

## ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ «БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ» У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ УКРАЇНИ ТА ЄВРОПИ

**Козіко Наталія Олександрівна,**

кандидат фармацевтичних наук, доцент,

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

ORCID: 0000-0003-0035-49

**Шумейко Микола Володимирович,**

кандидат фармацевтичних наук, доцент,

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

ORCID: 0000-0002-1069-7652

Біотехнологія має потенціал для стимулювання інновацій у різних галузях, від сільського господарства до медицини. Однак, незважаючи на численні втручання, освіта в галузі біотехнологій залишається дуже нерівною в усьому світі. Історично склалося так, що високі витрати та потенційний вплив небезпечних матеріалів перешкоджали освіті в галузі біотехнологій. Інтеграція хмарних технологій у навчальні аудиторії стала альтернативним рішенням, яке вже дозволяє тисячам студентів у всьому світі проводити експерименти з біотехнологій.

Метою нашої роботи було провести порівняльний аналіз освітньо-професійних програм (ОПП) другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю G21 Біотехнології та біоінженерія галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво у провідних університетах України (Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського (КПІ), Національного університету харчових технологій (НУХТ), Національного медичного університету імені О.О. Богомольця (НМУ)) та європейських закладів вищої освіти (ЗВО) (Швейцарська вища технічна школа Цюриха (ETH Zurich), Політехнічний університет Валенсії).

Дослідження виявило суттєві структурні та змістовні розбіжності. Ключовою проблемою українських програм є менший обсяг академічних годин (90 кредитів ECTS відповідно до 120 ECTS у ЄС) та недостатня частка науково-дослідного компонента, а також слабе інтегрування курсів з біоінформатики, інженерного моделювання та комерціалізації R&D.

Надано рекомендації щодо гармонізації ОПП з метою підвищення конкурентоспроможності українських випускників на міжнародному ринку праці.

**Ключові слова:** біотехнологія, біоінженерія, освітня програма, структурні та змістовні розбіжності, заклади вищої освіти, здобувачі освіти.

### **Koziko Natalia, Shumeiko Mykola. Challenges and prospects for the educational and professional programme in the specialisation «Biotechnology and bioengineering» in higher education institutions in Ukraine and Europe**

Biotechnology has the potential to drive innovation across a range of sectors, from agriculture to medicine. However, despite numerous initiatives, biotechnology education remains highly uneven across the globe. Historically, high costs and the potential hazards of working with dangerous materials have hindered biotechnology education. The integration of cloud technologies into classrooms has emerged as an alternative solution, already enabling thousands of students worldwide to conduct biotechnology experiments.

The aim of our work was to conduct a comparative analysis of second-cycle (master's) degree programmes in the field of study G21 Biotechnology and Bioengineering, within the discipline G Engineering, manufacturing and construction at leading universities in Ukraine (Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, National University of Food Technologies (NUFT), Bogomolets National Medical University) and European higher education institutions (HEIs) (Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH Zurich), Polytechnic University of Valencia).

The study revealed significant structural and content-related discrepancies. The key problem with Ukrainian programmes is the lower number of academic hours (90 ECTS credits compared to 120 ECTS in the EU) and an insufficient proportion of the research component, as well as the weak integration of courses in bioinformatics, engineering modelling and R&D commercialisation.

Recommendations have been provided on harmonising study programmes to enhance the competitiveness of Ukrainian graduates in the international labour market.

**Key words:** biotechnology, bioengineering, study programme, structural and content-related discrepancies, higher education institutions, students.



**Актуальність.** Біотехнологічна освіта виявляється найефективнішою, коли вона включає практичні проекти, зосереджені на трендових та актуальних темах [1, 2].

Біотехнології та біоінженерія визнані одними з ключових науково-технічних пріоритетів XXI століття, маючи вирішальне значення для забезпечення глобальної продовольчої безпеки, розвитку персоналізованої медицини, створення відновлюваних джерел енергії та вирішення екологічних проблем [3]. Світовий ринок біотехнологій демонструє експоненційне зростання, щорічно збільшуючись на 10-15%, що створює колосальний попит на висококваліфікованих фахівців, здатних працювати на стику фундаментальних наук, інженерних дисциплін та інформаційних технологій [4].

