

УДК 378.018.43:004:[378.147:547:615-051]
DOI <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2026-1-252>

Ірина НІЖЕНКОВСЬКА

доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри хімії ліків та лікарської токсикології, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, м. Київ, 01601 (iryna.nizhenkovska@gmail.com)
ORCID: 0000-0001-5065-3147
SCOPUS: 6506649044

Ірина БУТ

кандидат педагогічних наук, асистент кафедри хімії ліків та лікарської токсикології, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, м. Київ, 01601 (but_iryna@ntnu.ua)
ORCID: 0000-0002-7277-1790
SCOPUS: 58069385900

Олексій НІЖЕНКОВСЬКИЙ

кандидат медичних наук, асистент кафедри аптечної та промислової технології ліків, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, м. Київ, 01601 (alexey.nizhenkovskiy@ukr.net)
ORCID: 0009-0001-5362-5245
SCOPUS: 57457735800

Вероніка ПРОВОРОВА

асистент кафедри хімії ліків та лікарської токсикології, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, бульвар Тараса Шевченка, 13, м. Київ, 01601 (v.provorova@ntnu.ua)
ORCID: 0009-0005-6612-6735
SCOPUS: 59224478300

Бібліографічний опис статті: Ніженковська І., Бут І., Ніженковський О., Проворова В. (2026). Використання сучасних цифрових засобів навчання при вивченні органічної та фармацевтичної хімії майбутніми магістрами фармації. *Фітотерапія. Часопис*, 1, 252–270, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2026-1-252>

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ОРГАНІЧНОЇ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ХІМІЇ МАЙБУТНІМИ МАГІСТРАМИ ФАРМАЦІЇ

Актуальність. Вивчення хімічних дисциплін забезпечує міцний навчальний та науковий фундамент, який формує висококваліфікованого фахівця фармацевтичного профілю, здатного ефективно вирішувати завдання у сфері розроблення, виробництва, контролю якості та раціонального застосування лікарських засобів (ЛЗ). Хімічні дисципліни відіграють важливу роль у фармацевтичній освіті, оскільки безпосередньо пов'язані з аналізом лікарських засобів і є основоположними під час формування фахівців фармацевтичної галузі. Органічна хімія є підґрунтям для формування спеціальних компетентностей у студентів-фармацевтів, які в подальшому розширюються і поглиблюються. Фармацевтична хімія як ключова дисципліна дає ґрунтовні знання щодо синтезу та теоретичних основ розроблення нових лікарських засобів, методів контролю якості, взаємозв'язку між структурою та дією ЛЗ на організм людини. Обидві хімічні дисципліни тісно взаємопов'язані, оскільки ефективний хімічний і фізико-хімічний аналіз лікарських засобів органічної природи неможливий без детальних знань їх будови та властивостей. Послідовне опанування органічної і фармацевтичної хімії формує особливий добір компетентностей, які формуються у майбутніх магістрів фармації у процесі навчання.

Мета дослідження – проаналізувати сучасні цифрові засоби навчання, застосовані у вивченні органічної і фармацевтичної хімії, та обґрунтувати їх ефективність і перспективи у підготовці майбутніх магістрів фармації з урахуванням потреб сучасної фармацевтичної практики.

Матеріали і методи. Методи теоретичного аналізу та синтезу, порівняльний метод, контент-аналіз, систематизація та узагальнення наукової літератури (наукових публікацій), аналіз нормативних документів і навчальної документації, методологічної та педагогічної літератури, анкетування.

Результати дослідження та їх обговорення. Висвітлено основні критерії та показники добору сучасних засобів навчання у межах вищої фармацевтичної освіти (ВФО), які визначають ефективність організації освітнього процесу. Наголошено на важливості організаційно-правових критеріїв, які забезпечують відповідність засобів навчання чинним нормативним документам та вимогам закладу освіти. Педагогічний критерій охоплює змістову адекватність, відповідність меті, завданням, методам навчання та індивідуальним особливостям здобувачів освіти. Методичний критерій передбачає дидактичну доцільність, науковість, доступність, інноваційність та сприяння формуванню професійних компетентностей. Технічний критерій включає зручність, мобільність, безпечність, економічність і технологічну сумісність.

Зміст статті розкриває систему оцінювання якості сучасних засобів навчання, які доцільно застосовувати в набутті ВФО з урахуванням вимог її цифровізації. У роботі підкреслено значення інтеграції цифрових ресурсів та інформаційно-комунікаційних технологій в освітній простір, а також необхідність забезпечення педагогічної доцільності таких засобів. Наведено приклади практичного застосування критеріїв у доборі навчальних засобів для підвищення якості підготовки фахівців. Визначено напрями вдосконалення системи відбору засобів навчання у закладах вищої освіти (ЗВО) з урахуванням змін в освітньому середовищі та потреби інноваційного розвитку.

Основну увагу приділено засобам навчання, які активно використовують на кафедрах фармацевтичного факультету Національного медичного університету імені О. О. Богомольця (НМУ імені О. О. Богомольця) та в інших ЗВО. Детально проаналізовано традиційні наукові та е-бібліотеки, електронні освітні ресурси, електронний навчальний курс, онлайн-сервіси відеоконференцій Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, освітній портал, хмароорієнтовані засоби навчання, сучасні мобільні засоби, соціальні мережі, комп'ютеризовані системи для оцінювання навчальних досягнень, інтерактивні платформи, цифрові засоби для візуалізації матеріалу, віртуальні лабораторії, програми фармакокінетичного моделювання *in silico*. Проведено анкетування 104 студентів фармацевтичного факультету III–V курсів денної форми щодо використання сучасних цифрових засобів навчання під час вивчення органічної та фармацевтичної хімії.

Висновки. Аналіз сучасних цифрових засобів навчання (е-бібліотеки, електронні освітні ресурси, електронний навчальний курс, освітній портал, хмароорієнтовані засоби, онлайн-сервіси відеоконференцій Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, сучасні мобільні засоби, соціальні мережі, комп'ютеризовані системи для оцінювання навчальних досягнень, інтерактивні платформи, цифрові засоби для візуалізації матеріалу, віртуальні лабораторії, програми фармакокінетичного моделювання *in silico*) свідчить про важливість їх активного застосування під час вивчення органічної та фармацевтичної хімії майбутніми магістрами фармації. В умовах воєнного стану, внаслідок безпекових та епідеміологічних загроз окреслені засоби допомагають формувати спеціальний набір компетентностей у майбутніх магістрів фармації, сприяють розвитку креативних навичок, заохочують студентів до вивчення дисциплін та є підґрунтям для нових підходів до оптимізації навчального процесу, особливо за змішаної та дистанційної форм навчання.

Ключові слова: вища фармацевтична освіта, магістри фармації, компетентнісний підхід, хімічні дисципліни, змішане навчання, дистанційне навчання, цифрова компетентність, хмарні сервіси.

Iryna NIZHENKOVSKA

Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Medicinal Chemistry and Toxicology, Bogomolets National Medical University, T. Shevchenko Blvd., 13, Kyiv, 01601 (iryna.nizhenkovska@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-5065-3147

SCOPUS: 6506649044

Iryna BUT

Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant of the Department of Medicinal Chemistry and Toxicology, Bogomolets National Medical University, T. Shevchenko Blvd., 13, Kyiv, 01601 (but_iryana@nmu.ua)

ORCID: 0000-0002-7277-1790

SCOPUS: 58069385900

Oleksii NIZHENKOVSKIY

Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Pharmacy and Industrial Technology of Drugs, Bogomolets National Medical University, T. Shevchenko Blvd., 13, Kyiv, 01601 (alexey.nizhenkovskiy@ukr.net)

ORCID: 0009-0001-5362-5245

SCOPUS: 57457735800

Veronika PROVOROVA

Assistant of the Department of Medicinal Chemistry and Toxicology, Bogomolets National Medical University, T. Shevchenko Blvd., 13, Kyiv, 01601 (v.provorova@nmu.ua)

ORCID: 0009-0005-6612-6735

SCOPUS: 59224478300

To cite this article: Nizhenkovska I., But I., Nizhenkovskiy O., Provorova V. (2026). Vykorystannia suchasnykh tsyfrovyykh zasobiv navchannia pry vyvchenni orhanichnoi ta farmatsevtichnoi khimii maibutnimy mahistramy farmatsii [Use of modern digital learning tools in the study of Organic and Pharmaceutical Chemistry by future Masters of Pharmacy]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 1, 252–270, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2026-1-252>

USE OF MODERN DIGITAL LEARNING TOOLS IN THE STUDY OF ORGANIC AND PHARMACEUTICAL CHEMISTRY BY FUTURE MASTERS OF PHARMACY

Relevance. The study of chemical disciplines provides a solid scientific foundation that shapes highly qualified pharmaceutical specialists capable of effectively solving problems in the field of development, production, quality control, and rational use of medicines.

Chemical disciplines play an important role in pharmaceutical education, as they are directly related to the analysis of medicines and are fundamental to the training of specialists in the pharmaceutical industry. Organic Chemistry is the basis for the formation of special competencies in students of the Faculty of Pharmacy, which are further expanded and deepened. Pharmaceutical Chemistry as a key discipline provides in-depth knowledge of the synthesis and theoretical foundations of new drug development, quality control methods, and the relationship between the structure of medicines and their action on the human body. Both chemical disciplines are closely related, since effective chemical and physical analysis of organic medicines is impossible without detailed knowledge of their structure and properties. Consistent mastering Organic and Pharmaceutical Chemistry forms a specific set of competencies that future Masters of Pharmacy acquire in the course of their studies.

Purpose of the work. To analyze modern digital learning tools used in the study of Organic and Pharmaceutical Chemistry and to justify their effectiveness and prospects in the training of future Masters of Pharmacy, taking into account the needs of modern practical pharmacy.

Materials and methods of research. Methods of theoretical analysis and synthesis, comparative method, content analysis, systematization and generalization of scientific literature (scientific publications), analysis of normative documents and educational documentation, methodological and pedagogical literature, questionnaire survey.

Research results and discussion. The main criteria and indicators for selecting modern teaching tools in higher pharmaceutical education (HPE) that determine the effectiveness of the educational process are highlighted. The importance of the organizational and legal criterion, which ensures the compliance of teaching aids with current regulatory documents and the requirements of the educational institution, is emphasized. The pedagogical criterion covers content adequacy, relevance to the goal, objectives, teaching methods, and individual characteristics of learners. The methodological criterion implies didactic expediency, scientific validity, accessibility, innovation, and promotion of professional competencies. The technical criterion includes convenience, mobility, safety, cost-effectiveness, and technological compatibility.

The article reveals the system of assessing the quality of modern teaching aids that are appropriate for use in acquiring higher pharmaceutical education, taking into account the requirements of its digitalization. The paper emphasizes the importance of integrating digital resources and information and communication technologies into the educational space, as well as the need to ensure the pedagogical relevance of such tools. Examples of the practical application of criteria in the selection of teaching aids to improve the quality of specialist training are given. Directions for improving the system of selecting teaching aids in (HEIs) have been identified, taking into account changes in the educational environment and the need for innovative development.

The main focus is on teaching tools that are actively used in the departments of the Faculty of Pharmacy at Bogomolets National Medical University (Bogomolets NMU) and other higher education institutions HEIs. We have thoroughly analyzed teaching tools such as traditional scientific and e-libraries, digital educational resources, digital training courses, online video conferencing services such as Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, educational portals, cloud-based teaching tools, modern mobile devices, social networks, and computerized systems for assessing academic achievement, interactive learning platforms, and digital tools for visualizing material, virtual laboratories and in silico pharmacokinetic modeling programs. A survey was conducted among 104 full-time students in their third to fifth years of study at the Faculty of Pharmacy regarding the use of modern digital learning tools in the study of Organic and Pharmaceutical Chemistry.

Conclusions. Analysis of modern digital learning tools (e-libraries, digital educational resources, digital training courses, educational portals, cloud-based tools, online video conferencing services such as Zoom, Google Meet, and Microsoft Teams, modern mobile devices, social networks, computerized systems for assessing academic achievement, interactive platforms, digital tools for visualizing material, virtual laboratories, and in silico pharmacokinetic modeling programs) demonstrates the importance of their active use in studying Organic and Pharmaceutical Chemistry by future Masters of Pharmacy. In conditions of martial law, due to security and epidemiological threats, these tools help to form a special set of competencies in future Masters of Pharmacy, promote the development of creative skills, encourage students to study disciplines, and provide a basis for new approaches to optimizing the educational process, especially in blended and distance learning formats.

Key words: higher pharmaceutical education, Masters of Pharmacy, competency-based approach, chemical disciplines, blended learning, distance learning, digital competence, cloud services.

