



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

УДК 378.14:577

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.13895332>

Інформаційні технології як інструмент для вивчення біоорганічної і біологічної хімії в медичних закладах

Дікал Мар'яна Вікторівна

кандидат медичних наук, доцент доцент закладу вищої освіти кафедри біоорганічної і біологічної хімії та клінічної біохімії Буковинського державного медичного університету, 58002, м. Чернівці, вул. Латвійська 8-а, Україна,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8335-6237>

Ференчук Єлена Олександрівна

доктор філософії, доцент закладу вищої освіти кафедри біоорганічної і біологічної хімії та клінічної біохімії Буковинського державного медичного університету, 58002, м. Чернівці, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1928-6489>

Чернюх Оксана Григорівна

кандидат медичних наук, доцент доцент закладу вищої освіти кафедри біоорганічної і біологічної хімії та клінічної біохімії Буковинського державного медичного університету, 58002, м. Чернівці, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1624-2621>

Прийнято: 15.09.2024 | Опубліковано: 29.09.2024



***Анотація.** На сьогоднішній день поняття про інформаційно-комунікаційні технології та їх значення у сучасній освіті кардинально змінилося, різноманітні інструменти та інтернет-ресурси, щодня використовуються науковцями різних галузей та здобувачами освіти. Інформаційні технології допомагають у розширенні та вдосконаленні можливостей наукових та навчальних процесів, забезпечують всебічний розвиток фахівців різних галузей, формують взаємозв'язки між різними спеціалізаціями. У статті досліджено роль інформаційних технологій, як важливого інструменту для вивчення біоорганічної та біологічної хімії у медичних закладах. У статті розглянуто різноманітні цифрові ресурси та онлайн-платформи, такі як віртуальні лабораторії ChemCollective, Labster, інтерактивні 3D-моделі людського тіла BioDigital Human, симуляційні програми, онлайн-курси на платформах Coursera, EdX, Khan Academy Medicine, а також такі спеціалізовані ресурси як Lecturio Medical Education, Medscape та UpToDate. Такі інструменти допомагають глибшому розумінню студентами складних біохімічних процесів та розвивають навички критичного мислення. Показано як використання інформаційних технологій підвищує якість освіти, адже студенти мають можливість отримувати практичний досвід у умовах, максимально наближених до реальних. Визначено ключові переваги застосування цифрових технологій та інформаційних ресурсів у навчальному процесі. Зокрема, це: доступність, інтерактивність та можливість адаптації навчальних матеріалів до індивідуальних потреб кожного студента. У статті також обговорюються виклики та перспективи інтеграції сучасних цифрових рішень у навчальні програми медичних закладів. Для досягнення мети нашої роботи було проведено детальний аналіз сучасної наукової літератури та проаналізовано основні напрямки, а саме публікації у фахових педагогічних журналах та виданнях включених до наукометричних баз “Scopus”, “Web of Science”, “Google*



Scholar” щодо перспектив впровадження та використання інформаційних технологій у вищих навчальних медичних закладах.

***Ключові слова:** інноваційні технології, біохімія, віртуальні лабораторії, онлайн-курси, інтерактивні платформи, симуляції.*

Information technologies as a tool for studying bioorganic and biological chemistry in medical institutions

Mariana Viktorivna Dikal

PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Bioorganic and Biological Chemistry and Clinical Biochemistry, Bukovinian State Medical University, 58002, Chernivtsi, Latvijska Street 8-a, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8335-6237>

Yelena Oleksandrivna Ferenchuk

PhD in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Bioorganic and Biological Chemistry and Clinical Biochemistry, Bukovinian State Medical University, 58002, Chernivtsi, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1928-6489>

Chernyukh Oksana Hryhorivna

PhD in Medical Sciences, Associate Professor Department of Bioorganic and Biological Chemistry and Clinical Biochemistry Bukovinian State Medical University (Chernivtsi, Ukraine), ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1624-2621>