Динамічний розвиток галузі, зокрема, у сферах синтетичної біології, геномного редагування, біофармацевтики та тканинної інженерії, вимагає від освітньої системи постійної адаптації та формування у випускників не лише глибоких теоретичних знань, але й практичних навичок у сфері досліджень та інновацій [5]. Згідно з прогнозами Організації економічного співробітництва та розвитку, фахівці з біоінженерії стануть критично важливими для інноваційної економіки, оскільки вони здатні перетворювати лабораторні відкриття на комерційно успішні продукти [6].

В умовах інтеграції української системи вищої освіти до Європейського простору вищої освіти, питання якості та відповідності вітчизняних освітньо-професійних програм (ОПП) світовим стандартам набуває стратегічного значення. Перехід України до європейських стандартів, зокрема, до Болонського процесу та Європейської рамки кваліфікацій, вимагає глибокого аналізу та гармонізації ОПП, особливо на другому (магістерському) рівні вищої освіти [7]. Це має забезпечити академічну мобільність українських студентів та конкурентоспроможність випускників на міжнародному ринку праці та у світовій науковій спільноті.

Існує значна необхідність у систематизованому порівняльному дослідженні, яке б чітко ідентифікувало структурні, змістовні та компетентнісні відмінності між магістерськими програмами з біотехнології та біоінженерії, що пропонуються провідними українськими університетами, та програмами еталонних європейських ЗВО. Особлива увага має бути приділена порівнянню обсягу науково-дослідної роботи, інтеграції сучасних інженерних дисциплін (біоінформатика, моделювання процесів, кількісна біо-

логія) та включенню інноваційного компонента (бізнес-планування, інтелектуальна власність, дизайн лікарських засобів тощо).

На сьогоднішній день відсутній комплексний, кількісно-якісний аналіз, який би надав обґрунтовані рекомендації, щодо реформування українських ОПП другого (магістерського) рівня вищої освіти. Саме тому, проведення даного дослідження має високу наукову та практичну значущість для Міністерства освіти і науки України, університетських адміністрацій, науково-педагогічних працівників, а також для формування державної політики у сфері інновацій та підготовки високотехнологічних кадрів.

Незважаючи на загальноєвропейські тенденції, українські магістерські програми часто мають структурні обмеження (наприклад, обсяг 90 кредитів ECTS), що обмежує дослідницький потенціал випускників, а також демонструють відставання у впровадженні міждисциплінарних курсів та практик, орієнтованих на комерціалізацію технологій.

**Мета дослідження.** Метою даного дослідження є проведення порівняльного аналізу структури, змісту, професійних компетентностей та інноваційного фокусу освітньо-професійних програм спеціальності G 21 «Біотехнології та біоінженерія» на другому (магістерському) рівні вищої освіти у провідних закладах вищої освіти України та Європи для розробки рекомендацій щодо їх гармонізації.

**Методи та дизайн дослідження.** Для реалізації мети дослідження та розв'язання визначених завдань було застосовано комплекс загальнонаукових і теоретичних методів. Аналіз, синтез та узагальнення науково-педагогічної літератури, нормативних документів та стандартів вищої освіти з метою уточнення понятійно-категоріального апарату дослідження в контексті підготовки магістрів за спеціальністю «Біотехнології та біоінженерія». Компаративний (порівняльний) аналіз вітчизняних (НМУ, КПІ, НУХТ) та провідних європейських (Швейцарська вища технічна школа Цюріха (ETH Zurich), Політехнічний університет Валенсії) освітньо-професійних програм для виявлення розбіжностей у їхній структурі, змісті та обсягах науково-дослідної складової.

Структурно-логічний аналіз, що дав змогу виокремити ключові компоненти професійної компетентності біотехнологів (інженерний, дослідницький, цифровий та інноваційний) і з'ясувати механізми їхньої функціональної взаємодії.

