

УДК 378.147:577.21

DOI <https://doi.org/10.32782/eddiscourses/2026-2-14>

ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ПІДВИЩЕННЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РЕДАГУВАННЯ ГЕНОМУ В КУРСІ МОЛЕКУЛЯРНОЇ БІОЛОГІЇ

Михайлова Алла Георгіївна,

старший викладач кафедри медичної біохімії та молекулярної біології,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
ORCID: 0000-0003-4710-9081

Стаття присвячена обґрунтуванню практико-орієнтованого заняття з проєктування направляючих РНК для системи CRISPR/Cas9 як ефективного засобу підвищення пізнавальної активності студентів медичних закладів вищої освіти під час вивчення молекулярної біології. Метою дослідження було оцінити освітній потенціал інтеграції сучасних молекулярно-генетичних та біоінформатичних технологій у навчальний процес. Методика пілотного впровадження включала пошук цільових генів у базі даних NCBI, проєктування та аналітичний відбір направляючих РНК із врахуванням потенційних позацілієвих ефектів з використанням онлайн-інструментів CHOP-CHOP та Benchling. Результати показали, що студенти демонстрували підвищену активність, аналітичне мислення, критичну оцінку результатів та формування системного розуміння клінічної значущості CRISPR/Cas9. Практика сприяла розвитку дослідницьких компетентностей, інтеграції теоретичних знань і практичних навичок, а також узгоджується з принципами конструктивістського та STEM-підходів в освіті. Отримані дані свідчать про високий освітній потенціал методики та формують основу для подальших масштабних педагогічних досліджень у сфері медичної та молекулярної освіти.

Ключові слова: CRISPR/Cas9, направляюча РНК (gRNA), молекулярна біологія, пізнавальна активність, активні методи навчання, біоінформатика, геномні компетентності, медична освіта.

Mykhailova Alla. Pedagogical Conditions for Enhancing Cognitive Engagement of Higher Medical Education Students in Learning Genome Editing Technologies within a Molecular Biology Course

This article presents a practical, student-centered approach to designing guide RNAs for the CRISPR/Cas9 system as an effective tool for enhancing cognitive engagement among medical students during molecular biology courses. The study aimed to evaluate the educational potential of integrating modern molecular-genetic and bioinformatics technologies into the learning process.

The pilot implementation methodology included identifying target genes in the NCBI database, designing and analytically selecting guide RNAs while considering potential off-target effects, using online tools such as CHOPCHOP and Benchling.

Results demonstrated that students exhibited increased engagement, analytical thinking, critical evaluation of results, and a systematic understanding of the clinical relevance of CRISPR/Cas9. The practical exercise promoted the development of research competencies, integration of theoretical knowledge with practical skills, and aligned with constructivist and STEM-based educational approaches.

These findings indicate a high educational potential of the proposed methodology and provide a foundation for further, large-scale pedagogical research in medical and molecular biology education.

Key words: CRISPR/Cas9, guide RNAs, Molecular Biology, cognitive engagement, active learning methods, bioinformatics, genomic competencies, medical education.

Вступ. Проблема пізнавальної активності здобувачів вищої освіти не є новою для педагогічної науки, однак у контексті медичної освіти вона набуває особливої значущості, оскільки безпосередньо пов'язана з формуванням клінічного мислення, здатності ухвалювати рішення в умовах невизначеності, працювати з науковою інформацією та здійснювати безперервне професійне навчання протягом життя [1]. У сучасній медичній освіті спостерігається тенденція до зниження

пізнавальної активності студентів у процесі засвоєння фундаментальних дисциплін, зокрема молекулярної біології.