Abstract. The concept of information and communication technologies and their significance in contemporary education has fundamentally changed. Various tools and



internet resources are used daily by researchers across different fields and by learners. Information technologies help to expand and improve the possibilities of scientific and educational processes, ensuring the comprehensive development of specialists in various fields and forming connections between different specializations. This article explores the role of information technologies as a crucial tool for studying bioorganic and biological chemistry in medical institutions. The article examines various digital resources and online platforms, such as virtual laboratories like ChemCollective and Labster, interactive 3D models of the human body like BioDigital Human, simulation programs, online courses on platforms such as Coursera, EdX, Khan Academy Medicine, as well as specialized resources like Lecturio Medical Education, Medscape, and UpToDate. These tools contribute to a deeper understanding of complex biochemical processes by students and develop critical thinking skills. The article demonstrates how the use of information technologies enhances the quality of education, as students have the opportunity to gain practical experience in conditions closely resembling real ones. The key advantages of applying digital technologies and information resources in the educational process are identified, specifically: accessibility, interactivity, and the ability to adapt learning materials to the individual needs of each student. The article also discusses the challenges and prospects of integrating modern digital solutions into the curricula of medical institutions. To achieve the goals of our work, a detailed analysis of contemporary scientific literature was conducted, and key directions were analyzed, including publications in specialized pedagogical journals and publications included in scientometric databases such as "Scopus," "Web of Science," and "Google Scholar," regarding the prospects for the implementation and use of information technologies in higher medical education institutions.

Keywords: innovative technology, biochemistry, virtual laboratories, online courses, interactive platforms, simulations.



Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Розвиток сучасної медичної освіти є актуальною проблемою сьогодення і майже неможливий без використання інформаційні технологій, які стали не тільки зручним, а просто необхідним інструментом у освітньому процесі, адже електронні навчальні ресурси розширюють та вдосконалюють, а водночас і спрощують низку робочих та навчальних процесів та підвищують ефективність передавання та засвоєння знань. Вони відіграють важливу роль у всій сучасній освіті [1-5], і особливо у вивченні біоорганічної та біологічної хімії, яка є базовою дисципліною для студентів вищих навчальних медичних закладів. Надають численні переваги та можливості для покращення освітнього процесу, забезпечують доступ до сучасних методик і технологій здобування знань, що сприяє підвищенню ефективності засвоєння складного матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інформаційні технології дозволяють реалізовувати принцип диференційованого та індивідуального підходу до навчання [6-8] як для стаціонарного, так і дистанційного формату завдяки сучасним засобам зв'язку.

До основних переваг у використанні інформаційних технологій у вивченні біоорганічної та біологічної хімії є:

- доступ до широкого спектра навчальних ресурсів, таких як Medscape, Khan Academy Medicine, Coursera, EdX, Lecturio Medical Education на яких розміщені онлайн-курси, відеолекції, довідники, електронні підручники та наукові статті [9, 10]. Це дозволяє студентам глибше вивчати предмет, бути в курсі новітніх досліджень у галузі таких природничих наук, як біохімія, медична генетики;

- інтерактивність навчання та візуалізація, використовуючи інтерактивні елементи, такі як 3D-візуалізації, анімації та відео, що сприяють кращому



розумінню складних хімічних і біологічних процесів. Візуалізація біомолекул, процесів та їх взаємодія допомагає студентам краще зрозуміти структуру і функції цих об'єктів, їхню роль в організмі при вивченні метаболічних шляхів;

- персоналізація навчання, платформи для навчання, можуть бути адаптовані до індивідуальних потреб студентів, їх рівня підготовки та темпу навчання. Це дозволяє кожному студентові вчитися в зручному для нього темпі, зосереджуючись на самотійному вивченні тем, чи їх повторенні, якщо вони потребують додаткової уваги при підготовці до практичних занять чи іспиту;

- підвищення мотивації до навчання, завдяки використанню інформаційних технологій навчальний процес стає більш захопливим і інтерактивним, що підвищує мотивацію студентів до вивчення об'ємних та складних тем. Інтерактивні завдання, тести та ігрові елементи сприяють активній участі студентів у навчальному процесі [11, 12];

- можливість повторення, віртуальні інструменти дозволяють студентам повторювати експерименти та навчальні матеріали стільки разів, скільки це необхідно для повного розуміння теми, що сприяє глибокому засвоєнню знань та розвитку практичних навичок [13, 14];

- економічність, оскільки віртуальні лабораторії та сценарії, онлайн-курси, відеолекції, анімації, тестові та лабораторні завдання, інтерактивні підручники не потребують додаткових витрат і можуть повторно використовуватися у процесі навчання.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Інноваційна спрямованість діяльності викладачів, що включає створення, освоєння і використання інтерактивних нововведень на практичних заняттях у медичних університетах є одним із засобів підвищення якості підготовки спеціалістів у галузі медицини, і попри численні дослідження, залишаються



відкритими питання підбору та використання інноваційних інструментів для вивчення біоорганічної та біологічної хімії.