Системний підхід, на основі якого процес підготовки магістрів розглянуто як цілісне науково-

освітнє явище, спрямоване на формування конкурентоспроможного фахівця в умовах сучасного високотехнологічного ринку праці [8].

Метод моделювання та прогнозування для розробки практичних рекомендацій щодо гармонізації українських ОПП із європейськими стандартами та вимогами галузі.

**Результати дослідження.** Аналіз освітньо-професійних програм здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти виявив суттєві відмінності не лише між Україною та Європою, а й усередині вітчизняної освітньої системи, що зумовлено специфікою базових шкіл підготовки (таб.1).

Таблиця 1

**Диференціація українських ОПП за спеціалізацією**

Вид моделі	Особливості
Медична модель (НМУ)	Сильний нахил до біомедичних та клінічних технологій, розробки діагностиків та біологічно активних речовин. Проте інженерний компонент (масштабування біопроектів) часто мінімальний.
Інженерна модель (КП)	Глибока підготовка з біопроект-інжинірингу, апаратного оформлення та систем управління.
Технологічна модель (НУХТ)	Акцент на мікробіологічних процесах, бродінні та біоконверсії, що ідеально для реального сектору промисловості, але може мати дефіцит фундаментальних курсів із синтетичної біології.

НМУ ім. О.О. Богомольця (Медичний фокус): ОПП тут має сильний нахил до біомедичних та клінічних біотехнологій. Акцент робиться на розробці діагностичних систем, клінічних випробуваннях, біологічно активних речовинах та фармацевтичній біотехнології. Інженерний та промисловий компоненти (масштабування біопроектів) часто мінімальні, що відображає фокус на застосуванні технологій у клінічній практиці, а не на їхній розробці чи промислового впровадженні.

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського (КП), (Технічний/Інженерний фокус): програма сфокусована на біопроект-інжинірингу, апаратному оформленні та оптимізації. Тут сильні блоки з хімічної інженерії, термодинаміки біопроектів та систем управління. Вони найкраще відповідають класичному розумінню біоінженерії, але відсутні компоненти, наприклад, вивчення біологічно-активних речовин, питання розробки біопрепаратів тощо.

Національний університет харчових технологій (НУХТ, Технологічний фокус): програма має

ухил у бік біотехнології харчової та фармацевтичної промисловості. Основний акцент – це мікробіологічні процеси, технологія бродіння, біоконверсія та якість біопродуктів. Це забезпечує висококваліфіковану підготовку для реального сектору промисловості, але може мати недостатній обсяг фундаментальних курсів із геномної та синтетичної біології.

Ключова відмінність між українською та європейською підготовкою полягає у балансі між «біо-» та «інженерією», а також у частці науково-дослідної роботи студента (НДРС) [9].

Таблиця 2

**Відмінності між українською та європейською підготовкою**

Критерій	Українські ЗВО	Європейські ЗВО
Обсяг програми	90 ECTS	120 ECTS
Дослідницький компонент	25 % (20-27 ECTS)	33 % - 50 % (40-60 ECTS)
Моделювання	Мінімальний або вибірковий	Обов'язковий блок (6-9 ECTS)
Інноваційний компонент	Часто відсутній або ознайомчий	Обов'язкові курси (стартапи)

Дефіцит інженерії та Data Science: Європейські ОПП включають глибокі обов'язкові модулі з математичного моделювання, машинного навчання для аналізу «omics» даних та проектування біосистем. Це формує компетентність, що дозволяє випускнику не лише проводити експеримент, але й розробляти та оптимізувати його. В українських медичних та харчових програмах цей компонент представлений мінімально (таб.2).

Скорочений час на випуск кваліфікаційну роботу магістра в українських ЗВО не дозволяє провести глибокий дослідницький цикл, який вимагає тривалого планування, збору даних та їхньої публікації. Європейська дворічна модель (120 кредитів ECTS) критично важлива для формування самостійного дослідника.

