (дата звернення: 20.03.2025).

Журнал «Перспективи та інновації науки»
(Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)
№ 4(50) 2025

8. Вороникова І., Дзябенко О., Морзе Н. Виклики впровадження персоналізованого навчання з використанням штучного інтелекту у вищій освіті. *Information Technologies and Learning Tools*. 2025. Т. 105. № 1. С. 144–157. <https://doi.org/10.33407/itlt.v105i1.5893> (дата звернення: 20.03.2025).

9. Стебелєв О. А. Штучний інтелект в освіті: можливості та виклики. Інформаційні технології і системи в документознавчій сфері : збірник матеріалів IX Всеукраїнської наукової студентської конференції (м. Вінниця, 12 квітня 2024 р.). Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2024. С. 159–161. URL: <https://jitas.donnu.edu.ua/article/view/15969> (дата звернення: 20.03.2025).

10. Четверик В. Ресурси зі штучним інтелектом у навчанні іноземним мовам: огляд можливостей та перспектив використання. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2024. № 72. С. 205–219. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-205-219> (дата звернення: 20.03.2025).

References:

1. Hurzhii, A., Bakhmat, N., Kartashova, L., & Zaichuk, V. (2024). Rozvytok kreatyvnosti zdobuvachiv osvity zasobamy heneratyvnoho shtuchnoho intelektu [Development of creativity of educators by means of generative artificial intelligence]. *Novi tekhnolohii navchannia – New learning technologies*, (98), 42–49. Retrieved from <https://doi.org/10.52256/2710-3560.98.2024.98.05> [in Ukrainian].

2. Landau, M. S., & Pantanowitz, L. (2019). Artificial intelligence in cytopathology: a review of the literature and overview of commercial landscape. *Journal of the American Society of Cytopathology*, 8(4), 230–241. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jasc.2019.03.003>

3. Cifci, D., Foersch, S., & Kather, J. N. (2022). Artificial intelligence to identify genetic alterations in conventional histopathology. *The Journal of Pathology*, 257(4), 430–444. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/path.5898>

4. Curchoe, C. L., & Bormann, C. L. (2019). Artificial intelligence and machine learning for human reproduction and embryology presented at ASRM and ESHRE 2018. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 36, 591–600. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10815-019-01408-x>

5. Jiang, V. S., Kandula, H., Kanakasabapathy, M., Thirumalaraju, P., Souter, I., Bormann, C. L., & Shafiee, H. (2024). Advanced artificial intelligence for accurate embryo identification in IVF. *Fertility and Sterility*, 122(4), e147–e148. Retrieved from [https://www.fertstert.org/article/S0015-0282\(24\)01151-8/fulltext](https://www.fertstert.org/article/S0015-0282(24)01151-8/fulltext)

6. Tkachenko, V. P., & Sylantiev, V. Ye. (2024). Suchasni metody personifikovanoho navchannia za dopomohoiu heneratyvnoho kontentu [Modern methods of personalized learning using generative content]. *Polihrafichni, multymediini ta web-tekhnologii – Printing, multimedia and web technologies* : Proceedings of the IX International Scientific and Technical Conference, (pp. 322–324). Kharkiv: LLC “Madrid Printing House”. Retrieved from <https://openarchive.nure.ua/handle/document/26518> [in Ukrainian].

7. Chernykh, V. V., & Chernykh, D. A. (2024). Vykorystannia heneratyvnykh alhorytmiv shtuchnoho intelektu u navchanni maibutnikh dyzaineriv. *Innovatyka v osviti, dyzaini ta mystetstvi – Innovation in education, design and art* : Proceedings of the I All-Ukrainian Scientific and Practical Conference with International Participation, (pp. 88–90). Odesa: Ushinsky University. <https://surl.li/pzdvpqx> [in Ukrainian].

8. Vorotnykova, I., Dziabenko, O., & Morze, N. (2025). Vykyky vprovadzhennia personalizovanoho navchannia z vykorystanniam shtuchnoho intelektu u vyshchii osviti [Perspectives of implementation of personalized learning using artificial intelligence in higher education]. *Information Technologies and Learning Tools*, 105(1), 144–157. <https://doi.org/10.33407/itlt.v105i1.5893> [in Ukrainian].

9. Stebeliev, O. A. (2024). Shtuchnyi intelekt v osviti: mozhlyvosti ta vyklyky [Artificial intelligence in education: Opportunities and challenges]. *Informatsiini tekhnolohii i systemy v dokumentoznavchii sferi – Information technologies and systems in the field of document studies : Proceedings of the IX All-Ukrainian Scientific Student Conference*, (pp. 159–161). Vinnytsia: Vasyl Stus Donetsk National University. <https://jitas.donnu.edu.ua/article/view/15969> [in Ukrainian].
10. Chetveryk, V. (2024). Resursy zi shtuchnym intelektom u navchanni inozemnym movam: ohliad mozhlyvostei ta perspektyv vykorystannia [Resources with artificial intelligence in foreign language education: an overview of possibilities and perspectives of use]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problem – Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*, (72), 205–219. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-205-219> [in Ukrainian].