Актуальність. Сучасна система вищої фармацевтичної освіти вимагає постійного оновлення підходів до навчання дисциплін, які формують основні професійні, загальні та фахові компетентності, зокрема органічної і фармацевтичної хімії, які є ключовими у професійній підготовці майбутніх магістрів фармації. Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти другого (магістерського) рівня галузі знань 22 «Охорона здоров'я» спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація» спеціалізації 226.01 «Фармація», затвердженого та введеного в дію Наказом Міністерства освіти і науки України від 04 листопада 2022 р. № 981, дисципліна «Органічна хімія» забезпечує набуття студентами інтегральної і загальних компетентностей, а також бере активну участь

у формуванні фахових. Розвиток сучасної фармацевтичної освіти свідчить, що традиційні засоби навчання не спроможні повністю забезпечити достатній рівень засвоєння теоретичного матеріалу та формування практичних навичок, необхідних для майбутньої професійної діяльності та адаптації у сучасному інформаційному просторі.

З огляду на зазначене, актуальним є впровадження сучасних засобів навчання: цифрових технологій, інтерактивних платформ, віртуальних лабораторій, мультимедійних ресурсів та симуляційних програм. Відкритим залишається питання щодо ефективності таких засобів у контексті підвищення якості знань, професійних компетентностей і мотивації здобувачів вищої освіти (ВО). Важливо також ураховувати

готовність учасників освітнього процесу до використання інноваційних технологій.

Отже, є актуальними комплексний аналіз сучасних цифрових засобів навчання, їхнього впливу на освітній процес та можливості інтеграції у систему підготовки майбутніх магістрів фармації.

Зазначимо, що проблемі використанню цифрових засобів навчання у закладах вищої освіти присвячено роботи багатьох українських і зарубіжних дослідників у галузі інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі та програми для розроблення ліків на основі штучного інтелекту тощо (Крамаренко, 2024; Галицький, 2023; Ложичевська, 2025; Ніженковська, 2024; Стучинська, 2024; Белоус, 2022; Nizhenkovska, 2024).

Аналіз світового досвіду використання цифрових засобів навчання

У дослідженнях Daniel Dancsa та інших колег (Dancsa, 2023) цифрові засоби поділено на: системи управління навчанням (віртуальні навчальні середовища), інструменти для відеоконференцій, цифрові інструменти оцінювання іспитів, обмін даними та хмарні системи, інструменти для спільної роботи з документами, ігрові навчальні інструменти, цифрові бібліотеки та інструменти бази даних, інструменти для віртуальних та віддалених лабораторій, цифрові дошки та цифрові блокноти. Окрему увагу авторів було приділено використанню YouTube, а також соціальних мереж, таких як Facebook. На нашу думку, такий розподіл є вдалим, проте потребує деталізації під час використання його для конкретних дисциплін, зокрема органічної та фармацевтичної хімії. Як зауважують автори, системи управління навчанням, також відомі як первинні засоби для дистанційного навчання, можуть бути використані як доповнення до традиційного навчання. Ми вважаємо, що такі системи, перш за все, є оптимальними за змішаного формату організації освітнього процесу, де дистанційна частина навчання є невід'ємним його складником. Навчальна платформа EdX, згадана в дослідженні, є цінним ресурсом, адже пропонує навчання від топових університетів та велику кількість курсів, проте потребує добре розвинених навичок самодисципліни від студентів. Уважаємо, що її доречно рекомендувати тим здобувачам освіти, які навчаються на високому рівні та прагнуть до вдосконалення своїх знань. Рекомендуємо використовувати тематичні курси з хімії як додаткове джерело знань. Окрім вище згаданої системи, пропонуємо нашим студентам звернути увагу на такі платформи, як Coursera, Udemy або Prometheus, які також пропонують широкий вибір різноманітних курсів для

навчання. Із поданої класифікації авторів вважаємо за доцільне використовувати засоби для відеоконференцій, системи обміну даними та хмарні системи, інструменти для спільної роботи з документами, засоби для гейміфікації, електронні бібліотеки та бази даних, віртуальні лабораторії, цифрові дошки та записники. Деякі з них описано у статті далі.

Окрім того, погоджуємося з колегами зі США (Mucundanyi, 2021), що безкоштовні цифрові засоби, такі як Google Classroom, Google Docs, Google Scholar, Screencast-O-Matic, QuickTime Player, YouTube можуть сприяти навчальній діяльності та покращувати досвід навчання студентів у коледжах та університетах. Під час навчання органічної та фармацевтичної хімії засоби Screencast-O-Matic та QuickTime Player зручно використовувати для створення відеолекцій та демонстрації розв'язання практичних завдань. Використання Google Classroom, на нашу думку, не є обов'язковим, якщо заклад освіти пропонує власну платформу для взаємодії між викладачем та студентами. У НМУ імені О. О. Богомольця такою платформою є Likar_NMU. Інструмент Google Docs корисний для спільного вирішення завдань під час підготовки до практичного заняття. Так, на фармацевтичній хімії студенти створюють групові проекти-презентації та спільно коригують їх наповнення за допомогою Google Slides. Іншим засобом серед пакету Google Docs є Google Forms, які викладачі використовують під час вхідного контролю знань у вигляді бліц-опитувань з органічної хімії.

Anghelo Josué та співавт. пропонують виокремити освітні платформи на платформи управління навчанням, онлайн-платформи для навчання, платформи для співпраці та комунікації, онлайн-платформи для навчання, адаптивні платформи для навчання та переконані, що вони сприяють взаємодії, співпраці, персоналізації та доступу до освіти в будь-який час і в будь-якому місці (Josué, 2023). Цей підхід може бути використаний і для вище означених дисциплін, оскільки групує освітні платформи на конкретні категорії. Платформи управління навчанням тут розглядаються як такі, що використовують навчальні установи для управління та проведення онлайн-курсів, організації та представлення наповнення, створення завдань, відстеження прогресу студентів, сприяння онлайн-комунікаціям. На нашу думку, для даних завдань оптимальною є платформа Likar_NMU, яка завдяки наявному функціоналу цілком задовольняє вище наведені потреби. Окрім того, має додаткові функціональні можливості, такі як підтримка інтерактивного формату курсів, додаткові можливості розширення тощо.

Згідно з дослідженням García-Martínez та співавт., аналіз даних (анкетування стратифікованої ймовірнісної вибірки 1 187 студентів) показав помірне використання інструментів у персональних навчальних середовищах студентів. Вони частіше використовували ресурси, спрямовані на доступ до інформації, далі – додатки для обміну та взаємодії та меншою мірою створення контенту (García-Martínez, 2020). Згідно з дослідженням авторів, засоби для створення контенту отримали найнижчі показники, що може негативно впливати на рефлексію, узагальнення, творчість суб'єктів навчання. Згідно з дослідженням Vajúzová (2024), інтеграція цифрових інструментів у навчання та впровадження заходів сприяє розвитку креативності студентів. Тож уважаємо, що за доцільне більш активно використовувати такі засоби та демонструвати студентам їхні переваги, адже здатність до створення власного контенту, аналізу та креативних навичок є важливим складником під час підготовки майбутніх магістрів фармації. Ефективне використання таких ресурсів під час навчання базової дисципліни органічної хімії та професійно орієнтованої фармацевтичної хімії сприятиме набуттю студентами необхідних компетентностей.

На думку Asgarov та ін. (2024), інтерактивні платформи, а саме навчальні програми на основі штучного інтелекту та мобільні додатки, значно сприяють персоналізації, доступності та підвищенню якості освітнього процесу. Не можемо не погодитися з тим, що технології віртуальної та доповненої реальності відіграють революційну роль у трансформації освітнього процесу, зокрема їх використання доречно під час навчання практично орієнтованих дисциплін, таких як органічна та фармацевтична хімія. Проте такі технології потребують значних фінансових засобів, що не завжди є доступним для різних закладів освіти.

На основі даних щодо різних цифрових засобів навчання хімії (Irrpoliti, 2022; Araújo, 2024; Bernholt, 2019), а також урахування вітчизняний та світовий досвід використання цифрових технологій, нами було вибрано найбільш важливі, на нашу думку, цифрові засоби під час навчання органічної та фармацевтичної хімії.

Аналіз свідчить, що сьогодні відсутня чітка класифікація сучасних засобів навчання з урахуванням специфіки вивчення дисциплін «Органічна хімія» та «Фармацевтична хімія», які формують важливі професійні компетентності.

Недостатній аналіз ефективності цифрових та інтерактивних засобів навчання у розвитку майбутніх магістрів фармації та обмежена інтеграція

навчальних засобів у зміст освітніх програм перешкоджають формуванню міждисциплінарних зв'язків та практичної орієнтованості курсів з органічної та фармацевтичної хімії. Невизначеними також є критерії педагогічної доцільності використання різних сучасних засобів навчання на відповідних етапах засвоєння знань (вивчення теорії, закріплення, контроль тощо) та недостатньо враховано індивідуальні освітні потреби студентів під час підбору відповідних засобів із погляду стилів навчання, цифрової грамотності, мотивації. Не менш важливою є відсутність системного підходу до підготовки викладачів щодо використання сучасних цифрових засобів навчання, що ускладнює їх повноцінне впровадження в освітній процес.

Мета дослідження – проаналізувати сучасні цифрові засоби навчання, які застосовуються під час вивчення органічної і фармацевтичної хімії, та обґрунтувати їх ефективність і перспективи у підготовці майбутніх магістрів фармації з урахуванням потреб сучасної фармацевтичної практики.

Матеріали та методи дослідження. Методи теоретичного аналізу та синтезу, порівняльний метод, контент-аналіз, систематизація та узагальнення наукової літератури (наукових публікацій), аналіз нормативних документів і навчальної документації, методологічної та педагогічної літератури, анкетування.

Результати дослідження та їх обговорення. Критеріями й показниками добору засобів навчання у межах ЗВО, на нашу думку, є такі:

1) *організаційно-правовий* – чітка узгодженість із унормованими документами про організацію освітнього процесу в закладі, вимогами Стандарту-2022 (Стандарт вищої освіти України, 2022), а також освітньо-професійною програмою зі спеціальності І8 «Фармація», навчальним планом, програмою навчальної дисципліни й силабусом за актуальний навчальний рік;

2) *науково-методичний* – відповідність визначеним у закладах вищої освіти (далі – ЗВО) положенням про науково-методичне забезпечення вивчення навчальної дисципліни;

3) *функціонально-цільовий* – зручність використання для учасників освітнього процесу; модульність; безпечність; сумісність з електронними освітніми ресурсами (далі – ЕОР); економічна ефективність для користувачів;

4) *інформаційно-педагогічний* – оперативна можливість створення й редагування навчальної інформації модератором від кафедри (факультету); надійність застосування під час навчання органіч-

ної і фармацевтичної хімії; забезпечення інтеграції з іншими засобами навчання.

З урахуванням цих критеріїв та показників добору засобів навчання органічної і фармацевтичної хімії майбутніх магістрів фармації нами було виокремлено основні.

Сучасні наукові бібліотеки поєднують у своїй діяльності традиційні й електронні ресурси, що уможлиблює їх використання в освітньому процесі і з фізичним, і з цифровим доступом до матеріалу або обома разом. У НМУ імені О. О. Богомольця наукова бібліотека має свою вебсторінку, де розміщуються інформація про нові надходження, електронний каталог (далі – е-каталог), послуги в умовах дистанційного навчання (далі – ДН), репозитарій тощо. За умов ДН бібліотека пропонує добір літератури до курсових, кваліфікаційних наукових робіт із джерел, наявних у її фондах.

Е-каталог інтегрує інформаційні ресурси з означених хімічних дисциплін, пропонує ефективну навігацію під час їхнього пошуку. Ефективності навігації в е-каталозі бібліотеки сприяє діяльність модератора, який дає змогу оперативно знаходити навчальну інформацію, знайомитися з новими надходженнями з питань інновацій у галузі, підбору методів ідентифікації і кількісного визначення ЛЗ синтетичного та біологічного походження. Здобувачам, які навчаються дистанційно, надано можливість користуватися онлайн-ресурсами бібліотеки зарубіжних закладів освіти (<https://nmuofficial.com/distant-education/>). Аналогічно, формують традиційні та е-ресурси Національний фармацевтичний універ-

ситет (м. Харків) й інші ЗВО, у яких функціонують фармацевтичні факультети (Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського, Одеський національний медичний університет).