Українські програми, незалежно від спеціалізації (медична, технічна чи харчова), демонструють істотну прогалину у формуванні інноваційної культури та знань про комерціалізацію. Європейські програми обов'язково включають: освоєння нормативних вимог, необхідних для виведення біопродуктів на ринки ЄС та США (FDA/EMA), навички захисту інтелектуальної власності; курси, що вчать створювати бізнес-плани для біотехнологічних стартапів [10]. В українській вибірці ці дисципліни або відсутні, або представлені як короткі курси за вибором або вибіркові освітні компоненти, що не забезпечує необхідної

підготовки для фахівців, які прагнуть працювати в науково-дослідних та дослідно-конструкторських відділах, спрямованих на створення нових технологій, продуктів, а також удосконалення існуючих або започатковувати високотехнологічний бізнес [11].

Однак, як ми виявили, впровадження освітніх модулів обмежене щонайменше трьома перешкодами: (1) підвищення кваліфікації викладачів, (2) спеціалізоване біотехнологічне обладнання та (3) потенційний контакт з небезпечними матеріалами. Інтеграція хмарних технологій в європейську біотехнологічну освіту стає ключовою інновацією для подолання цих перешкод завдяки масштабованості, гнучкості та ефективності технології. Хмарні технології сприяють практичному досвіду в теоретичній навчальній програмі, дозволяючи студентам проводити експерименти дистанційно. Завдяки такому підходу студенти можуть здобувати нові навички, робити нові відкриття та співпрацювати. «Хмарні лабораторії», в яких настільне обладнання працює через Інтернет, дозволили спільне вивчення клітин, тканин та організмів. Цей підхід є рушійною силою кількох багатонаціональних ініціатив, включаючи синтез ліків, білкову інженерію та обсерваторії мозку. Ми визначаємо хмарну біотехнологію живих клітин як здатність дистанційно спостерігати, аналізувати та маніпулювати живою тканиною. В біотехнологічній освіті використання хмари робить можливою освіту на основі досліджень, досягаючи масштабу, порівнянного з масовими відкритими онлайн-курсами.

Щоб розширити охоплення біотехнології живих клітин у всьому світі, необхідно поєднати кілька інновацій, щоб забезпечити використання цих технологій у класі, особливо в недостатньо обслуговуваних регіонах світу.

Ми, в свою чергу, також розглядаємо ці технології, включаючи розробку недорогого хмарного лабораторного обладнання та освітніх модулів, що використовують складні біологічні моделі. Ми припускаємо, що доповнення цих технологій новими педагогічними інструментами та масштабованими варіантами доступу до Інтернету може змінити освітній ландшафт та пришвидшити досягнення цілей сталого розвитку.

**Висновки.** Проведене дослідження дозволяє констатувати, що українські заклади вищої освіти демонструють високу якість підготовки у межах традиційних галузевих парадигм: інженерної (КП), медичної (НМУ імені О.О. Богомольця) та технологічної (НУХТ). Однак у контексті глобальних освітніх трансформацій спостерігається системне відставання від європейських бенчмарків за двома критичними векторами: рівнем інтеграції міждисциплінарних компонентів (ІТ, математичне моделювання) та архітектурою інноваційно-дослідницького циклу (обсяг 120 кредитів ECTS, висока частка НДРС). На відміну від вітчизняних програм, де цифрові методи часто є вибірковими, європейські ОПП базуються на поглиблених обов'язкових модулях із математичного моделювання та машинного навчання для аналізу даних. Такий підхід трансформує роль здобувача освіти: з виконавця експерименту він перетворюється на розробника-архітектора біосистем, здатного до предиктивного моделювання та багатокритеріальної оптимізації процесів.

Наразі в українських ОПП медичного та харчового профілів інженерно-математичний блок представлений мінімально. Педагогічно доцільним є впровадження наскрізних модулів із проєктування біосистем, що дозволить магістрам не лише констатувати результати лабораторних досліджень, а й системно керувати параметрами біопроектів.