Формулювання цілей статті (постановка завдання).

Мета – висвітлити теоретико-методологічні і практичні аспекти впровадження інформаційних технологій для вивчення біоорганічної та біологічної хімії у медичних закладах.

Завдання: визначити ключові аспекти використання інформаційних технологій у освіті; описати та оцінити наявні методи та інструменти для вдосконалення занять з біоорганічної та біологічної хімії; проаналізувати основні інновації, що сприяють покращенню освітнього процесу та сформулювати рекомендації

Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням результатів. Для вивчення біоорганічної та біологічної хімії можуть використовуватися такі інструменти, як віртуальні лабораторії, програмне забезпечення для моделювання та візуалізації, онлайн-курси та навчальні платформи, мобільні додатки, симуляційне програмне забезпечення, електронні підручники та наукові бази даних [13-16].

Віртуальні лабораторії – це цифрові платформи, які імітують реальні лабораторні умови. Вони дозволяють студентам проводити експерименти, маніпулювати обладнанням та спостерігати за результатами в режимі реального часу. Існує багато платформ, що пропонують широкий спектр інтерактивних віртуальних лабораторій. Найпопулярніші з них це Labster, ChemCollective, PhET Interactive Simulations і BioDigital Human.

Такі навчальні інструменти надають студентам доступ до високоякісних ресурсів незалежно від їхнього місця знаходження, що є особливо важливим у сучасному світі з розвитком дистанційного навчання. Таким чином також студенти можуть здобувати важливий практичний досвід, без ризику для



здоров'я та з мінімальними витратами на ресурси. Інтерактивні та візуальні елементи роблять процес навчання більш захопливим, що сприяє підвищенню мотивації студентів і їх залученості до навчального процесу в зручному для студента темпі [17-19].

Наприклад, ChemCollective дозволяє студентам виконувати експерименти з біоорганічної і біологічної хімії без необхідності доступу до лабораторії, змішувати різні реагенти, спостерігати за хімічними реакціями, які притаманні різним класам органічних та неорганічних сполук, вимірювати рН, готувати розчини з певною концентрацією і виконувати інші завдання, пов'язані з лабораторною практикою. Ці завдання інтерактивні та часто супроводжуються візуальними підказками та схемами, що допомагають студентові краще зрозуміти та засвоювати складний матеріал із таких тем, як вивчення хімічної рівноваги, кінетики ферментативних процесів, основ термодинаміки, стехіометрії тощо.

Програмне забезпечення для моделювання та візуалізації на зразок PyMOL, Chimera та Jmol допомагають візуалізувати тривимірні структури молекул і біомолекул, а також їх взаємодії [19-22]. Зрозуміти та запам'ятати структуру амінокислот, простих та складних білків, нуклеїнових кислот, ліпідів, що важливо для розуміння складних біохімічних процесів на молекулярному рівні, тому візуалізація молекул у 3D-форматі дозволяє студентам розпізнавати просторові конфігурації і розуміти, як вони впливають на біологічні функції молекул, включаючи зв'язування лігандів та алостеричні ефекти. Інструменти моделювання можуть створювати анімації, що показують динамічні зміни в структурах молекул (наприклад, синтез ДНК, РНК, процес посттрансляційної модифікації білків, або молекулярні динамічні симуляції), що сприяє кращому розумінню механізмів молекулярних процесів.



Програмне забезпечення забезпечує інтерактивний підхід до навчання, дозволяє налаштовувати візуалізацію відповідно до конкретних навчальних або дослідницьких потреб, дозволяючи студентам самостійно працювати з молекулярними моделями, змінювати параметри візуалізації та проводити аналіз, що сприяє кращому розумінню матеріалу, а також сприяє розвитку навичок аналізу даних, критичного мислення і наукового дослідження, що є важливими для студентів, які планують проводити наукові дослідження. Крім того, такі програми, як Chimera і Jmol є безкоштовними, або можуть використовуватися на умовах відкритого програмного забезпечення, що робить їх доступними для широкого кола користувачів.