Електронні освітні ресурси (ЕОР) / Педагогічні програмні засоби. Нормативно-правовим підґрунтям для розроблення та впровадження ЕОР в освітній процес ЗВО є Наказ МОН України № 749 від 29.05.2019 «Про внесення змін до Положення про електронні освітні ресурси» (<https://ips.ligazakon.net/document/view/Re33637?an=27>). Так, за функціональною ознакою ЕОР поділяють на е-навчальні видання, е-довідкові видання, е-практичні видання, деталізований перелік яких представлено на рис. 1.

Так, на думку Л. Муц, більшість ЕОР або програмних засобів навчання, представлених на ринку освітніх послуг України, – це електронні версії друкованих підручників і посібників. Останнім часом з'явилися педагогічні програмні засоби, перевагою яких є не лише інформаційне наповнення, а й забезпечення взаємодії користувача з програмою та його робота в діалоговому режимі (Муц, 2013, с. 41). Так, на вебсайті УАКАВОО в категоріях «Фармація. Фармацевтична хімія» та «Хімія/Органічна хімія» є понад 10 тис. електронних видань.

Викладачі і здобувачі ВФО фармацевтичних факультетів ЗВО користуються низкою е-видань, зокрема е-підручниками та посібниками з органічної (Nizhenkovska, 2025; Іващенко, 2023; Горічко, 2019; Григоренко, 2021; Шабликіна, 2025; Клімко, 2025)



Рис. 1. Види електронних освітніх ресурсів

та фармацевтичної (Безуглий, 2017; Цуркан, 2019; Ніженковська, 2022; Ніженковська, 2023; Черковська, 2017; Різак, 2022; Мінаєва, 2019) хімії, навчально-методичними матеріалами до лабораторного практикуму «Органічна хімія» та «Фармацевтична хімія» тощо. Окрім цього, для кращої адаптивності здобувачів другого (магістерського) рівня ВФО нами розроблено електронні навчально-методичні посібники, зміст яких спрямовано на самостійний контроль знань із зазначених дисциплін під час підготовки до складання тестового компонента Єдиного державного кваліфікаційного іспиту (ЄДКІ) «Крок 1» і «Крок 2».

У процесі розроблення означених електронних навчально-методичних посібників було враховано вимоги до ЕОР, сформульовані у вище зазначеному Наказі, а саме: 1) функціональність; 2) безпечність; 3) надійність функціонування; 4) зручність використання; 5) крос-платформність; 6) відповідність засадам реалізації принципів державної політики цифрового розвитку; 7) відповідність законодавству України щодо захисту авторських прав. Як показав досвід, вище зазначені посібники мають практичне значення для засвоєння навчальних дисциплін «Органічна хімія» та «Фармацевтична хімія», формування фахових компетентностей майбутніх магістрів фармації і підготовки до складання ліцензійних іспитів «Крок 1» та «Крок 2».

Електронний навчальний курс. Електронний навчальний курс (далі – ЕНК) є невід’ємним складником дистанційної та аудиторно-дистанційної (змішаної) форм навчання в освітньому процесі ЗВО, а також є комплексом навчально-методичних матеріалів, які характеризуються структурованістю, визначеними підходами до інтерактивної взаємодії викладачів і здобувачів ВФО за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій, прозорою та якісною системою оцінювання навчальної діяльності студентів. Слід зазначити, що відповідно до «Положення про дистанційну форму навчання у Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця» (2020 р.), інформаційний і функціональний контент дистанційних курсів та управління ними мають відповідати міжнародним стандартам, сформульованим у SCORM (Sharable Courseware Object Reference Model), а також вимогам Міністерства освіти і науки України та «Положенню про дистанційну форму навчання у Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця» від 18 березня 2020 р.

Під час створення ЕНК «Органічна хімія» та «Фармацевтична хімія» у НМУ імені О. О. Богомольця було враховано інтеграцію по вертикалі

та попередній досвід викладачів фармацевтичного факультету закладу (Nizhenkovska, 2022; Nizhenkovska, 2020), а саме проаналізовано та описано найкращі практики та моделі навчання хімічних дисциплін у медичних університетах. Після проведення аналізу за методом трикутної оцінки (ТАМ) перевагу було надано трьом навчальним моделям із погляду їх використання в медичній освіті в Україні. Це були такі моделі: а) модель на основі симуляцій PhET; б) модель на основі автоматизованої доставки курсу з використанням платформи Smart Sender; в) модель на основі автоматизації електронного курсу на базі Moodle з використанням чат-бота Dialogflow. В іншому дослідженні визначено, який вплив має технологічно орієнтоване середовище на навички до самостійного навчання здобувачів ВФО. Результати показали, що технологічне навчальне середовище, яке включає онлайн-курс, сприяє розвитку навичок самостійного навчання, що, своєю чергою, приносить істотні освітні та професійні переваги. Так, розроблення означених ЕНК ґрунтувалося на системному, компетентнісному, особистісно орієнтованому та задачному підходах (рис. 2, 3).

Базовими елементами структури ЕНК для обох дисциплін дистанційної платформи LİKAR_NMU НМУ імені О. О. Богомольця вибрано такі:

а) інформація про дисципліну (огляд ЕНК) (надається покликання (URL) на ОП, робочу програму (РП) та силабус, критерії оцінювання виконаних завдань тощо);

б) лекційний матеріал (надається доступ і до PDF-версій документа, і до презентацій);

в) завдання до практичних занять (здобувач ВФО виконує завдання самостійно, а куратор (модератор курсу) забезпечує зворотний зв’язок в електронному вигляді);

г) вебкейси (студент виконує завдання самостійно та отримує зворотний зв’язок від викладача в електронному вигляді);

г) блок самостійної роботи студента (СРС);

д) блок оцінювання (завдання надаються в електронному вигляді та охоплюють окремі теми, модулі або всю дисципліну).

Водночас ЕНК «Органічна хімія» базується на:

1) студентоцентрованому підході, де кожен здобувач освіти самостійно вирішує послідовність та час виконання завдань, обсяг опрацьованого матеріалу;

2) можливості використання за змішаного формату навчання;

3) адаптивності завдань різних рівнів складності;

4) практичній спрямованості запропонованого матеріалу;

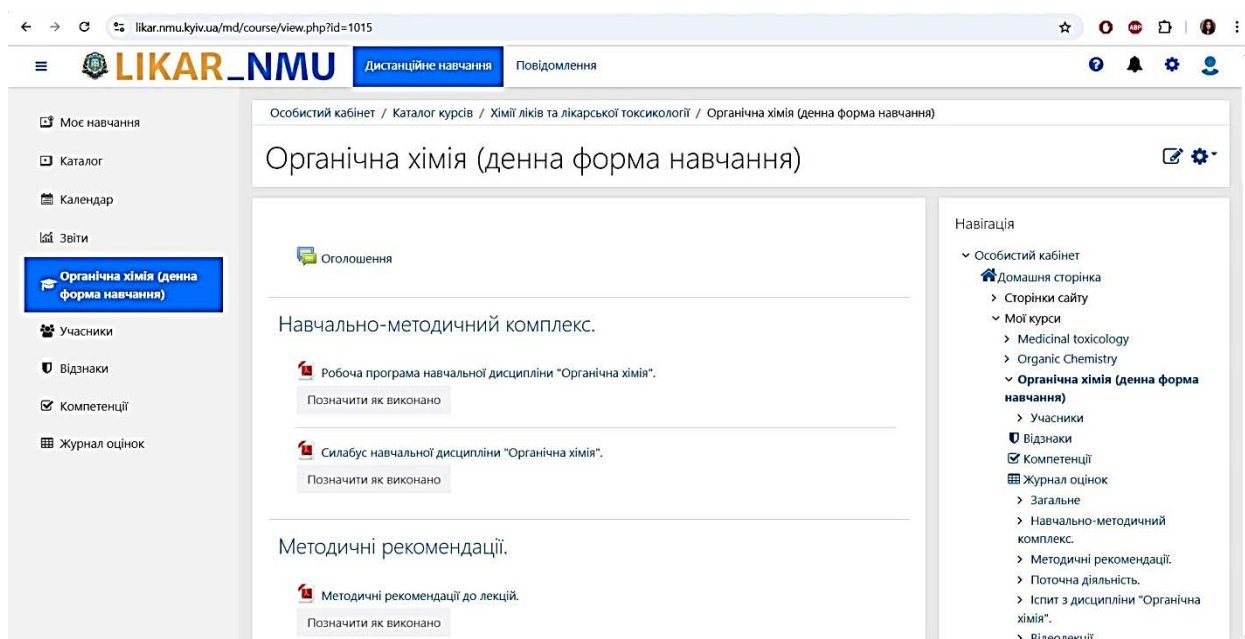


Рис. 2. Інтерфейс ЕНК «Органічна хімія» дистанційної платформи LİKAR_NMU НМУ імені О. О. Богомольця

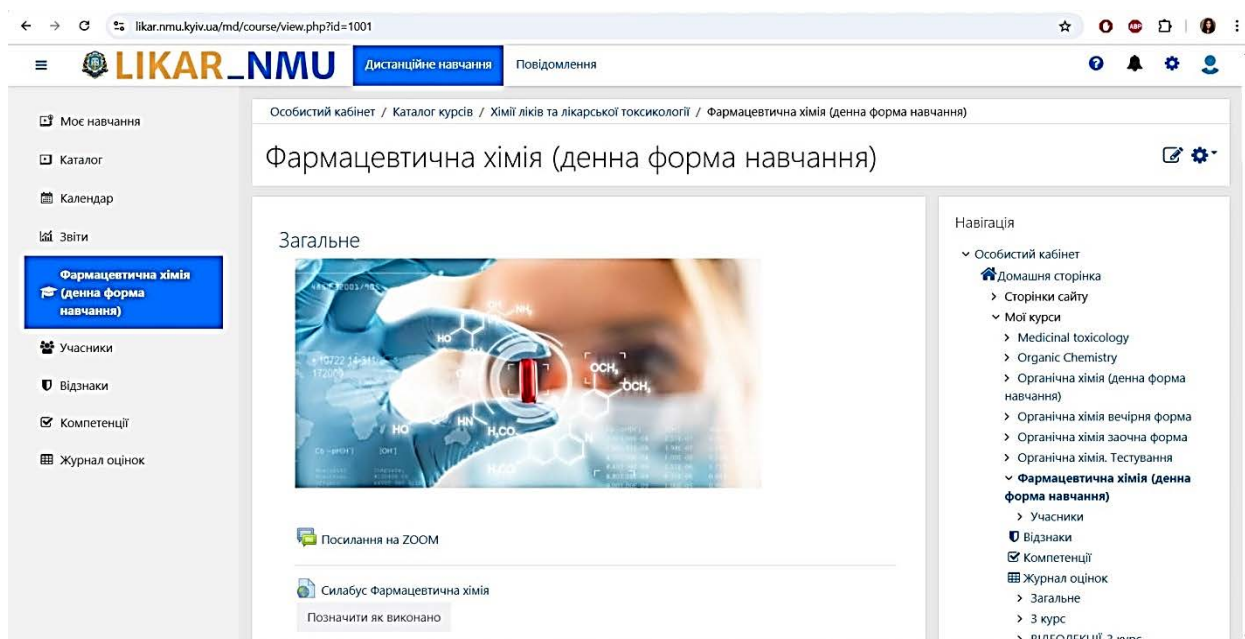


Рис. 3. Інтерфейс ЕНК «Фармацевтична хімія» дистанційної платформи LİKAR_NMU НМУ імені О. О. Богомольця

5) саморефлексії студентів, зокрема під час тестування при підготовці до іспиту «Крок 1».

Такий підхід є вкрай важливим, адже органічна хімія як базова дисципліна передусе професійно орієнтованій фармацевтичній хімії, що дає змогу підготувати студентів до освоєння останньої.

Окрім спільних з органічною хімією, для фармацевтичної хімії додатково мали значення такі показники:

1) урахування інтересів і цілей кожного учасника освітнього процесу на основі особистісного цілеспрямування, рефлексії та здійснення практичної діяльності;

2) участь здобувачів ВФО в побудові індивідуальної траєкторії навчання, що забезпечується можливістю вільного вибору навчальних модулів курсу й динаміки опанування їхнього контенту;

3) створення продуктивної освітньої взаємодії учасників освітнього процесу в синхронному й асинхронному режимах;

4) оптимальне використання вебресурсів навчального призначення університету;

5) можливість обліку ситуативних моментів і розширення перспектив із використанням суб'єктивного досвіду здобувачів ВФО.

Освітній портал. У межах нашого дослідження поняття «освітній портал» трактується як вебсайт, організований у вигляді системного багаторівневого об'єднання різних ЕОР і сервісів (Шарова, 2022, с. 237–244). На нашу думку, освітній портал НМУ імені О. О. Богомольця є ефективним засобом забезпечення дистанційного та змішаного навчання здобувачів ВФО, що базується на дієвому функціоналі для збереження якості освітнього процесу в університеті, наданні можливостей навчання хімічних дисциплін в умовах загроз і викликів різноманітного походження.