#### Список літератури:

1. Ferreira L.M.R. et al. Effective science education involving Latin America's diverse population. Palgrave Communications, 2019, 5 : 63
2. Kidman G. What constitutes an 'engaging curriculum' for biotechnology education? Contrasting views of students and teachers. Res. Sci. Educ., 2010. 40(3), 353–373
3. Патрева Людмила Семенівна, and Ірина Миколаївна Люта. «Біобезпека використання біотехнологій», 2021.
4. Кокора Анастасія Ігорівна. «Підвищення конкурентоспроможності підприємства на зовнішньому ринку в умовах сучасних викликів та загроз», 2025.
5. Dwivedi Dinesh. "Recent Trends in Biotechnology Engineering: Innovations and Applications across Sectors." AG Volumes, 2025. 82–90.
6. Лоу К., Тімо Мінссен та Клер Скентелбері. «Новітні біотехнології в Європі: передбачення для політики». *Спільний дослідницький центр: Брюссель, Бельгія*, 2024.
7. Рашкевич Ю. М., Т. В. Семигіна. «Європейська інтеграція в професійній освіті: імперативи для України.» *Освітня аналітика України*, 2025. 43–57.
8. Стучинська Н. В. Педагогічні аспекти формування професійної компетентності майбутніх фахівців у медичних ЗВО. *Медична освіта*. 2021. № 3. С. 45–52.

9. Pitsikalis, Stavros, et al. "Educational design guidelines for teaching with immersive technologies—Updating learning outcomes of the European qualification framework." *Trends in Higher Education*, 2024. 3,4, 1091–1108.
10. Dubinin M., et al. Biotechnology education in the 21st century: challenges and opportunities. *Journal of Biological Education*. 2022. Vol. 56, No. 2. P. 112–128.
11. Козіко Н. О. Шляхи гармонізації змісту підготовки біотехнологів до європейських стандартів. *Педагогічні науки*, 2023. 102, 88–94.

#### References:

1. Ferreira, L. M., Carosso, G. A., Montellano Duran, N., Bohorquez-Massud, S. V., Vaca-Diez, G., Rivera-Betancourt, L. I., ... & Mostajo-Radji, M. A. (2019). Effective participatory science education in a diverse Latin American population. *Palgrave Communications*, 5(1).
2. Kidman, G. (2010). What is an 'interesting curriculum' for biotechnology education? Students and teachers opposing views. *Research in Science Education*, 40(3), 353-373.
3. Patreva, L. S., & Lyuta, I. M. (2021). Biosafety in the use of biotechnology.
4. Kokora, A. I. (2025). Enhancing a company's competitiveness in the international market in the face of contemporary challenges and threats.
5. Dwivedi, D. (2025). Recent Trends in Biotechnology Engineering: Innovations and Applications across Sectors. *AG Volumes*, 82-90.
6. Lowe, C., Minssen, T., & Skentelbery, C. (2024). Emerging Biotechnologies in Europe: Foresight for Policy. *Joint Research Centre: Brussels, Belgium*.
7. Rashkevych, Y. M., & Semigina, T. V. (2025). European integration in vocational education: imperatives for Ukraine. *Educational Analytics of Ukraine*, (1), 43–57.
8. Stuchynska, N. V. (2021). Pedagogical aspects of developing professional competence among future specialists in medical higher education institutions. *Medical Education*, (3), 45–52.
9. Pitsikalis, S., Lasika, I.E., Kostas, A. and Vitsilaki, K. (2024). Guidelines for educational design in learning using immersive technologies — updating the learning outcomes of the European Qualifications Framework. *Trends in Higher Education*, 3 (4), 1091–1108.
10. Dubinin M., et al. (2022). Biotechnology education in the 21st century: challenges and opportunities. *Journal of Biological Education*, (56), 112–128.
11. Koziko, N. O. (2023). Approaches to harmonising the content of biotechnology training with European standards. *Pedagogical Sciences*, (102), 88–94.

Дата першого надходження статті до видання: 18.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.05.2026