Молекулярна біологія належить до тих фундаментальних дисциплін, опанування яких вимагає високого рівня абстрактного мислення, уміння працювати з багаторівневими біологічними процесами та інтегрувати знання з генетики, біохімії й клітинної біології [2]. Студенти повинні не лише засвоїти значний обсяг теоретичного



матеріалу, а й зрозуміти механізми експресії генів, регуляцію біохімічних процесів, взаємодію макромолекул, а також роль мутацій у розвитку спадкових патологій [3]. Основні труднощі, які відзначають як викладачі, так і студенти - це неможливість безпосереднього спостереження більшості молекулярних процесів, складність термінології, обмеженість аудиторного часу для практичної роботи та перевантаженість навчальних програм. Сукупність цих чинників негативно впливає на навчальну мотивацію, знижує рівень активної участі студентів на заняттях, спричиняє фрагментарне засвоєння знань і зменшує готовність до самостійної роботи [4]. У зв'язку з цим підвищення пізнавальної активності розглядається не лише як засіб покращення академічних результатів, а як необхідна умова формування критичного та клінічного мислення, що є ключовим компонентом професійної компетентності майбутнього лікаря.

Сучасний етап розвитку молекулярної біології характеризується стрімким упровадженням технологій геномного редагування, серед яких система CRISPR/Cas9 посідає провідне місце. Її широке застосування в фундаментальних і прикладних дослідженнях, генній терапії, онкології та імунології актуалізує потребу інтеграції відповідних знань і практичних навичок у підготовку майбутніх медичних фахівців [5, 6]. Водночас традиційні підходи до викладання молекулярної біології часто обмежуються теоретичним викладом матеріалу, що знижує пізнавальну активність студентів і ускладнює формування цілісного уявлення про сучасні молекулярно-генетичні технології та знижує навчальну мотивацію студентів.

У цьому контексті особливого значення набувають активні та практико-орієнтовані методи навчання, спрямовані на залучення студентів до моделювання реальних наукових і клінічно значущих процесів, що відповідає конструктивістським підходам до навчання та принципам STEM-освіти [7].

Мета дослідження. Обґрунтувати педагогічний потенціал практичного

заняття з дизайну CRISPR/Cas направляючої РНК (gRNA) як засобу підвищення пізнавальної активності студентів-медиків при вивченні молекулярної біології.

Дизайн дослідження. Дослідження має характер пілотного впровадження освітньої інновації з попереднім аналізом результатів (*pilot implementation with exploratory outcomes*). Його метою було оцінити освітній потенціал практичного заняття з дизайну CRISPR/Cas gRNA як

інструменту активізації пізнавальної діяльності студентів-медиків у процесі вивчення молекулярної біології.

Методика впроваджувалася в межах стандартного практичного заняття без формального поділу на контрольну та експериментальну групи й без застосування рандомізації, що відповідає методології апробації педагогічних інновацій на початкових етапах дослідження.

Пілотне впровадження здійснювалося зі здобувачами вищої медичної освіти під час вивчення дисципліни «Молекулярна біологія». Учасниками дослідження були студенти 2 курсу медичного факультету Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, які навчалися за чинною освітньою програмою, що забезпечило природний освітній контекст без додаткових експериментальних втручань.

Методика впровадження. Освітнє втручання полягало в інтеграції практико-орієнтованого завдання з дизайну CRISPR/Cas gRNA у структуру практичного заняття з молекулярної біології та включало такі етапи:

1. *Пошук і аналіз цільового гена* здійснювали у відкритій біологічній базі даних NCBI Gene з використанням унікальних ідентифікаторів послідовностей нуклеотидів (accession numbers). Нуклеотидні послідовності генів отримували у форматі FASTA, що забезпечує стандартизоване представлення даних для подальшого біоінформатичного аналізу.

2. *Дизайн gRNA* проводили з використанням онлайн-платформ CHOP-CHOP або Benchling, які забезпечують автоматизований підбір цільових послідовностей для системи CRISPR/Cas9. У роботі використовували нуклеазу SpCas9 (*Streptococcus pyogenes* Cas9), активність якої залежить від наявності специфічної протоспейсер-сусідньої ділянки (PAM-послідовності) типу NGG у геномі-мішені [8].

3. *Аналітичний відбір gRNA* здійснювали на основі комплексної оцінки параметрів, що визначають ефективність і специфічність редагування геному, зокрема GC-вмісту послідовності gRNA, оскільки оптимальне співвідношення гуаніну та цитозину забезпечує стабільне зв'язування з цільовою ділянкою ДНК; локалізації сайту-мішені в структурі гена, що має значення для функціонального порушення експресії гена та прогнозування потенційних позамішеневих (оф-таргет) ефектів шляхом біоінформатичного аналізу можливих неспецифічних сайтів зв'язування. На підставі сукупності цих критеріїв обґрунтовували вибір п'яти найбільш оптимальних варіантів gRNA.