Водночас викладачі та здобувачі магістерського рівня спеціальності І8 «Фармація» мають змогу працювати на освітньому порталі НМУ імені О. О. Богомольця за умови наявності у них корпоративної пошти в домені nmu.ua. Після авторизації під власним обліковим записом учасники освітнього процесу автоматично потрапляють на свою електронну сторінку. Зміст ЕНК оновлюється на початку навчального року відповідно до Положення про організацію освітнього процесу в університеті. Окрім змістового наповнення, в освітньому порталі наявний журнал оцінок.

Освітній портал кафедри хімії ліків та лікарської токсикології фармацевтичного факультету НМУ імені О. О. Богомольця містить інформацію щодо переліку дисциплін, викладання яких здійснюється на кафедрі, історію, інформацію про науково-педагогічних співробітників, навчально-методичну, наукову роботу та видавничу діяльність, зміни у перебігу освітнього процесу, актуальні новини тощо. Серед контактів указано також:

– **e-mail:** pharm.chemistry@nmu.ua;

– **Facebook:** <https://www.facebook.com/pharmchem.nmu/>;

– **YouTube:** <https://www.youtube.com/channel/UC6w0nxHXhOKfU6s-GkFtzxQ>

Отже, освітній портал НМУ імені О. О. Богомольця як платформа навчання органічної та фар-

мацевтичної хімії для майбутніх магістрів фармації: по-перше, дає змогу викладачам оперативного оновлювати навчальні матеріали з означених дисциплін, створює оптимальний режим для здійснення доступу здобувача ВФО до них; по-друге, реалізує можливість гнучкого управління різними вебсайтами за ключовими словами; по-третє, має функціонал для зручного використання ресурсів освітнього інформаційного середовища закладу в синхронному й асинхронному режимах тощо.

Хмароорієнтовані засоби навчання («академічна хмара» закладу; хмарні сервіси Google Apps, MS Office 365 тощо). У процесі навчання з обох зазначених дисциплін здобувачами ВФО у ЗВО успішно застосовуються також науково-навчальні корпоративні хмари Microsoft Office 365 та Google Apps, завдяки яким навчальна інформація (лекції, методичні вказівки (рекомендації, інструкції, пояснення), лабораторні та практичні роботи, хімічні задачі та варіанти їхнього розв'язання тощо) є легко доступною, зрозумілою та корисною. Це відбувається за участі так званих технологій хмароорієнтованого навчального середовища (ХОНС), яке реалізується як сукупність сервісів, структурованого навчально-методичного контенту, дидактичних матеріалів, системи контролю та моніторингу знань студентів, та ефективно забезпечує навчання, контроль, міжпредметну інтеграцію, комунікацію, моніторинг навчальної діяльності, моделювання (Кучеренко, 2021, с. 101–102).

Практично значущими для обґрунтування доцільності застосування у навчанні органічної та фармацевтичної хімії майбутніх здобувачів ВФО є напрацювання вчених (Волошина, 2018; Ноздріна, 2019; Носенко, 2020; Триус, 2020), на основі яких можна згрупувати хмароорієнтовані засоби навчання за критерієм застосування в освітньому процесі:

1) засоби управління навчанням (LMS MOODLE, Google Classroom тощо);

2) засоби комунікації (Google Groups, Gmail тощо);

3) засоби спільної діяльності (Google Groups, Windows Live Groups, Zoho Discussions, GetSatisfaction тощо);

4) засоби надання навчальних матеріалів (Microsoft Word Web App, Google Docs тощо);

5) засоби контролю знань (Google Forms тощо).

Аналіз застосування хмароорієнтованих засобів навчання хімічних дисциплін у НМУ дає змогу стверджувати, що найбільш повний безкоштовний обсяг хмарних послуг освітніх потреб надають два провідні провайдери: Google та Microsoft. Тоді як

Microsoft Office 365 надає більше функціональних можливостей для використання офісних додатків, можливість Google Apps застосовувати додатки користувача та сторонніх розробників значно розширює коло навчальних завдань, які вирішуються з використанням цієї хмарної платформи.

Під час викладання означених дисциплін кафедри використовується «академічна хмара» закладу «LIKAR_NMU», проте додатково застосовуються й інші засоби. Зокрема, під час навчання органічної хімії найчастіше залучаються хмароорієнтовані засоби від Google, такі як Google Groups, Google Docs та Google Forms, які є простими та зручними у використанні, доступними на різних пристроях. Під час використання цих засобів студенти набувають нових та надалі формують базові навички для опанування компетентностей, які є важливими у вивченні професійно орієнтованих дисциплін. Вивчення фармацевтичної хімії супроводжують Microsoft Word, Microsoft Power Point, зручні для студентів, зокрема під час підготовки до захисту курсових та кваліфікаційних робіт.

Таким чином, навчання зазначених хімічних дисциплін майбутніми магістрами фармації в умовах трансформації системи ВФО є, по суті, переходом до нової педагогічної системи, яка розгортається з широким застосуванням хмароорієнтованих засобів.

Онлайн-сервіси відеоконференцій Zoom, Google Meet, Microsoft Teams. В умовах адаптивного карантину і воєнного стану в Україні широкого застосування набули онлайн-сервіси, серед яких в освітньому процесі ЗВО провідні позиції займають Zoom, Google Meet, Microsoft Teams (далі – MS Teams) тощо.

Порівняльна їх характеристика виглядає так: онлайн-сервіс Zoom завжди доступний, проте має обмеження в часі та кількості учасників, якщо приєднуватися не через корпоративну угоду; його можна використовувати не лише на персональному комп'ютері, а й на смартфоні чи планшеті. Працює стабільно, незважаючи на значне навантаження через велику кількість користувачів. Відзначимо, що цей сервіс має дуже важливі для викладача функції: демонстрація екрана, запис конференції тощо; у налаштуваннях є можливість для всіх учасників ділитися екранами або ж включити обмеження. Усі інструменти управління підпорядковуються викладачу (за умови, що він/вона «організатор»): підготовка та включення відеоконференції, можливість умикати і вимикати мікрофон, а також вимикати відео чи робити запит щодо ввімкнення відео всім учасникам. Проте цей онлайн-сервіс має складний

інтерфейс, який потребує часу для ознайомлення з додатком.

Онлайн-сервіс Google Meet також доступний та необмежений; його можна використовувати у більшості браузерів, але найбільш оптимальний варіант – це Chrome, який забезпечує синхронізацію з контактами в гугл-акаунті; є можливість приєднання через браузер і додаток для Android або iOS, менше неточностей, аніж у сервісах відеоконференцій, які потребують окремого додатка на робочому столі комп'ютера.

Онлайн-сервіс MS Teams завжди доступний та необмежений; працює у браузерах (Chrome, Edge); є частиною пакета Office 365 і поширюється за корпоративною підпискою; забезпечує інтеграцію з іншими продуктами Microsoft, зокрема Word, Excel, PowerPoint і OneNote, а також зі 140 сторонніми сервісами та додатками включно з Adobe, Evernote і Trello.

На нашу думку, усі означені сервіси придатні для навчання органічної та фармацевтичної хімії, проте доцільність їх використання залежить від мети заняття. Платформа Zoom найкраще себе зарекомендувала під час проведення практичних занять, оскільки дає можливість викладачеві не лише демонструвати свій екран (слайди презентації, рівняння реакцій, формули тощо), а й забезпечувати групову роботу студентів за допомогою breakout rooms. Під час навчання органічної хімії така функція була використана для розв'язування складних завдань (хімічних перетворень, порівнянь реакційної здатності сполук, обґрунтування відповідей щодо лабораторних дослідів тощо), які потребували роботи в команді, а на заняттях із фармацевтичної хімії – під час вирішення заздалегідь підготовлених практичних кейсів (ситуаційних завдань).

Для викладання лекційного матеріалу з органічної та фармацевтичної хімії доцільно використовувати Zoom або MS Teams: Zoom підходить для онлайн-лекцій із демонстрацією екрану, а MS Teams, окрім того, є повноцінною платформою для співпраці, де студенти мають доступ до матеріалів і завдань, наданих викладачем. Важливими функціями обох сервісів є запис екрану та подальше його поширення, що є зручним для студентів, оскільки дає змогу ознайомитися з інформацією у будь-який час.

Google Meet – дуже простий у використанні онлайн-сервіс, функціоналу якого цілком достатньо для невеликих груп, проте він має менше додаткових опцій, тож під час навчання органічної чи фармацевтичної хімії його легко використовуємо для проведення онлайн-консультацій.

Сучасні мобільні засоби – це найчастіше власні засоби комунікації: ноутбуки, планшети, телефони/смартфони; різні портативні мобільні пристрої тощо. Їх застосування у процесі навчання хімічних дисциплін, що викладає кафедра, уможливує, на нашу думку, якнайкраще забезпечення побудови індивідуальної траєкторії навчання здобувачів ВФО з урахуванням не лише їхніх індивідуальних можливостей, а й нестабільної безпекової ситуації у країні в умовах воєнного стану. Беззаперечною перевагою є те, що зникає необхідність у спеціально обладнаній комп'ютерній аудиторії. Наприклад, мобільний телефон і його функціональні можливості дають змогу організувати навчання з використанням адаптованих е-підручників, ЕНК, файлів спеціалізованих типів із навчальною інформацією з дисциплін.

Сучасні мобільні засоби можуть бути використані в будь-якому місці і мають функціонал для встановлення й використання спеціальних програм, здатних відкривати і переглядати файли офісних програм, таких як Office Word, Power Point, Excel тощо.

Соціальні мережі. Затребуваність щодо використання соціальних мереж у процесі освітньої комунікації у ЗВО є визнаною всіма учасниками освітнього процесу. Із-поміж сучасних соціальних мереж найбільш відомими є Facebook, Instagram, YouTube, Telegram, TikTok, Twitter, LinkedIn, ResearchGate, Academia.edu, блоги, мікроблоги й інші ресурси, що мають спільноту користувачів і можливість їх взаємодії навколо певного виду контенту, зокрема з органічної та фармацевтичної хімії.

Про значення соціальних мереж у роботі майбутнього фармацевта йдеться й під час навчання хімічних дисциплін. Популярною серед здобувачів ВФО та викладачів фармацевтичного факультету НМУ імені О. О. Богомольця є низка соціальних мереж для науковців, серед яких – [Academia.edu](https://www.academia.edu/), яка бере участь у рухах «відкрита наука» і «відкритий доступ», надає викладачам можливість обміну науковими статтями, відстеження їх визнання й популярності у спільноті (шляхом цитування) тощо.

Кафедра хімії ліків та лікарської токсикології має свої Facebook-сторінку та YouTube-канал, які користуються популярністю серед студентів фармацевтичного факультету. Зокрема, з органічної хімії на YouTube-каналі були розміщені відеолекції, а також приклади розв'язування типових завдань для підготовки до іспиту, а з фармацевтичної хімії, окрім лекцій, розташовані відеопрактикуми з поясненнями до лабораторних робіт. Лекції викладачів кафедри, практикуми з органічної та фармацевтичної хімії на YouTube-каналі є затребуваним контентом серед

здобувачів. Для підтримки зв'язку зі студентами з означених дисциплін викладачами створено групи в Telegram, де здобувачі освіти мають змогу поставити запитання, надіслати домашнє завдання або ж відповіді на практичному занятті. Окрім того, був розроблений Telegram-канал студентського наукового гуртка кафедри, де розміщено посилання для приєднання до засідань та корисні матеріали.

Комп'ютеризовані системи для оцінювання навчальних досягнень здобувачів ВФО з органічної та фармацевтичної хімії (тематичний, підсумковий контроль; «ЄДКІ 1» і «ЄДКІ 2»). Навчальним планом 2025–2026 н. р. підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня ВО галузі знань 22 «Охорона здоров'я» спеціальності І8 «Фармація» визначено, що вивчення навчальної дисципліни «Органічна хімія» на другому році навчання завершується іспитом, дисципліни «Фармацевтична хімія» на третьому році навчання – перехідним заліком, а на четвертому – іспитом. У програмі навчальної дисципліни визначено види контролю: вхідний, поточний та підсумковий («Положення про порядок оцінювання знань студентів під час поточного та кінцевого контролю з дисципліни в НМУ імені О. О. Богомольця», затверджене Вченою радою НМУ імені О. О. Богомольця 28.11.2024 р.). Вхідний контроль теоретичної підготовки здійснюється на початку кожного заняття, поточний контроль – на кожному занятті відповідно до конкретних цілей, а також під час індивідуальної роботи викладача зі студентом для тем, які студент опрацьовує самостійно. Оцінювання навчальних досягнень здобувачів ВФО здійснюють упродовж кожного семестру вивчення дисципліни у формі проміжного контролю.

