

УДК 378.147.091.39:615.011]:004.9
DOI <https://doi.org/10.32782/eddiscourses/2024-1-5>

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ПЛАТФОРМ EDPUZZLE, PADLET, КАНООТ І LABSTER У ФАРМАЦЕВТИЧНІЙ ОСВІТІ

Ніженковська Ірина Володимирівна,
доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри хімії ліків та лікарської токсикології,
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
ORCID: 0000-0001-5065-3147

Проворова Вероніка Олександрівна,
асистент кафедри хімії ліків та лікарської токсикології,
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
ORCID: 0009-0005-6612-6735

Пандемія Covid-19 та війна в Україні суттєво вплинули на освітній процес та внесли значні корективи як для студентів, так і для викладачів. З початку пандемії студенти перейшли на дистанційний формат навчання, а нині під час війни змішана (аудиторно-дистанційна) форма стала пріоритетною для багатьох закладів вищої освіти. Враховуючи стрімкий розвиток інформаційних технологій із метою підвищення результатів навчання освітня збільшують рівень мотивації студентів при вивченні різних дисциплін, у тому числі і дисциплін фармацевтичного профілю, використовуючи при цьому як традиційні, так і сучасні цифрові інструменти. Незважаючи на широке використання онлайн-сервісів для навчання в усьому світі, досі існує потреба у кращій обізнаності викладачів у новітніх освітніх платформах.

У даній статті схарактеризовані та проаналізовані літературні джерела щодо інтерактивних платформ Edpuzzle, Padlet, Kahoot і Labster та можливості їх використання у фармацевтичній освіті, окреслені переваги та недоліки наведених сервісів, приклади їх використання при викладанні дисциплін різного профілю науковцями з різних країн світу. Окрема увага була присвячена використанню даних платформ у медичній та фармацевтичній освіті. Наведені ресурси відрізняються за своїм функціоналом та призначенням, проте усі вони можуть бути використані викладачами при підготовці та проведенні лекційних, практичних (лабораторно-практичних), семінарських занять тощо. Цифрові сервіси Edpuzzle, Padlet та Kahoot є універсальними, тобто можуть бути використані як для теоретичних, так і для практично-орієнтованих дисциплін. Особливої уваги заслуговує ресурс Labster, спрямований на вивчення та краще засвоєння матеріалу для природничих/клінічних дисциплін за рахунок наявності великої кількості віртуальних лабораторій (симуляцій), що вирізняє його серед інших сервісів. За допомогою даної платформи здобувачі освіти можуть покращувати практичні навички, що особливо важливо для студентів фармацевтичного факультету.

Актуальним аспектом залишається питання правильного адаптування того чи іншого цифрового інструменту під потреби конкретної дисципліни. Враховуючи результати літературного пошуку, буде проводитися наукове дослідження щодо адаптування та ефективного використання даних освітніх ресурсів для хімічних дисциплін фармацевтичного профілю та оцінка їхнього впливу на результати навчання студентів.

Ключові слова: фармацевтична освіта, магістри фармації, інформаційні технології, цифрові засоби навчання, хімічні дисципліни.

Nizhenkovska Iryna, Provorova Veronika. Characteristics and possibilities of using interactive platforms Edpuzzle, Padlet, Kahoot, and Labster in pharmaceutical education

The pandemic Covid-19 and the war in Ukraine significantly affected the educational process and made considerable adjustments for both students and teachers. Since the beginning of the pandemic, students have switched to the distance learning format, and now, during the war, the mixed (auditory-distance) form became a priority for many higher education institutions. Taking into account the rapid development of information technologies in order to improve learning results, educators increase the level of motivation of students when studying various disciplines, including the discipline of the pharmaceutical profile, using both traditional and modern digital tools. Despite the widespread use of online learning services worldwide, there is still a need for better awareness of teachers in the latest educational platforms.

This article characterizes and analyzes literary sources on interactive platforms Edpuzzle, Padlet, Kahoot, and Labster and the possibility of their use in pharmaceutical education, outlines the advantages and disadvantages of the above services, examples of their use in teaching disciplines of various profiles by scientists from different countries of the world. Special attention was paid to the use of these platforms in medical and pharmaceutical education. The given resources differ in their functionality and purpose but all of them can be used by teachers when preparing and conducting lectures, practical (laboratory-practical), seminar classes, etc. Edpuzzle, Padlet, and Kahoot digital services are universal, that is, they can be

used for both theoretical and practically oriented disciplines. The Labster resource deserves special attention which is aimed at studying and better assimilation of material for natural/clinical disciplines due to the presence of a large number of virtual laboratories (simulations) that distinguishes it from other services. With the help of this platform, education seekers can improve their practical skills, which is especially important for students of the Faculty of Pharmacy.