Студентам пропонували декілька цільових генів на вибір (DNMT1, HBA1, HBA2, HTT, TP53, BRCA1).

Збір та аналіз даних. Оцінювання освітнього ефекту здійснювалося за допомогою якісних та описових методів, зокрема педагогічного спостереження, аналізу виконаних практичних завдань, рефлексивних усних і письмових відповідей студентів, а також порівняльного аналізу рівня залученості студентів під час традиційних і модифікованих практичних занять. З огляду на пілотний характер дослідження, кількісний статистичний аналіз не застосовувався.

Результати пілотного впровадження.

Залученість студентів та навчальна діяльність.

Результати пілотного впровадження засвідчили зростання навчальної залученості студентів під час виконання практичного завдання з дизайну CRISPR/Cas gRNA. Порівняно з традиційними практичними заняттями, студенти демонстрували вищий рівень активності, ініціативності та зацікавленості в обговоренні навчального матеріалу. Спостерігалось збільшення кількості запитань, пов'язаних із механізмами дії CRISPR/Cas9, клінічним застосуванням геномного редагування та біоетичними аспектами використання цієї технології.

Розвиток аналітичних та дослідницьких навичок. Аналіз виконаних практичних робіт показав, що студенти здобули наступні базові навички, а саме: роботи з міжнародними біоінформаційними базами даних; інтерпретації результатів дизайну gRNA; критичної оцінки специфічності та потенційних офф-таргет ефектів. Студенти аргументовано обґрунтовували вибір сайтів мішені для нокауту генів, що свідчить про розвиток аналітичного мислення та елементів дослідницької компетентності.

Формування у студентів-медиків розуміння механізмів і клінічного застосування CRISPR/Cas9. Якісний аналіз рефлексивних відповідей студентів засвідчив формування цілісного розуміння біомедичного значення системи CRISPR/Cas9. У їхніх відповідях простежувався зв'язок між молекулярними механізмами нокауту генів та сучасними підходами в генній терапії, онкології та імунотерапії.

Під час виконання практичної роботи студенти самостійно наводили приклади можливого застосування CRISPR/Cas9, зокрема для моделювання спадкових захворювань та таргетної корекції генетичних мутацій. Особлива увага приділялася створенню моделей серповидноклітинної анемії та β -таласемії шляхом редагування гена *HBB*, що кодує β -глобін, із подальшим аналізом

наслідків точкових мутацій на структуру гемоглобіну та функцію еритроцитів. Як додатковий приклад студенти розглядали нокаут або модифікацію гена *HTT* для моделювання хвороби Гантінгтона, що дозволяє досліджувати роль поліглутамінових повторів у нейродегенеративних процесах. У ході дискусії також пропонувалося застосування CRISPR/Cas9 для індукції мутацій у генах-супресорах пухлин (TP53, BRCA1) з метою дослідження механізмів канцерогенезу.

Таким чином, практичні заняття сприяли поглибленому концептуальному розумінню студентами молекулярних механізмів редагування геному, їх клінічного застосування та потенційних терапевтичних перспектив, одночасно формуючи навички критичного аналізу та наукового обґрунтування можливих експериментальних підходів.

Підсумок результатів дослідження. Попередні результати дослідження показали, що інтеграція практичного заняття з проектування направляючих РНК для системи CRISPR/Cas9 у курс молекулярної біології має високий освітній потенціал. Використання практичних та інтерактивних методів навчання сприяє активізації пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти, розвитку їх аналітичних навичок та формуванню цілісного розуміння сучасних біомедичних технологій.

Результати пілотного впровадження підтвердили ефективність таких підходів для формування професійних компетентностей студентів і можуть слугувати підґрунтям для подальших, більш масштабних педагогічних досліджень. Зокрема, вони відкривають можливості для оптимізації методів навчання молекулярної біології у вищій медичній освіті.