Використання ресурсу дистанційної платформи LIKAR_NMU уможливило застосування е-навчальних посібників «Органічна хімія» та «Фармацевтична хімія» з прикладами тестових завдань і поясненнями відповідей до них.

Довершеною комп'ютеризовану систему оцінювання навчальних досягнень здобувачів ВФО робить ЄДКІ, у підготовці до якого семестрові іспити з органічної та фармацевтичної хімії включають значну частину, присвячену тестовому контролю знань з відповідних дисциплін.

Зокрема, в інтегрованому тестовому іспиті «Крок 2», мета якого – оцінити рівень професійних компетентностей із професійно орієнтованих дисциплін, чільне місце займає компонент «Хімічні основи забезпечення якості та раціонального застосування лікарських засобів» (20% тестових завдань). До інтегрованого тестового іспиту «Крок 1» входить

компонент «Основи знань про органічні сполуки (будова, номенклатура, ізомерія, хімічні властивості та ідентифікація)» і становить 14% від загальної кількості всіх компонентів (*Фармація, промислова фармація*). Центр тестування при Міністерстві охорони здоров'я України).

Існують дані щодо використання адаптивного тестування у фармацевтичній освіті, яке сприяє кращому залученню студентів, активній участі та мотивації (Nizhenkovska, 2024, p. 119–124), застосування якого можливе також під час навчання базової дисципліни органічної хімії та професійно орієнтованої дисципліни фармацевтичної хімії.

Інтерактивні платформи для навчання. Із розвитком технологій усе більшого значення набувають інтерактивні засоби навчання. На практичних заняттях з органічної хімії були використані інтерактивні платформи Edpuzzle, Padlet, Kahoot, Labster (Ніженковська, 2024, с. 30–40). Ознайомлення з означеними платформами під час вивчення органічної хімії сприяє набуттю впевненості та готовності до нових викликів у процесі засвоєння фармацевтичної хімії. Серед інших цифрових сервісів для інтерактивного навчання використовують також WorldWall, Liveworksheets, Google Classroom, Moodle, Quizlet, Єдина Школа, HUMAN ШКОЛА, Нові Знання, Prosvita тощо. Дані платформи дають можливість викладачам об'єктивно оцінювати здобувачів освіти, застосовувати інтерактивні ігри, персоналізувати завдання, економити час тощо (Аверкіна,

2023, с. 128–132). Наявна інформація щодо використання платформи Mentimeter у медичній освіті, а також її альтернатив: Kahoot, Socrative, Classtime, Nearpod, Online Test Pad, Quizalize, Quizizz, Quizlet. Усі вони сприяють залученню студентів до активного навчання та мають багато інших переваг (Перцева, 2025, с. 78–82).

Також нами використано інтерактивні вікторини Mentimeter, Socrative, Quizizz тощо, які дають змогу в ігровій формі перевірити знання студентів за допомогою заздалегідь підготовлених викладачем завдань та урізноманітнюють навчання. Вони впливають на когнітивні здібності (пам'ять, розвиток критичного мислення), мотивацію (підвищення інтересу до вивчення дисципліни, бажання покращувати результат), соціальну взаємодію (під час колективного виконання завдань). Дані засоби були застосовані під час вхідного, проміжного та кінцевого контролю знань на практичних заняттях з означених дисциплін та сприяли кращому зворотному зв'язку між викладачем та студентами.

У НМУ імені О. О. Богомольця функціонує інтерактивна платформа для навчання LIKAR_NMU, яка має широкий діапазон використання: можливість її наповнення матеріалами, підтримка файлів різного формату, створення різнотипових завдань, можливість отримання зворотного зв'язку з результатами студентів тощо (рис. 4).

Цифрові засоби для візуалізації матеріалу. Використання візуальних засобів навчання є над-

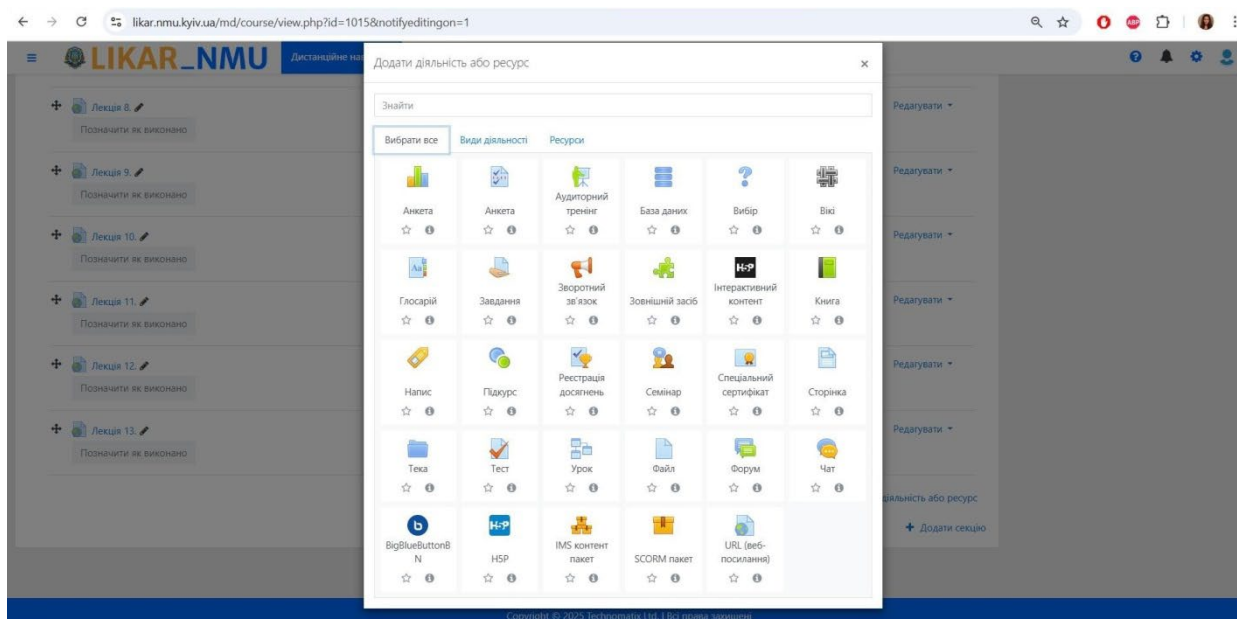


Рис. 4. Інтерфейс дистанційної платформи LIKAR_NMU НМУ імені О. О. Богомольця

звичайно важливим під час навчання як базових, так і професійно орієнтованих хімічних дисциплін. За допомогою електронних засобів для візуалізації на кафедрі розробляються наочні презентації для практичних занять, більш наглядними стають аналіз складного матеріалу, створення схем реакцій, інфографік, підтримка індивідуального та групового навчання, проведення занять у дистанційному і змішаному форматах (доступність для різних пристроїв), можливість інтерактивної взаємодії зі студентами. Прикладами таких засобів для навчання є платформи Canva, VistaCreate, Genially тощо. Їх використовують для створення контенту, схем реакцій, презентацій, інфографік тощо. Серед опитаних студентів найбільш затребуваними сервісами для візуалізації матеріалу стали Canva та Power Point. На нашу думку, сервіси VistaCreate та Genially є більш сучасними, але для їх опанування студентам потрібно більше часу та зусиль, тож вони схильні вибирати більш знайомі й комфортні для них ресурси. Проблема більш широкого використання інших засобів може вирішити активне залучення викладачів до пояснень щодо функціоналу різних сервісів та конкретних прикладів їх застосування. Наприклад, до основних переваг сервісу VistaCreate належать велике розмаїття (понад 30 000) презентаційних матеріалів, бібліотека із зображеннями та ілюстраціями, синхронізація з хмарними сховищами і можливість створення інтерактивних матеріалів. Залучення таких засобів під час підготовки навчальних проєктів із фармацевтичної хімії дає змогу створювати насичені, яскраві, сучасні презентації швидше та легше порівняно з широко відомим Power Point.

У процесі навчання органічної хімії засоби для візуалізації використовуються викладачами під час розкриття змісту тем на практичних заняттях, а також студентами при створенні індивідуальних та групових навчальних проєктів. Застосування різноманітних цифрових сервісів із відповідним функціоналом є педагогічно обґрунтованим, оскільки формування навичок їх використання у здобувачів освіти підвищує ефективність підготовки до занять із фармацевтичної хімії, виконання курсових і випускних кваліфікаційних робіт.

Віртуальні лабораторії. Невід'ємним складником навчального процесу у сучасній освіті є лабораторний практикум. Використання віртуальних лабораторій у навчанні органічної та фармацевтичної хімії є важливим напрямом модернізації освітнього процесу в ЗВО. Такі лабораторії забезпечують можливість моделювання хімічних реакцій, технологічних процесів та аналітичних методик без необ-

хідності безпосередньої роботи з реактивами. Це актуально в умовах дистанційного (Бабенко, 2022) або змішаного навчання.

До переваг використання віртуальних лабораторій у курсі органічної хімії виокремлюємо можливість візуалізації механізмів органічних реакцій, просторової будови молекул, перебігу синтетичних процесів, а також впливу умов реакції на вихід і властивості продуктів. Окрім того, студенти можуть багаторазово відпрацьовувати лабораторні процеси, аналізувати результати експериментів і коригувати параметри реакцій, що сприяє глибшому розумінню теоретичного матеріалу та формуванню логіки хімічного мислення. Проблемним залишається питання обізнаності студентів у використанні таких засобів навчання, оскільки для II курсу наведені сервіси викликають труднощі через недостатню технічну підготовку, англійський інтерфейс та необхідність навичок самодисципліни. Саме тому демонстрування та залучення студентів викладачами до використання наведених ресурсів є ключовим аспектом для успішного опанування наведених програм.

У навчанні фармацевтичної хімії віртуальні лабораторії використовують для моделювання сучасних методів ідентифікації, кількісного визначення та контролю якості лікарських засобів. Вони дають змогу імітувати роботу з аналітичним обладнанням, таким як хроматографи, спектрофотометри, а також відпрацьовувати алгоритми фармакопейного аналізу без ризику порушення техніки безпеки. Особливу цінність такі лабораторії становлять для формування професійних компетентностей у майбутніх фармацевтів. Слід зазначити, що робота з високовартісним обладнанням потребує постійного контролю з боку викладача, тоді як віртуальні лабораторії дають змогу студентам помилятися необмежену кількість разів без шкоди для обладнання. Уважаємо, що такі віртуальні симуляції корисно використовувати заздалегідь перед проведенням практичних робіт. Таким чином, здобувачі освіти будуть більш підготовленими до справжніх викликів у реальних умовах.

Прикладом віртуальних робіт є система LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) компанії National Instruments, яка дає можливість створювати вимірювальні комплекси й системи автоматизації керування на базі віртуальних приладів. Наведено кілька освітніх ресурсів, які у софті містять віртуальні хімічні лабораторії, які можна використати під час навчання хімії: сайт ModelChemLab – <https://modelsience.com/products.html>, сайт PhET-InteractiveSimulations – <https://phet.colorado.edu/en/>

simulations/filter? subjects=chemistry&type=html, сайт Chem_Collective – <https://chemcollective.org/vlabs>. Серед наведених програм для вивчення органічної та фармацевтичної хімії рекомендуємо використовувати сайт ModelChemLab, який дає змогу детально моделювати експерименти; Chem_Collective краще підійде для використання у фармацевтичній хімії з метою вирішення експериментальних задач із розрахунками; PhET-InteractiveSimulations надає інтерактивні анімації до базових концептуальних явищ, тож його використання корисне для тих студентів, підготовка яких потребує освоєння ключових навичок із дисципліни.

Labster – це сучасна платформа віртуальних лабораторій, яка надає можливість виконувати експериментальні дослідження з хімії у цифровому середовищі. У 2020 р. ресурс був відзначений нагородою за вагомий внесок у розвиток якісної наукової освіти. Особливістю Labster є використання елементів сторітелінгу, що підвищує зацікавленість студентів навчальним матеріалом, а також створення ігрового середовища, у якому користувач активно керує перебігом експерименту подібно до відеоігор.