Використання програмного забезпечення для моделювання та візуалізації, такого як PyMOL, Chimera та Jmol, значно розширює можливості [2, 20] для вивчення біоорганічної та біологічної хімії, підвищуючи якість навчання та ефективність дослідницької роботи. Ці програми також можуть інтегруватися з іншими інструментами та додатками, вони є доступними на різних платформах (Windows, macOS, Linux), що забезпечує їхню гнучкість і зручність у використанні в різних навчальних і дослідницьких середовищах [15, 17].

Онлайн платформи, такі як Coursera, edX, Khan Academy, пропонують спеціалізовані курси з біоорганічної та біологічної хімії від провідних університетів в галузі медичної освіти. Це дає студентам можливість отримувати додаткові знання від провідних фахівців з усього світу [23, 24].

До прикладу, популярна онлайн-платформа Coursera [21] має кілька переваг для студентів медичних вузів, які вивчають цю складну дисципліну оскільки співпрацює з багатьма престижними університетами та науковими установами по всьому світу, такими як Стенфорд, Гарвард, Університет Каліфорнії, Сан-Франциско (UCSF) тощо. Це забезпечує студентам доступ до



високоякісних навчальних матеріалів, розроблених експертами в галузі біоорганічної хімії та медичних наук.

Навчання на даній платформі може проходити у індивідуальному темпі, що важливо для ефективного засвоєння складних концепцій біоорганічної хімії. Платформа також надає можливість повторно переглядати лекції та виконувати завдання, що допомагає глибше зрозуміти матеріал, студенти, які навчаються на Coursera [20, 16], можуть взаємодіяти з іншими студентами з усього світу через форуми та обговорення. Платформа зібрала різноманітні інтерактивні елементи, такі як віртуальна та доповнена реальність, відеолекції, інтерактивні тести, віртуальні лабораторії та практичні завдання, які можуть покращити розуміння складних біохімічних процесів через візуалізацію молекулярних структур і реакцій, які в них відбуваються у інтерактивному середовищі [12, 17]. Наприклад, процес окисного фосфорилування на внутрішній мембрані мітохондрій, або біосинтезу білка на рибосомах. Це допомагає студентам медичних вузів отримати цілісне розуміння біоорганічної хімії, закріпити теоретичні знання та розвинути практичні навички. Після завершення курсу студенти можуть отримати сертифікат від Coursera, який може бути визнаний їхніми медичними вузами або професійними організаціями. Це допомагає студентам підтвердити свою компетентність у біоорганічній хімії та поліпшити їхні академічні й професійні перспективи.

На сьогодні серед студентів великою популярністю користуються мобільні додатки на зразок Molecule 3D, Periodic Table, Chemistry by Design, які дозволяють студентам вивчати біохімію в інтерактивній формі на своїх мобільних пристроях. Загалом, ці інструменти сприяють кращому розумінню біохімії через інтерактивність, візуалізацію та практичну роботу, роблячи навчання більш ефективним і захоплюючим [14, 26]. Вони роблять вивчення



складних хімічних процесів доступнішим і зрозумілішим, що сприяє глибшому засвоєнню знань.

Використання симуляційних технологій [8, 27] для моделювання хімічних реакцій, біохімічних шляхів перетворень, візуалізацію молекулярних структур та моделювання біомолекул є також одним із перспективних методів інтерактивного навчання, оскільки такі програми, як Visual Molecular Dynamics, GROMACS, AMBER, CellDesigner, PyMOL дозволяють краще зрозуміти, які зміни відбуваються в клітині, причини та механізми розвитку порушень метаболічних процесів і як наслідок виникнення різноманітних патологій та захворювань.

При роботі зі студентами нами було позитивно оцінено можливість використання лабораторних сценаріїв ChemCollective, які не лише стимулюють у студентів розвиток логічного та креативного мислення, але й дозволяють застосовувати теоретичні знання у віртуальній практиці в ігровій безпечній формі у будь-який час: під час аудиторних чи дистанційних занять, при підготовці домашніх завдань чи *в укритті під час повітряної тривоги*. Залучення студентів до навчання таким чином є високим та ефективним – зростає інтерес до навчання, з'являється розуміння особливостей перебігу хімічних реакцій, створення кислотно-основного балансу, бонусом – покращується володіння англійською мовою [18].