Обговорення. Результати пілотного впровадження практичного заняття з дизайну gRNA для системи CRISPR/Cas9 свідчать про ефективність інтеграції сучасних молекулярно-генетичних технологій у навчальний процес здобувачів вищої медичної освіти. Ці результати узгоджуються з сучасними положеннями педагогічної науки щодо переваг активних та проблемно-орієнтованих методів навчання, які сприяють зростанню пізнавальної мотивації та інтелектуальної активності студентів [9].

Запропонована методика відповідає принципам конструктивістських теорій навчання, за якими знання формується через активну діяльність студента, взаємодію з навчальним середовищем та рефлексію над власним досвідом [10]. Практичне заняття з CRISPR/Cas9 дозволяє

студентам не лише ознайомитися з теоретичними основами редагування геному, а й самостійно аналізувати послідовності, прогнозувати наслідки мутацій та обговорювати їх у групах, що сприяє формуванню системного та критичного мислення. Такий підхід перегукується з концепцією STEM-освіти, де інтеграція науки, технології, інженерії та математики реалізується через практичні завдання та проекти. Включення елементів біоінформатики і біотехнологій у курс молекулярної біології створює міждисциплінарний контекст, що відповідає сучасним вимогам підготовки медичних фахівців [11].

Одним із ключових елементів навчальної інновації було використання онлайн-інструментів CHOP-CHOP і Benchling для проектування gRNA. Така практика відповідає підходу діяльнісного навчання, який передбачає освоєння здобувачами вищої освіти методів аналізу біологічних даних, необхідних для сучасної молекулярної діагностики та генної терапії. Дослідження показують, що інтеграція біоінформатичних задач у навчальний процес не лише розвиває технічні навички, а й сприяє формуванню критичного мислення та алгоритмічного підходу до вирішення проблем.

Реалізація такого підходу відповідає міжнародним освітнім стандартам, які підкреслюють необхідність формування у майбутніх медичних фахівців цифрових та геномних компетентностей, зокрема Digital Health Competencies framework [12] та принципам WFME щодо адаптації навчальних програм під сучасні потреби охорони здоров'я, що включають цифровізацію та інноваційні технології [13].

В Україні формування цих компетентностей регламентується державними стандартами вищої освіти [14] та стандартом спеціальності 222 «Медицина» [15], які узгоджуються із міжнародними підходами, зокрема рекомендаціями WFME, Bologna process та практиками цифрового здоров'я і геноміки. Національні стандарти вищої медичної освіти акцентують увагу на необхідності формування у майбутніх лікарів наукового типу мислення, здатності аналізувати причинно-наслідкові зв'язки та робити обґрунтовані професійні висновки.

У межах запропонованої методики студенти працювали активно та самостійно: вони не лише слідували інструкціям, а й аналізували результати дизайну gRNA, оцінювали можливі помилки (офф-таргет ефекти) та порівнювали теоретичні знання з практичними результатами. Такий під-

хід сприяє формуванню системного мислення та навичок критичного аналізу, що є необхідними для вирішення складних молекулярно-генетичних задач.

На відміну від традиційних практичних робіт, орієнтованих переважно на лабораторні техніки (виділення ДНК, електрофорез, ПЛР), заняття з дизайну gRNA охоплює вищі рівні когнітивної діяльності: аналіз, оцінку та синтез, трансформуючи навчальний процес із репродуктивного у прикладний та дослідницький.

Хоча пілотне впровадження було обмеженим і не включало формального порівняння між контрольними та експериментальними групами, отримані результати свідчать про позитивний вплив методики на пізнавальну активність та загальну залученість студентів. На основі цих результатів можна рекомендувати:

1. Поетапне масштабування: включення подібних практичних робіт у більшу кількість занять кафедри або навіть у міждисциплінарні курси.

2. Розробку цифрових компонентів: інтеграція симуляторів, інтерактивних платформ та віртуальних лабораторій для відтворення експериментальних сценаріїв.

3. Оцінювання ефективності: запровадження рубрик для оцінювання компетентностей, що виходять за межі традиційних тестових завдань.