Віртуальні лабораторії Labster мають високий рівень інтерактивності та забезпечують ефект повної присутності. Користувач контролює усі складники лабораторної роботи: дотримання вимог техніки безпеки, коректний добір обладнання й реактивів, а також послідовність виконання кожного етапу експерименту. Платформа орієнтована на наочне моделювання процесів і використання динамічної, візуально привабливої анімації. Уважаємо даний ресурс одним із найцікавіших для студентів, оскільки за рахунок інтерактивності та гейміфікації він максимально спонукає студентів до вивчення хімії.

Застосування віртуальних лабораторій сприяє підвищенню доступності лабораторного навчання, індивідуалізації освітньої траєкторії та розвитку дослідницьких умінь здобувачів освіти. Водночас вони не замінюють повністю реальний експеримент, а виступають ефективним доповненням до традиційного лабораторного практикуму, підвищуючи його методичну та дидактичну ефективність.

Програми фармакокінетичного моделювання *in silico*. Фізіологічно обґрунтоване фармакокінетичне моделювання (Physiologically Based Pharmacokinetic Modeling, PBPK) є сучасним *in silico*-підходом, що використовується для прогнозування розподілу, метаболізму та елімінації лікарських засобів в організмі людини. Цей метод базується на математичному описі реальних фізіологічних параметрів органів і тканин, зокрема об'єму, кровотоку, проникності мембран та

активності ферментних систем, а також на фізико-хімічних властивостях досліджуваної сполуки. PBPK-моделі дають змогу імітувати фармакокінетичні процеси на різних етапах – від абсорбції до виведення і прогнозувати концентрації лікарської речовини в окремих органах і біологічних рідинах у часі. Застосування такого моделювання дає змогу оцінювати вплив дози, шляху введення, лікарських взаємодій, вікових та патологічних особливостей організму без проведення численних експериментальних досліджень.

Основні програми *in silico*, які найчастіше використовують: PASS Online – прогноз спектра біологічної активності сполук; QSAR Toolbox (OECD) – оцінка токсичності, екотоксичності; PaDEL-Descriptor – розрахунок молекулярних дескрипторів; KNIME – побудова QSAR-моделей (із плагінами); AutoDock – молекулярний докінг; SwissADME – прогноз ADME-параметрів та ін. (Chang, 2023). Для навчання фармацевтичної хімії найчастіше вибирають: SwissADME, PASS Online, AutoDock Vina, PK-Sim та Avogadro. Серед них на окрему увагу заслуговує програма SwissADME, яка дає студентам змогу швидко одержувати результати та є дуже простою у використанні.

Застосування *in silico*-моделей сприяє інтеграції теоретичних знань із практичними навичками аналізу фармакокінетичних даних і підготовці майбутніх фахівців до застосування цифрових технологій у фармацевтичній науці та практиці.

Результати опитування. Нами було створено та оприлюднено анкету щодо використання цифрових засобів під час вивчення органічної та фармацевтичної хімії. В опитуванні взяли участь 104 студенти III, IV та V курсів фармацевтичного факультету денної форми навчання. Анкетування було анонімним.

У ході опитування на запитання: «Як часто ви використовували цифрові засоби навчання під час вивчення органічної та фармацевтичної хімії?» було з'ясовано, що 39,4% респондентів постійно використовували цифрові засоби під час навчання означених дисциплін; 58,7% – час від часу; 1,9% – рідко, а таких, які не використовували, не було. Діаграму з результатами опитування наведено на рис. 5.

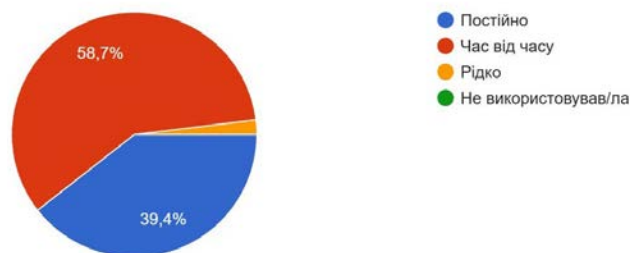


Рис. 5. Відповіді респондентів на запитання щодо частоти використання цифрових засобів навчання

Найчастіше студенти користувалися електронними навчальними курсами на платформі LIKAR_NMU (99%); YouTube-каналом кафедри хімії ліків та лікарської токсикології (65,4%) та цифровими засобами для візуалізації матеріалу (Canva, VistaCreate, Genially, Power Point тощо) (43,3%). Діаграму з результатами опитування представлено на рис. 6.

Варто зазначити, що 94,2% опитаних студентів погодилися з тим, що цифрові засоби навчання під час вивчення органічної та фармацевтичної хімії сприяли кращому засвоєнню матеріалу; 83,7% зазначили, що цифрові засоби навчання вплинули на розвиток практичних навичок (виконання лабораторних робіт); 91,3% респондентів висловили потребу в більш активному використанні цифрових засобів під час вивчення означених хімічних дисциплін.

Щодо використання інтерактивних платформ, то безумовним лідером є дистанційна платформа НМУ імені О. О. Богомольця LIKAR_NMU (97,1%).

Найбільш зручним онлайн-сервісом для відеоконференцій виявився Zoom (77,9%).

Серед труднощів, із якими стикалися респонденти під час використання цифрових засобів навчання у процесі вивчення органічної та фармацевтичної хімії, зазначено такі: технічні проблеми (59,6%); надлишок інформації (24%); недостатня якість матеріалів (23,1%); складність інтерфейсу (9,6%). 22,1% респондентів відзначили відсутність труднощів із використанням цифрових засобів навчання (рис. 7).

Серед цифрових засобів для візуалізації матеріалу під час вивчення означених хімічних дисциплін студенти більш прихильні до сервісів Canva (67,3%) та Power Point (66,3%).

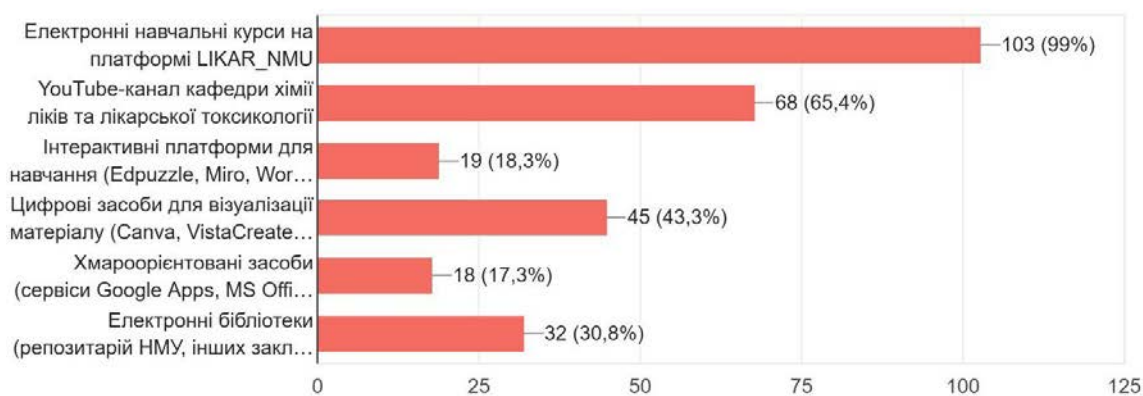


Рис. 6. Відповіді респондентів на запитання щодо цифрових засобів навчання, якими вони найчастіше користуються під час вивчення органічної та фармацевтичної хімії

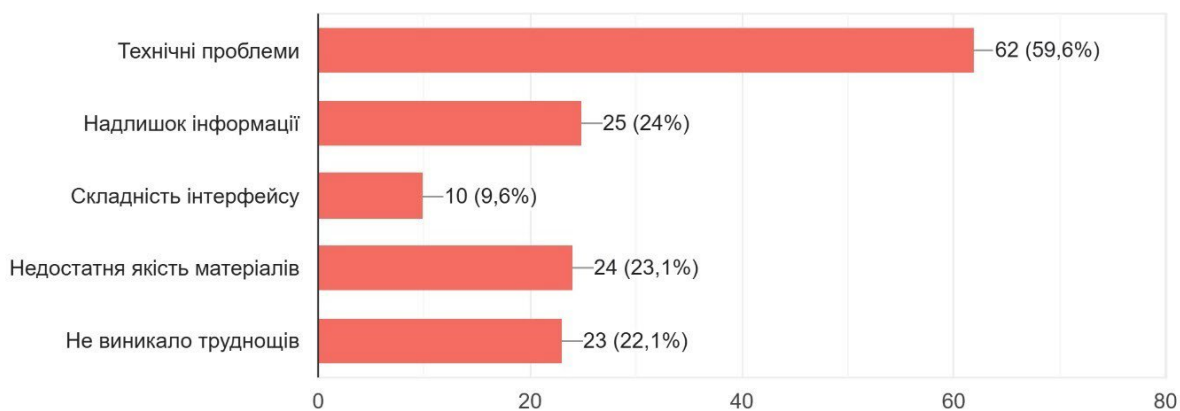


Рис. 7. Відповіді респондентів на запитання щодо труднощів під час використання цифрових засобів у навчанні органічної і фармацевтичної хімії

На відкрите запитання: «Які ще цифрові інструменти, окрім зазначених попередньо, варто впроваджувати в навчання надалі?» респонденти відповіли щодо розвитку потенціалу використання інших інтерактивних дошок, вікторин, додатку Quizlet, ChemDraw / ChemSketch, MolView / Avogadro, PubChem / DrugBank, Khan Academy / Coursera, Notion, Discord, Docsity, doctrina.space, 3D-моделі, Nearpod, використання програм штучного інтелекту. Зауваження і пропозиції будуть ураховані під час подальшого розроблення навчально-методичних підходів до означених хімічних дисциплін, які відіграють ключову роль як у базовій підготовці майбутніх магістрів фармації, так і у формуванні важливих професійних компетентностей.

Висновки. Аналіз сучасних цифрових засобів навчання (e-бібліотеки, електронні освітні ресурси, електронний навчальний курс, освітній портал,

хмароорієнтовані засоби, онлайн-сервіси відеоконференцій Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, сучасні мобільні засоби, соціальні мережі, комп'ютеризовані системи для оцінювання навчальних досягнень, інтерактивні платформи, цифрові засоби для візуалізації матеріалу, віртуальні лабораторії, програми фармакокінетичного моделювання *in silico*) свідчить про важливість їх активного застосування під час навчання органічної та фармацевтичної хімії майбутніх магістрів фармації. В умовах воєнного стану, внаслідок безпекових та епідеміологічних загроз окреслені засоби допомагають формувати спеціальний набір компетентностей у майбутніх магістрів фармації, сприяють розвитку креативних навичок, заохочують студентів до вивчення дисциплін та є підґрунтям для нових підходів до оптимізації навчального процесу, особливо за змішаною та дистанційною форм навчання.