The issue of the correct adaptation of this or that digital tool to the needs of a specific discipline is a relevant aspect. Taking into account the results of the literature search, a scientific study will be conducted on the adaptation and effective use of these educational resources for chemical disciplines of the pharmaceutical profile and evaluation of their impact on student learning outcomes.

Key words: pharmaceutical education, Masters of Pharmacy, information technologies, digital learning tools, chemical disciplines.

Актуальність проблеми. У працях вітчизняних науковців висвітлені різні аспекти викладання дисциплін галузі знань «Охорона здоров'я», зокрема окреслені тенденції та дидактичні аспекти професійної підготовки фахівців із фармації [1; 2;], описане технологічно-орієнтоване навчання [3] та технологічно-конструктивістське середовище для студентів-фармацевтів [4], організація дистанційного навчання під час карантину Covid-19 [5; 6], схарактеризована цифрова складова професійної компетентності магістрів фармації при змішаному форматі навчання [7]. Для студентів фармацевтичного факультету детально описані засади реалізації компетентнісного підходу у навчанні хімічних дисциплін [8], теоретико-методичні засади професійно-орієнтованого навчання [9], педагогічні технології формування фахової комунікативної компетентності [10], інформативної компетентності [11], розроблені методики навчання аналітичної хімії [12], мікробіології, вірусології та імунології [13], фармацевтичної термінології, ботанічної і хімічної номенклатур [14], фармакоеконіміки [15], організації самостійної роботи з органічної хімії [16] тощо. Проте розвиток інформаційних технологій в Україні стрімко змінюється, а з ним піддається змінам і освіта. Традиційні методи навчання доповнюються новими, більш сучасними та інтерактивними. Тож актуальним питанням для викладачів в галузі «Охорона здоров'я» залишається розвиток зацікавленості, мотивації та максимальної концентрації уваги студентів. У сучасній освіті це можливо зробити завдяки новим платформам, призначеним для різних цілей у навчанні.

Мета. Охарактеризувати і проаналізувати інтерактивні платформи Edpuzzle, Padlet, Kahoot і Labster та можливості їх використання у фармацевтичній освіті, окреслити переваги та недоліки наведених сервісів, приклади їх використання при викладанні дисциплін різного профілю науковцями з різних країн світу, зокрема хімічних дисциплін/дисциплін галузі знань «Охорона здоров'я».

Матеріали та методи. Бібліосемантичний метод, метод системного аналізу, аналіз науково-методичної, психолого-педагогічної та навчальної літератури.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктами нашого дослідження стали найбільш популярні платформи, якими користуються студенти та викладачі в усьому світі при викладанні різних дисциплін, у тому числі фармацевтичного профілю.

Edpuzzle. Edpuzzle – це онлайн-платформа, на якій викладачі можуть змінювати відео, додаючи до нього запитання, коментарі тощо та відстежувати динаміку результатів навчання кожного студента [17]. Інтерфейс програми представлений на рисунку 1.

На офіційному сайті платформи серед переваг відео-навчання зазначені наступні: наочність, самостійний темп, гнучкість, розділення на мікроуроки. Серед позитивних сторін платформи розробники зазначають: інтерактивність, студентоорієнтованість та управління даними. Окрім того, привертає увагу можливість створення якісних занять для різних дисциплін, захист приватності студентів, стандартизований вміст, можливість отримання детальних даних. Згідно з наведеною на сайті інформацією, додатком користуються 2,6 млн викладачів у 190 країнах світу. Офіційно платформа була заснована у 2013 році. Наразі має офіси у Сан-Франциско та Барселоні [18]. Інші автори [17] зазначають такі переваги платформи: більш захоплюючий та інтерактивний досвід навчання у порівнянні з традиційними текстовими матеріалами; візуалізація складних концепцій чи процесів; можливість для студентів зупинити відео, переглядати його необхідну кількість разів. Серед недоліків даної програми науковці зазначають про негайний зворотній зв'язок у разі обрання здобувачем освіти неправильної відповіді серед кількох можливих варіантів, що може негативно вплинути на здатність останніх аналізувати та виправляти свої помилки.