Таким чином, пілотне впровадження демонструє, що інтеграція практичних занять із сучасними молекулярно-генетичними технологіями у курс молекулярної біології є перспективним засобом формування професійних компетентностей та розвитку критичного мислення студентів-медиків.

Висновок. Отримані результати підтверджують, що інтеграція практико-орієнтованих та біоінформатичних завдань у навчальний курс молекулярної біології є ефективним засобом підвищення пізнавальної активності студентів-медиків і формування їхніх професійних компетентностей. Використання елементів дизайну CRISPR/Cas9 gRNA сприяє поєднанню теоретичних знань із практичними навичками, розвитку аналітичного та критичного мислення, а також формуванню цілісного розуміння сучасних біомедичних технологій. Запропонований підхід відповідає сучасним міжнародним тенденціям медичної освіти, орієнтованим на підготовку фахівців, здатних застосовувати отримані знання для розв'язання реальних наукових і клінічних завдань, та має перспективи для подальшого впровадження й масштабування в освітньому процесі.

Список літератури:

1. Harden R. M. Ten key features of the future medical school - not an impossible dream. *Medical Teacher*. 2016. Vol. 38, № 10. P. 1010–1015. DOI: 10.3109/0142159X.2016.1147600.
2. Михайлова А., Яніцька Л. Професійно-орієнтоване освітнє середовище формування фахових компетентностей здобувачів вищої медичної освіти у процесі вивчення молекулярної біології. *Перспективи та інновації науки*. Серія «Педагогіка». 2025. № 11 (57). С. 931–943. DOI: 10.52058/2786-4952-2025-11(57)-931-943.
3. Alberts B., Johnson A., Lewis J., Morgan D., Raff M., Roberts K., Walter P. *Molecular biology of the cell*. 6th ed. New York: Garland Science, 2015. 1464 p. DOI: 10.4324/9781315735368.
4. Fan C., Jiang B., Shi X., Wang E., Li Q. Update on research and application of problem-based learning in medical science education. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 2018. Vol. 46, № 2. P. 186–194. DOI: 10.1002/bmb.21105.
5. Doudna J. A., Charpentier E. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*. 2014. Vol. 346, № 6213. Article 1258096. DOI: 10.1126/science.1258096.
6. Hsu P. D., Lander E. S., Zhang F. Development and applications of CRISPR-Cas9 for genome engineering. *Cell*. 2014. Vol. 157, № 6. P. 1262–1278. DOI: 10.1016/j.cell.2014.05.010.
7. Опущко Н. Практико орієнтоване навчання як важливий компонент дуальної форми здобуття освіти. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*. 2024. № 70. С. 240–252. DOI: 10.31652/2412-1142-2023-70-240-252.
8. Cong L., Ran F. A., Cox D., Lin S., Barretto R., Habib N., Hsu P. D., Wu X., Jiang W., Marraffini L. A., Zhang F. Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas systems. *Science*. 2013. Vol. 339, № 6121. P. 819–823. DOI: 10.1126/science.1231143.
9. Pieczynski J. N., Santisteban M. S. CRISPR for course-based undergraduate research experiences. *Introduction to CRISPR-Cas9 Techniques* / eds. M. J. Wolyniak, D. L. Pattison, J. N. Pieczynski, M. S. Santisteban. Cham: Springer, 2025. P. 85–102. (Learning Materials in Biosciences). DOI: 10.1007/978-3-031-73734-3_5.
10. Bou Saad R., Garcia A. L., Garcia J. M. C. Mapping constructivist active learning for STEM: Toward sustainable education. *Sustainability*. 2025. Vol. 17, № 13. Article 6225. DOI: 10.3390/su17136225.
11. Liu F. et al. CRISPR technology and its emerging applications. *Genomics, Proteomics & Bioinformatics*. 2025. DOI: 10.1093/gpbjnl/qzaf034.
12. Car J., Ong Q. C., Erlich Fox T. et al. The Digital Health Competencies in Medical Education Framework: An international consensus statement based on a Delphi study. *JAMA Network Open*. 2025. Vol. 8, № 1. e2453131. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.53131.
13. Всесвітня федерація медичної освіти. Стандарти WFME. 2023. URL: <https://wfme.org/standards/> (дата звернення: 16.01.2026).
14. Міністерство освіти і науки України. Вища освіта та освіта для дорослих. URL: <https://mon.gov.ua> (дата звернення: 16.01.2026).
15. Наказ Міністерства освіти і науки України від 08 листопада 2021 р. № 1197 «Про затвердження стандарту вищої освіти зі спеціальності 222 “Медицина” для другого (магістерського) рівня вищої