ЛІТЕРАТУРА

- Аверкіна М., Лихошерстова Ю. Цифрові платформи в інтерактивному навчанні. *Modeling the development of the economic systems*. 2023. № 1. С. 128–132. DOI: <https://doi.org/10.31891/mdes/2023-7-18>
- Аналіз органічних сполук : навчальний посібник / Ю. Є. Клімко та ін. 1-е вид. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 61 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/e844e789-0e44-4a34-abc5-d0ad089c091d/content>
- Бабенко О. М. Хімічний експеримент в умовах дистанційної освіти. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2022. № 1(19). С. 123–131.
- Белоус І. В., Науменко О. М., Стучинська Н. В. Використання персоналізованого хмароорієнтованого освітнього середовища у навчанні фахових медичних дисциплін. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5: «Педагогічні науки: реалії та перспективи»*. 2022. Вип. 85. С. 18–25. DOI: <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2022.85.04>
- Волошина Т. В. Використання гібридного хмароорієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10. Київ, 2018. 293 с.
- Галицький О. В., Кучеренко І. І., Микитенко П. В. Вебсайт закладу вищої освіти та його значення в інформаційно-освітньому середовищі. *Освітній дискурс*. 2023. № 43(1–3). С. 85–94. DOI: [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.43\(1-3\)-9](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.43(1-3)-9)
- Крамаренко І. С., Галегова О. В. Інноваційні підходи до навчання в умовах воєнного стану. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія «Педагогіка та психологія»*. 2024. № 5. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-9199-2024-5-06-01>
- Кучеренко І. І., Дерев'янок Н. В., Німенко Г. Р. Особливості проведення лекцій та практичних занять в умовах дистанційного навчання на кафедрі фармацевтичної хімії. *Досвід упровадження змішаної форми навчання у ЗДМУ, траєкторія розвитку та місце в системі вищої медичної освіти* : матер. навч.-метод. відеоконф. Центральної методичної ради, м. Запоріжжя, 26 травня 2021 р. Запоріжжя, 2021. С. 101–102.
- Ложичевська Т. В. Інноваційні підходи навчання під час вивчення дисципліни «Фармацевтична хімія». *Актуальні питання педагогіки вищої медичної освіти* : зб. матер. Міжнар. конф., м. Харків, 21 березня 2025 р. Харків, 2025. С. 129–131.
- Муц Л. Б. Застосування педагогічних програмних засобів освіти в навчальному процесі вищої школи. *Медицина освіти*. 2013. № 1. С. 40–42. URL: https://medmuv.com/kafedra/journals/education/2013/Osvita_1_2013.pdf#page=40
- Ніженковська І. В., Глушаченко О. О., Бут І. О. Фармацевтична хімія. Частина 2. Тестові завдання з поясненнями: навчально-методичний посібник. Київ : ФОП Лопатіна О. О., 2023. 176 с.
- Ніженковська І. В., Глушаченко О. О., Бут І. О., Манченко О. В. Фармацевтична хімія. Частина 1. Тестові завдання з поясненнями : навчально-методичний посібник. Київ : ФОП Лопатіна О. О., 2022. 72 с.
- Ніженковська І. В., Проворова В. О. Характеристика та можливості використання інтерактивних платформ Edpuzzle, Padlet, Kahoot і Labster у фармацевтичній освіті. *Медицина та фармація: освітні дискурси*. 2024. № 1. С. 30–40. DOI: <https://doi.org/10.32782/eddiscourses/2024-1-5>
- Ноздріна Л. В. Інноваційні CLOUD COMPUTING: виклики для освіти. *Information Technologies in Education (ITE)*. 2019. № 38. С. 19–50. DOI: <https://doi.org/10.14308/ite000691>
- Носенко Ю. Г. Аналітичний огляд KNEWTON як платформи для персоналізації навчального контенту. *Information Technologies in Education (ITE)*. 2020. № 44. С. 65–76. DOI: <https://doi.org/10.14308/ite000727>
- Іващенко О., Копанцева Л. Органічна хімія : навчальний посібник. Полтава : ПДМУ, 2023. 192 с. URL: <https://repository.pdmu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/78016ea5-42bd-4db9-83c1-d6b2653db06e/content>
- Горічко М. В., Мілохов Д. С., Шаблікіна О. В. Органічна хімія. Загальний практикум : навчальний посібник. Київ : Київський університет, 2019. 196 с.
- Перцева Т. О., Саніна Н. А., Турлюн Т. С. Інтерактивні технології в освіті: цифрові інструменти для активного навчання здобувачів вищої освіти. *Медицина освіти*. 2025. № 1. С. 78–82. DOI: <https://doi.org/10.11603/m.2414-5998.2025.1.15376>
- Положення про дистанційну форму навчання у Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця від 18 березня 2020 р. URL: https://drive.google.com/file/d/1zMGp9Csydzpze_7KiW3ZQn4XVOEyBjQ9Y/view

Положення про порядок оцінювання знань студентів під час поточного та кінцевого контролю з дисципліни в НМУ імені О. О. Богомольця : Затверджено Вченою радою НМУ імені О. О. Богомольця 28.11.2024. URL: https://drive.google.com/file/d/1eLB_KL5dEnPwXr_J4p3NhFmhEsc9Wd6d/view

Про внесення змін до Положення про електронні освітні ресурси : Наказ Міністерства освіти і науки України № 749 від 29.05.2019. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/Re33637?an=27>

Різак Г. В. Збірник задач із фармацевтичної хімії : навчально-методичний посібник. Ужгород : ФОП Сабов А. М., 2022. 168 с.

Система електронного навчання ВНЗ на базі MOODLE : методичний посібник / за ред. Ю. В. Триуса. Черкаси, 2020. 220 с.

Стандарт вищої освіти України (2022). Галузь знань 22 «Охорона здоров'я» спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація» спеціалізації 226.01 «Фармація; 226.02 Промислова фармація».

Шабликіна О. В., Григоренко О. О. Стереохімія. Практичні завдання (з прикладами розв'язку) : навчальний посібник. Київ, 2025. 114 с. URL: https://orgchem.knu.ua/image/textbooks/stereochemistry_problems.pdf

Стучинська Н. В., Храпійчук Г. В. Освітній потенціал соціальних мереж під час вивчення природничих дисциплін майбутніми фахівцями галузі охорони здоров'я. *Медицина та фармація: освітні дискурси*. 2024. № 4. С. 143–149. DOI: <https://doi.org/10.32782/eddiscourses/2024-4-22>

Григоренко О. О., Шабликіна О. В. Сучасні методи органічного синтезу : підручник. 2-е вид. Київ, 2021. 560 с. URL:

Фармацевтична хімія лікарських засобів неорганічної природи : навчально-методичний посібник / уклад. В. О. Мінаєва. Черкаси : ФОП Чабаненко Ю. А., 2019. 212 с. URL: http://eprints.cdu.edu.ua/4352/1/farm_himiya.pdf

Фармацевтична хімія : підручник / за заг. ред. П. О. Безуглого. 3-є вид., випр., доопрац. Вінниця : Нова Книга, 2017. 456 с.

Фармацевтична хімія. Частина II. Хімічні методи аналізу лікарських засобів. Катіони та аніони : навчально-методичний посібник / Л. Г. Черковська та ін. Запоріжжя : ЗДМУ, 2017. 76 с. URL: <http://dspace.zsmu.edu.ua/handle/123456789/6723>

Фармація, промислова фармація. Центр тестування при Міністерстві охорони здоров'я України. URL: <https://www.testcentr.org.ua/uk/>

Цуркан О. О., Ніженковська І. В., Глушаченко О. О. Фармацевтична хімія. Аналіз лікарських речовин за функціональними групами : навчальний посібник. 3-є вид. Київ : Медицина, 2019. 152 с.

Шарова Т. М. Освітній портал як ефективний засіб забезпечення дистанційного навчання здобувачів вищої освіти.

Українські студії в європейському контексті. 2022. № 5. С. 237–244.

Anghelo Josué, Bedoya-Flores, M. C., Mosquera-Quiñonez, E. F., Mesías-Simisterra, Ángel E., Bautista-Sánchez J. V. Educational Platforms: Digital Tools for the teaching-learning process in Education. *Ibero-American Journal of Education & Society Research*. 2023. 3(1). P. 259–263. DOI: <https://doi.org/10.56183/iberoeds.v3i1.626>

Bernholt S., Broman K., Siebert S., Parchmann I. Digitising Teaching and Learning – Additional Perspectives for Chemistry Education. *Isr. J. Chem.* 2019. 59. P. 554. DOI: <https://doi.org/10.1002/ijch.201800090>

Chang Y., Hawkins B. A., Du J. J., Groundwater P. W., Hibbs D. E., Lai F. A Guide to In Silico Drug Design. *Pharmaceutics*. 2023. 15(1), 49. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010049>

Dancsa D., Štempeľová I., Takáč O., Anuš N. Digital tools in education. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*. 2023. 7(4). P. 289–294. DOI: <https://doi.org/10.59287/ijanser.717>

Francesca M. Ippoliti, Jason V. Chari and Neil K. Garg. Advancing global chemical education through interactive teaching tools. *Chem. Sci.* 2022. 13. P. 5790–5796. DOI: <https://doi.org/10.1039/D2SC01881K>

García-Martínez, J.-A., Rosa-Napal, F.-C., Romero-Tabeayo, I., López-Calvo, S., & Fuentes-Abeledo, E.-J. Digital Tools and Personal Learning Environments: An Analysis in Higher Education. *Sustainability*. 2020. 12(19), 8180. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12198180>

Gaspard Mucundanyi, Xeturah Woodley. Exploring Free Digital Tools in Education. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*. 2021. Vol. 17, Issue 2. P. 96–103.

Lucas Rodrigues Araújo, José Euzébio Simões Neto, João R. R. Tenório da Silva, Bruno Silva Leite. Digital Technologies in Chemistry Teaching in the Journal Chemistry Education Research and Practice: an analysis through a Systematic Literary Review. *Lat. Am. J. Sci. Educ.* 2024. 11. 12001.

Mária Bajúzová, Roman Hrm. Digital Tools in Education: The Impact of Digital Tools in Education on Students' Creativity. *R&E-SOURCE*. 2024. 1(s1). P. 4–18. DOI: <https://doi.org/10.53349/resource.2024.is1.a1236>

Nizhenkovska I., Afanasenko O., Nizhenkovskiy A. Adaptive Testing In Pharmaceutical Education: Strategies And Benefits. *Phytotherapy Journal*. 2024. №2. P. 119–124. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-2-119>

Nizhenkovska I. V., Holovchenko O. I., Provorova V. O. Organic Chemistry. Multiple choice questions with explanations for Pharmacy Faculty students. Study guide, second expanded edition. K.: FOP Lopatina O.O., 2025. 316 p.

Nizhenkovska I. V., Reva T. D., Chkhalo O. M., But I. O., Manchenko O. V. Best practices for teaching chemistry disciplines to graduates majoring in pharmacy during the COVID-19 restrictions: A systematic review. *International Journal of Educational Methodology*. 2022. Vol. 8. № 4. P. 769–781. DOI: <https://doi.org/10.12973/ijem.8.4.769>

Nizhenkovska I. V., Reva T. D., Chkhalo O. M., Holovchenko O. I. Technology-Driven Self-Directed Learning of Graduate Pharmacists: Adding Value through Entrepreneurship. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*. 2020. Vol. 19. № 6. P. 111–126. DOI: <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.6.7>

Nizhenkovska I. V., Reva T. D., Kuznetsova O. V., Nizhenkovskiy O. I., Chkhalo O. M. A comparison study of artificial intelligence-driven no-code applications for drug discovery and development. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2024. Vol. 6 № 52. P. 80–89. DOI: <http://doi.org/10.15587/2519-4852.2024.318920>

Taleh Asgarov, Nargul Badalova. Digital Tools in Education. *Scientific Research International Scientific Journal*. 2024. Volume 4. Issue: 12. 37–42. DOI: <https://doi.org/10.36719/2789-6919/40/37-42>

REFERENCES

Anghelo Josué, Bedoya-Flores, M. C., Mosquera-Quiñonez, E. F., Mesías-Simisterra, Ángel E., & Bautista-Sánchez, J. V. (2023). Educational Platforms: Digital Tools for the teaching-learning process in Education. *Ibero-American Journal of Education & Society Research*, 3(1), 259–263. DOI: <https://doi.org/10.56183/iberoeds.v3i1.626>

Averkina, M., & Lykshosherstova, Yu. (2023). Digital platforms in interactive learning. *Modeling the Development of the Economic Systems*, 1, 128–132. DOI: <https://doi.org/10.31891/mdes/2023-7-18>