PhET Interactive Simulations дозволяє демонструвати та створювати разом зі студентами 3D моделі молекул, що допомагає в поясненні та розумінні складного матеріалу, особливо для першокурсників, яким важче засвоювати новий матеріал. На платформі є розробка для візуального доповнення тем по регуляції експресії генів, які ми використовували в якості практичного закріплення матеріалу. Вважаємо, що спроектована за допомогою інтерактивних ресурсів спільна діяльність на парі допомагає студентам згуртуватися у



вирішенні завдань та допомагає набувати досвіду колективної праці, що посилює закріплення знань та прагнення до них. Студенти активно обговорюючи практичні, хоча й віртуальні, завдання розвивають мислення та набувають глибшого розуміння тем.

Проте необхідно пам'ятати про те, що інформаційні технології мають низку недоліків, таких як ризики для конфіденційності та безпеки, залежність від Інтернету, соціальна ізоляція, економічні нерівності, етичні проблеми та необхідність постійного оновлення, а також потреба в безперебійному електропостачанні, що є наразі однією із актуальних проблем в Україні в умовах військової агресії російського окупанта.

Висновки. Удосконалення й модернізація системи підготовки медичних працівників у вищих навчальних закладах України є важливою науково-освітньою задачею, і використання інноваційного науково-освітнього середовища передбачає якісні оновлення форм навчання через органічні поєднання класичних методів викладання з інноваційними, що дозволить забезпечити універсальність, гнучкість та ефективність сучасного навчального процесу.

Використання інформаційних технологій у процесі вивчення біоорганічної та біологічної хімії в медичних закладах дасть значні переваги: покращить процес навчання, дозволить персоналізувати освіту, адаптуючи її до індивідуальних потреб студентів. Використання віртуальних лабораторій, симуляційних програм та онлайн-курсів сприяє глибшому розумінню біохімічних процесів і розвитку навичок критичного мислення. Однак, для максимального використання цих технологій необхідно ретельно враховувати виклики їх впровадження, такі як забезпечення доступу до надійних цифрових ресурсів та надання відповідної підготовки викладачам. Продовження досліджень і адаптація цих інструментів будуть важливими для подальшого



розвитку медичної освіти, широкої та фундаментальної підготовки студентів до складностей сучасної системи охорони здоров'я.

Список використаних джерел

1. Green L.M. Case Studies on the Implementation of Digital Laboratories in Medical Chemistry Education. *Journal of Medical Education Research*. 2021. Vol.12. P. 56-67.
2. Understanding the Role of Digital Technologies in Education: A review / P. A. Haleem et al. *Sustainable Operations and Computers*. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
3. Пугач В. М. Сучасні освітні платформи для дистанційного навчання. *Наукові інновації та передові технології*. 2023. № 13(27). С. 811–823. <http://perspectives.pp.ua/index.php/nauka/article/download/7275/7316>
4. Генсерук Г., Бойко М., Мартинюк С. Цифрові інструменти комунікації в освітньому процесі закладу вищої освіти. *Наукові записки*. 2022. № 1. С. 32–39. DOI : 10.25128/2415-3605.22.1.4
5. Бредньова В., Кошарська Л., Levitskiy A. Роль цифрових технологій у сучасній системі вищої освіти. *Вісник Одеського національного морського університету*. 2021. №66. С. 102-116. <https://doi.org/10.47049/2226-1893-2021-3-102-1164>.
6. Гевко І., Невмержицька О. Роль інформаційно-комунікаційних технологій в сучасній концепції дистанційного навчання. *Молодь і ринок*. 2019. №2 (169). С.41-45.
7. Гуревич Р., Кадемія М., Опушко Н., Ільніцька Т., Плахотнюк Г. Роль цифрових технологій навчання в епоху цивілізаційних змін. *Modern Inform. Techn.s and Inn*. 2021. №62. С. 28-38. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-62-28-38>