References:

1. Harden, R. M. (2016). Ten key features of the future medical school—not an impossible dream. *Medical Teacher*, 38(10), 1010-1015. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2016.1147600>
2. Mykhailova, A., & Yanitska, L. (2025). Profesiino-orientovane osvitnie seredovyshe formuvannia fakhovykh kompetentnosti zdobuvachiv vyshchoi medychnoi osvity u protsesi vvychnnia molekuliarnoi biolohii [Profession-oriented educational environment for the formation of professional competencies of higher medical education students in the process of studying molecular biology]. *Perspektyvy ta innovatsii nauky*. Seriiia “Pedahohika”, 11(57), 931–943. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-11\(57\)-931-943](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2025-11(57)-931-943)
3. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). *Molecular biology of the cell* (6th ed.). New York, NY: Garland Science. <https://doi.org/10.4324/9781315735368>
4. Fan, C., Jiang, B., Shi, X., Wang, E., & Li, Q. (2018). Update on research and application of problem-based learning in medical science education. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 46(2), 186–194. <https://doi.org/10.1002/bmb.21105>
5. Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 346(6213), 1258096. <https://doi.org/10.1126/science.1258096>
6. Hsu, P. D., Lander, E. S., & Zhang, F. (2014). Development and applications of CRISPR-Cas9 for genome engineering. *Cell*, 157(6), 1262–1278. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.05.010>
7. Opushko, N. (2024). Praktyko oriientovane navchannia yak vazhlyvyi komponent dualnoi formy zdobuttia osvity [Practice-oriented learning as an important component of the dual form of education]. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, 70, 240–252. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-240-252>
8. Cong, L., Ran, F. A., Cox, D., Lin, S., Barretto, R., Habib, N., Hsu, P. D., Wu, X., Jiang, W., Marraffini, L. A., & Zhang, F. (2013). *Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas systems* [Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas systems]. *Science*, 339(6121), 819–823. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.1231143>

9. Pieczynski, J. N., & Santisteban, M. S. (2025). CRISPR for course-based undergraduate research experiences. In M. J. Wolyniak, D. L. Pattison, J. N. Pieczynski, & M. S. Santisteban (Eds.), *Introduction to CRISPR-Cas9 techniques* (pp. 85–102). Cham, Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-73734-3_5
10. Bou Saad, R., Garcia, A. L., & Garcia, J. M. C. (2025). Mapping constructivist active learning for STEM: Toward sustainable education. *Sustainability*, 17(13), 6225. <https://doi.org/10.3390/su17136225>
11. Liu, F., et al. (2025). CRISPR technology and its emerging applications. *Genomics, Proteomics & Bioinformatics*. <https://doi.org/10.1093/gpbjnl/qzaf034>
12. Car, J., Ong, Q. C., Erlikh Fox, T., et al. (2025). The Digital Health Competencies in Medical Education Framework: An international consensus statement based on a Delphi study. *JAMA Network Open*, 8(1), e2453131. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.53131>
13. World Federation for Medical Education. (2023). *WFME global standards*. Copenhagen, Denmark. Retrieved from: <https://wfme.org/standards/>
14. Ministry of Education and Science of Ukraine. (n.d.). *Higher education and adult education*. Kyiv, Ukraine. Retrieved from: <https://mon.gov.ua>
15. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2021). Order No. 1197: On approval of the higher education standard in specialty 222 “Medicine” for the second (master’s) level of higher education. Kyiv, Ukraine.

Дата першого надходження статті до видання: 05.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 10.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.05.2026