Приклади використання платформи різноманітні. Так, при застосуванні додатку Edpuzzle

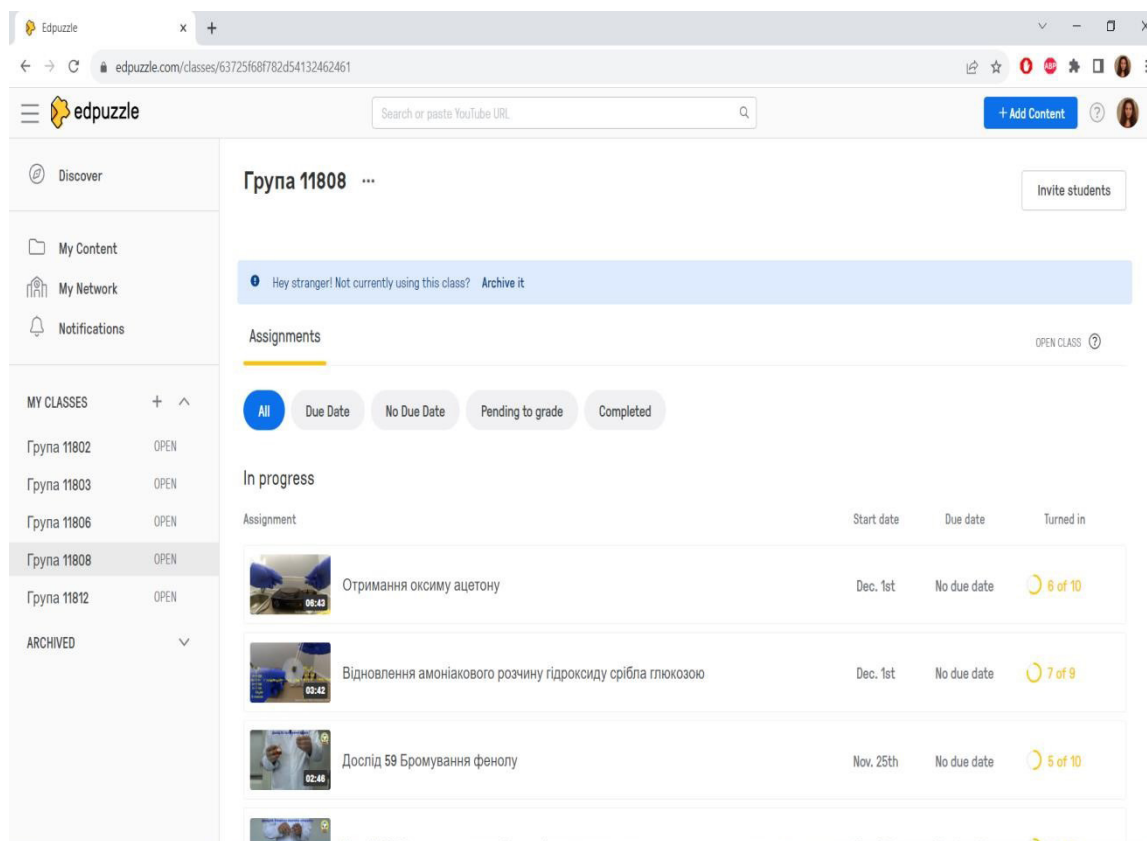


Рис. 1. Інтерфейс програми Edpuzzle

у старших класах середньої школи при вивченні хімії (тема «Електроліти та неелектроліти») були отримані позитивні результати щодо якості навчання студентів, що підтверджено когнітивними досягненнями та спостереженнями за психомоторною та афективною сферами [19]. Для підвищення ефективності навчання з біохімії 10 відео з платформи Edpuzzle були введені до навчальної програми. Платформа допомогла залучити студентів до опанування матеріалу перед лабораторними заняттями (передлабораторна підготовка), що, зрештою, привело до покращення роботи в лабораторних умовах. На думку авторів [20], серед переваг використання Edpuzzle в біохімічній лабораторії для студентів є: зменшення когнітивного навантаження, більш ефективний перегляд, миттєвий зворотній зв'язок.