- Babenko, O. M. (2022). Khimichniy eksperyment v umovakh dystantsiinoi osvity [Chemical experiment in the context of distance education]. *Topical Issues of Natural and Mathematical Education*, 1(19), 123–131 [in Ukrainian].
- Belous, I. V., Naumenko, O. M., & Stuchynska, N. V. (2022). The use of a personalized cloud-oriented educational environment in teaching professional medical disciplines. *Scientific Journal of the National Pedagogical Dragomanov University. Series 5: «Pedagogical Sciences: Realities and Perspectives»*, 85, 18–25. DOI: <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2022.85.04>
- Bernholt S., Broman K., Siebert S., Parchmann I. (2019). Digitising Teaching and Learning – Additional Perspectives for Chemistry Education. *Isr. J. Chem.*, 59, P. 554. DOI: <https://doi.org/10.1002/ijch.201800090>
- Bezuglyi, P. O. (Ed.). (2017). Farmatsevychna khimiia [Pharmaceutical chemistry]: A textbook for students of higher pharmaceutical educational institutions and faculties of higher medical institutions (3rd ed., revised and updated). Vinnytsia: Nova Knyha [in Ukrainian].
- Bogomolets National Medical University. (2020, March 18). Polozhennia pro dystantsiinu formu navchannia u Natsionalnomu medychnomu universyteti imeni O.O. Bohomoltsia [Regulations on the distance learning format at the Bogomolets National Medical University] [in Ukrainian].
- Bogomolets National Medical University. (2024, November 28). Polozhennia pro poriadok otsiniuvannia znan studentiv pid chas potochnoho ta kintsevoho kontroliu z dystsyplyny v NMU imeni O. O. Bohomoltsia, Zatverdzheno Vchenoiu radoiu NMU imeni O.O. Bohomoltsia [Regulations on the procedure for assessing students' knowledge during current and final control of the discipline, approved by the Academic Council of the Bogomolets NMU] [in Ukrainian].
- Chang, Y., Hawkins, B. A., Du, J. J., Groundwater, P. W., Hibbs, D. E., & Lai, F. (2023). A Guide to In Silico Drug Design. *Pharmaceutics*, 15(1), 49. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010049>
- Cherkovska, L. H., Kryvoshei, O. V., Tkachenko, H. I., et al. (2017). Farmatsevychna khimiia. Chastyna II. Khimichni metody analizu likarskykh zasobiv. Kationy ta aniony [Pharmaceutical chemistry. Part II. Chemical methods for drug analysis. Cations and anions]: A methodological guide for independent work of 5th-year students preparing for the licensing exam «Krok 2. Pharmacy». Zaporizhzhia: ZSMU [in Ukrainian].
- Dancsa, D., Štampelová, I., Takáč, O. & Annuš, N. (2023). Digital tools in education. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(4), 289–294. DOI: <https://doi.org/10.59287/ijanser.717>
- Francesca M. Ippoliti, Jason V. Chari and Neil K. Garg. (2022). Advancing global chemical education through interactive teaching tools. *Chem. Sci.*, 13, P. 5790–5796. DOI: <https://doi.org/10.1039/D2SC01881K>
- García-Martínez, J.-A., Rosa-Napal, F.-C., Romero-Tabeyo, I., López-Calvo, S., & Fuentes-Abeledo, E.-J. (2020). Digital Tools and Personal Learning Environments: An Analysis in Higher Education. *Sustainability*, 12(19), 8180. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12198180>
- Gaspard Mucundanyi & Xeturah Woodley (2021). Exploring Free Digital Tools in Education. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 2021, Vol. 17, Issue 2, pp. 96–103.
- Halytskyi, O. V., Kucherenko, I. I., & Mykytenko, P. V. (2023). University website and its role in the information and educational environment. *Educational Discourse: Collection of Scientific Papers*, 43(1–3), 85–94. DOI: [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.43\(1-3\)-9](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.43(1-3)-9)
- Horichko, M. V., Milokhov, D. S., & Shablykina, O. V. (2019). Orhanichna khimiia. Zahalnyi praktykum [Organic chemistry. General practicum]: A textbook for students of the Faculty of Chemistry. Kyiv: Publishing and Printing Center «Kyiv University» [in Ukrainian].
- Hryhorenko, O. O., & Shablykina, O. V. (2021). Suchasni metody orhanichnoho syntezy (2-he vydannia) [Modern methods of organic synthesis (2nd ed.)]. Kyiv. [In Ukrainian].
- Ivashchenko, O., & Kopantseva, L. (2023). Orhanichna khimiia [Organic chemistry]: A textbook for applicants for the first (bachelor's) level of higher education, educational program «Pharmacy». Poltava: Poltava State Medical University [in Ukrainian].
- Klimko, Yu. Ye., et al. (2025). Analiz orhanichnykh spolkiv [Analysis of organic compounds] [Electronic resource]: A textbook for bachelor's degree students in the educational program «Chemical technologies and engineering», specialty G 1 «Chemical technologies and engineering» (1st ed.). Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute [in Ukrainian].
- Kramarenko, I. S., & Halehova, O. V. (2024). Innovative approaches to education under martial law. *Problems of Modern Transformations. Series: Pedagogy and Psychology*, 5. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-9199-2024-5-06-01>
- Kucherenko, L. I., Derevyanko, N. V., & Nimenko, H. R. (2021). Osoblyvosti provedennia lektsii ta praktychnykh zaniat v umovakh dystantsiinoho navchannia na kafedri farmatsevychnoi khimii [Features of conducting lectures and practical classes under distance learning conditions in the Department of Pharmaceutical Chemistry]. In *Experience of implementing blended learning at ZSMU, development trajectory and place in the system of higher medical education* (pp. 101–102). Zaporizhzhia [in Ukrainian].
- Lozhychevska, T. V. (2025). Innovatsiini pidkhody navchannia pry vuvchenni dystsyplyny «Farmatsevychna khimiia» [Innovative teaching approaches in studying the discipline «Pharmaceutical Chemistry»]. In *Current Issues of Pedagogy in Higher Medical Education: Proceedings of the International Conference (Kharkiv, March 21, 2025)* (pp. 129–131). KhNMU [in Ukrainian].
- Lucas Rodrigues Araújo, José Euzébio Simões Neto, João R. R. Tenório da Silva, Bruno Silva Leite. (2024). Digital Technologies in Chemistry Teaching in the Journal Chemistry Education Research and Practice: an analysis through a Systematic Literary Review. *Lat. Am. J. Sci. Educ.*, 11, 12001.
- Mária Bajúzová, Roman Hrmo. (2024). Digital Tools in Education: The Impact of Digital Tools in Education on Students' Creativity. *R&E-SOURCE*, 1(s1), 4-18. DOI: <https://doi.org/10.53349/resource.2024.is1.a1236>
- Minaieva, V. O. (Ed.). (2019). Farmatsevychna khimiia likarskykh zasobiv neorhanichnoi pryrody [Pharmaceutical chemistry of inorganic medicinal substances]: A study guide for students majoring in Chemistry (102). Cherkasy: FOP Chabanenko Yu. A. [in Ukrainian].
- Ministry of Education and Science of Ukraine. (2019, May 29). Pro vnesennia zmin do Polozhennia pro elektronni osviti resursy [On amendments to the Regulations on electronic educational resources] (Order No. 749, registered in the Ministry of Justice of Ukraine on June 25, 2018, No. 666/33637) [in Ukrainian].
- Muts, L. B. (2013). Zastosuvannia pedahohichnykh prohramnykh zasobiv osvity v navchalnomu protsesi vyshchoi shkoly [The use of pedagogical software tools in the educational process of higher education]. *Medical Education*, 1, 40–42 [in Ukrainian].
- Nizhenkovska, I., Afanasenko, O., & Nizhenkovskiy, A. (2024). Adaptive testing in pharmaceutical education: Strategies and benefits. *Phytotherapy. Journal*, 2, 119–124. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-2-119>

Nizhenkovska, I. V., Hlushachenko, O. O., & But, I. O. (2023). Farmatsevychna khimiia. Chastyna 2. Testovi zavdannia z poiasnenniamy [Pharmaceutical chemistry. Part 2. Test tasks with explanations]: A study guide for practical classes for students of pharmaceutical faculties of medical HEIs. Kyiv: FOP Lopatina O. O. [in Ukrainian].

Nizhenkovska, I. V., Hlushachenko, O. O., But, I. O., & Manchenko, O. V. (2022). Farmatsevychna khimiia. Chastyna 1. Testovi zavdannia z poiasnenniamy [Pharmaceutical chemistry. Part 1. Test tasks with explanations]: A study guide for practical classes for students of pharmaceutical faculties of medical HEIs. Kyiv: FOP Lopatina O. O. [in Ukrainian].

Nizhenkovska, I. V., Holovchenko, O. I., & Provorova, V. O. (2025). Organic Chemistry. Multiple choice questions with explanations for Pharmacy Faculty students: Study guide, second expanded edition. Kyiv: FOP Lopatina O. O.

Nizhenkovska, I. V., & Provorova, V. O. (2024). Kharakterystyka ta mozhlyvosti vykorystannia interaktyvnykh platform Edpuzzle, Padlet, Kahoot i Labster u farmatsevychnii osviti [Characteristics and possibilities of using interactive platforms Edpuzzle, Padlet, Kahoot, and Labster in pharmaceutical education]. *Medicine and Pharmacy: Educational Discourses*, 1, 30–40. DOI: <https://doi.org/10.32782/eddiscourses/2024-1-5> [in Ukrainian].

Nizhenkovska, I. V., Reva, T. D., Chkhalo, O. M., But, I. O., & Manchenko, O. V. (2022). Best practices for teaching chemistry disciplines to graduates majoring in pharmacy during the COVID-19 restrictions: A systematic review. *International Journal of Educational Methodology*, 8(4), 769–781. DOI: <https://doi.org/10.12973/ijem.8.4.769>

Nizhenkovska, I. V., Reva, T. D., Chkhalo, O. M., & Holovchenko, O. I. (2020). Technology-driven self-directed learning of graduate pharmacists: Adding value through entrepreneurship. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(6), 111–126. DOI: <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.6.7>

Nizhenkovska, I. V., Reva, T. D., Kuznetsova, O. V., Nizhenkovskiy, O. I., & Chkhalo, O. M. (2024). A comparative study of artificial intelligence-driven no-code applications for drug discovery and development. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*, 6(52), 80–89. DOI: <http://doi.org/10.15587/2519-4852.2024.318920>

Nosenko, Yu. H. (2020). Analytical review of KNEWTON as a platform for personalization of educational content. *Information Technologies in Education (ITE)*, 44, 65–76. DOI: <https://doi.org/10.14308/ite000727>

Nozdrina, L. V. (2019). Innovative cloud computing: Challenges for education. *Information Technologies in Education (ITE)*, 38, 19–50. DOI: <https://doi.org/10.14308/ite000691>

Pertseva, T. O., Sanina, N. A., & Turlyun, T. S. (2025). Interactive technologies in education: Digital tools for active learning of higher education students. *Medical Education*, 1, 78–82. DOI: <https://doi.org/10.11603/m.2414-5998.2025.1.15376>

Rizak, H. V. (2022). Zbirnyk zadach z farmatsevychnoi khimii [Collection of tasks in pharmaceutical chemistry]: A teaching manual for students majoring in «Pharmacy» at the Faculty of Medicine (Reviewed by O. M. Torokhtin & Ye. I. Bysaha). Uzhhorod: FOP Sabov A. M. [in Ukrainian].

Shablykina, O. V., & Hryhorenko, O. O. (2025). Stereokhimiia. Praktychni zavdannia (z prykladamy rozviazku) [Stereochemistry. Practical tasks (with examples of solutions)]: A study guide for chemistry students. Kyiv. [in Ukrainian].

Sharova, T. M. (2022). Osvitnii portal yak efektyvnyi zasib zabezpechennia dystantsiinoho navchannia zdobuvachiv vyshchoi osvity [Educational portal as an effective tool for ensuring distance learning of higher education students]. *Ukrainian Studies in the European Context*, 5, 237–244 [in Ukrainian].

Standart vyshchoi osvity Ukrainy [Standard of Higher Education of Ukraine] (2022). Field of knowledge 22 – Health care. Specialty 226 – Pharmacy, Industrial Pharmacy. Specializations 226.01 – Pharmacy; 226.02 – Industrial Pharmacy [in Ukrainian].

Stuchynska, N. V., & Khrapiychuk, H. V. (2024). Educational potential of social networks in studying natural sciences by future health care specialists. *Medicine and Pharmacy: Educational Discourses*, 4, 143–149. DOI: <https://doi.org/10.32782/eddiscourses/2024-4-22>

Taleh Asgarov, Nargul Badalova. (2024). Digital Tools in Education. *Scientific Research International Scientific Journal*, Volume 4, Issue: 12, 37–42. DOI: <https://doi.org/10.36719/2789-6919/40/37-42>

Tryus, Y. V., Herasymenko, I. V., & Franchuk, V. M. (2020). Systema elektronnoho navchannia VNZ na bazi MOODLE [University e-learning system based on MOODLE]: A methodological guide (Y. V. Tryus, Ed.). Cherkasy [in Ukrainian].

Tsurkan, O. O., Nizhenkovska, I. V., & Hlushachenko, O. O. (2019). Farmatsevychna khimiia. Analiz likarskykh rehovyn za funktsionalnymi hrupamy [Pharmaceutical chemistry. Analysis of medicinal substances by functional groups] (3rd ed.). Kyiv: Medytsyna [in Ukrainian].

Voloshyna, T. V. (2018). Vykorystannia hibrydnogo khmaroorientovanoho navchalnoho seredovyschcha dlia formuvannia samoosvitnoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv z informatsiinykh tekhnolohii [The use of a hybrid cloud-oriented learning environment for the formation of self-educational competence of future information technology specialists] (Candidate of Pedagogical Sciences dissertation). Institute of Information Technologies and Learning Tools of the NAES of Ukraine [in Ukrainian].

Дата першого надходження статті до видання: 28.07.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 17.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.04.2026

Конфлікт інтересів: відсутній.

Внесок авторів:

Ніженковська І.В. – концепція і дизайн дослідження, написання та редагування тексту;

Бут І.О. – концепція і дизайн дослідження, збір та обробка матеріалу, написання тексту;

Ніженковський О.І. – збір матеріалу, написання тексту;

Проворова В.О. – концепція і дизайн дослідження, збір та обробка матеріалу, написання тексту.

Електронна адреса для листування з авторами: v.provorova@ntu.ua