8. Clark E. F. The Use of Interactive Simulations in Teaching Organic Chemistry. Education in Chemistry. 2019. Vol. 56. P. 45-57.
9. Гриневич Л., Морзе Н., Вембер В., Бойко М. The role of digital technologies in the development of the STEM education ecosystem. *Інформ. Техн. і засоби навч.* 2021. №83 (3). С.1-25.
<https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/4461>
10. Замрозович-Шадріна С., Юденкова О., Антощук С. Навички майбутнього в процесі професійної підготовки майбутніх фахівців: як цифровізація змінює вимоги до освіти. *Актуальні питання гуманітарних наук.* 2024. №2(71). С. 216-221. http://www.apnhjournal.in.ua/archive/71_2024/part_2/35.pdf
11. Александров, О. А., Бойко, Н. В. Сучасні технології у викладанні хімії: віртуальні лабораторії. - Київ: Видавництво НПУ ім. М. Драгоманова. 2021. - 320 с.
12. Петров, В. М. Моделювання біохімічних процесів: інноваційні підходи у віртуальних середовищах. - Харків: Освіта України, 2020. - 250 с.
13. Zhang, Y., & McLaughlin, J. E. (2019). Virtual laboratories in undergraduate science and engineering education: A review and case study. *Computers & Education.* 2019. № 134. Pp.1-15. <https://doi:10.1016/j.compedu.2019.02.014>
14. Чорна, Л. М., Сидоренко, В. Г. Віртуальні лабораторії в освіті: приклади використання в біохімії та молекулярній біології. - Одеса: ОНУ ім. І. І. Мечникова, 2022. - 275 с.
15. Magana, A. J., & Silva, A. (2020). The effectiveness of virtual laboratories in engineering education: A systematic review. *Journal of Engineering Education,* 109(1), 1-20. <https://doi:10.1002/jee.20318>



16. Сидоренко, М. П. Інноваційні методи навчання у вищій школі: використання віртуальних лабораторій. - Вінниця: ВДПУ ім. М. Коцюбинського, 2021. - 290 с.
17. Wang, Q., & Zhu, X. Virtual and Remote Labs in STEM Education: A Review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2019. №12(4). P. 490-499. <https://doi:10.1109/TLT.2019.2931815>
18. https://chemcollective.org/scenario_based
19. Іванова, О. В. Роль комп'ютерних технологій у формуванні професійної компетентності медичних студентів. - Дніпро: ДНУ ім. Олеся Гончара, 2021. - 300 с.
20. Ляшенко, О. В., Коваленко, Н. П. Сучасні інформаційні технології у викладанні хімії: віртуальні лабораторії та симуляції. - Київ: Наукова думка, 2018. - 240 с.
21. <https://www.coursera.org/>
22. K. MacCallum, D. Parsons Teacher perspectives on mobile augmented reality: the potential of metaverse for learning. *World conference on mobile and contextual learning*. 2019. pp. 21-28.
23. Mora, C. E., Signes-Pont, M. T., & Fuster-Guilló, A. Virtual reality in education: A case study in chemistry. *Virtual Reality*. 2019. №23(4). p. 447-460. <https://doi:10.1007/s10055-019-00412-w>
24. Taraban, R., & McKenney, C. Virtual Laboratories in Undergraduate Chemistry Education. *American Chemical Society Symposium Series*, 2020. 1339, pp. 121-139. <https://doi:10.1021/bk-2020-1339.ch007>
25. Торонченко О. М., М'якінькова Л. О. Використання симуляційних технологій у системі підготовки студентів закладів вищої медичної освіти. Сучасна медична освіта: методологія, теорія, практика: *матеріали Всеукр. навч.-наук. конф. з міжнар. участю*, м. Полтава, 19 березня 2020 р.



Полтава,

2020.

С.225–226.

<http://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/14212>

26. Ковальова О. М. Впровадження симуляційних технологій навчання в медичну освіту. Неперервна професійна освіта: теорія і практика. *Педагогічні науки*. 2019. №1 (58). С. 36 - 41.
<https://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/23836>
27. Чеушева Г., Шавель Х., Голуб О. Вплив онлайн-освіти на здоров'я та фізичний розвиток здобувачів освіти. *Перспективи та інновації науки*. 2023. №13(31). С. 395 - 408. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-13\(31\)-395-408](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-13(31)-395-408)
28. Аналіз досвіду симуляційного навчання у формуванні готовності майбутніх лікарів до практичної діяльності / С. Бичков та ін. *Актуальні проблеми сучасної медицини*. 2022. № 9. С.5–11.
<https://doi.org/10.26565/2617-409X-2022-9-01>