Створення вмісту Edpuzzle при вивченні полімерних матеріалів показало, що платформа допомогла у покращенні навичок студентів розв'язувати проблеми та є досить ефективною в онлайн-навчанні. Даний ресурс сприяє вчитися за допомогою відео відповідно до швидкості сприйняття і реагування. У свою чергу викладач може редагувати відео на власний розсуд та аналізувати дані, отримані від студентів [21]. На думку Surya

Pulukuri та Vinyomin Abrams [22], сервіс добре підходить для викладання хімії у вищій школі. Платформа має функцію вбудованого редактора рівнянь, що допомагає створювати хімічні рівняння, формули тощо. Окрім того, хімічні структури можуть бути включені у вигляді хімічних зображень. На думку Dr. T. Jeyalatha [23], Edpuzzle є чудовим інструментом для створення інтерактивного відео за допомогою аудіо та запитань у моделі «перевернутого навчання» та забезпечить більш індивідуалізований досвід навчання для студентів.

Квазіекспериментальне дослідження, спрямоване на визначення відмінностей у навичках критичного мислення, показало підвищення цих навичок у здобувачів освіти із застосуванням моделі «проблемного навчання» за допомогою платформи Edpuzzle [24]. Ще одне дослідження для учнів 9 класу довело, що використання даної освітньої технології є ефективним у вивченні біології у середній школі та рекомендує вчителям природничих наук використовувати наведений сервіс як альтернативу традиційним методам навчання [25]. У той же час є літературні дані, що здібності студентів до математичного представлення не покращилися за допомогою даної програми через

потребу в додатковим можливостях підтримки навчання при використанні даної платформи [26].

Padlet. Padlet – це мультимедійна онлайн-стіна, що дозволяє викладачу та студентам взаємодіяти в реальному часі та може бути використана для колаборативного навчання [27]. Інтерфейс програми представлений на рисунку 2.

На офіційному сайті зазначені основні переваги даної програми, а саме: швидке виконання завдань, можливість співпрацювати особисто чи дистанційно, безпечне залучення користувачів, уся інформація знаходиться в одному місці, студенти мають вибір, уникання перевантаження технологіями, просте підключення та керування, можливість інтеграції з іншими застосунками, можливість використання на будь-якому девайсі, гарний дизайн за замовчуванням [28]. Серед інших переваг цифрового сервісу виділяють: легкість у використанні, миттєва співпраця, мультимедіа та мобільність [27]. За допомогою даного сервісу студенти мають можливість не тільки переглядати матеріал, але й працювати над ним разом [23].

Дослідження з використанням платформи Padlet при вивченні генетики учнями 11 класу окреслює потенціал використання ресурсу для посилення поведінкової участі студентів, сприяння співпраці та обміну знаннями. Автори зазначають про можливість застосування цієї платформи для вивчення більш складних тем студентами, які вивчають біологічні дисципліни [29]. Описано, що Padlet покращує навички учнів

у співпраці, творчості та залучає їх до навчання, хоча з початку створення сервіс не був пристосований саме для освітніх цілей. Існує інформація про сервіс як про можливий адаптивний креативний педагогічний підхід для покращення викладання. Інтеграція даного інструменту при викладанні природничих дисциплін дозволила залучити осіб, що навчаються, у віртуальні інтерактивні сесії, підвищити рівень уваги, інтересу та залученості, що зробило навчання більш змістовним та значущим [30].

Згідно з думкою Guillermo Díaz-Sainz та інших авторів [31], дана платформа має низку переваг: доступність різних мов, сумісність із різними форматами файлів, можливість експорту інформації у різні формати. Є інформація про корисність використання сервісу для навчання хімічної інженерії як педагогічного інструменту. Платформа належить до категорії ресурсів для поширення контенту. Описане комплексне дослідження, у ході якого студенти поширювали інформацію за допомогою візуальної платформи Padlet. Згідно з відповідями опитаних студентів, рівень складності використання даного сервісу становив 1.4 із 5 можливих, де 1 – легко користуватися, а 5 – складно [32]. На думку Inma Beltrán-Martín [27], ресурс можна використовувати для залучення до збору дослідницьких ресурсів, колаборації навичок та отримання знань за допомогою онлайн-діалогу, когнітивної продуктивності у вигляді брейнштормінгу, гнучкості часу та простору (ресурси класу, щоденник класу та FAQ). Результати вико-

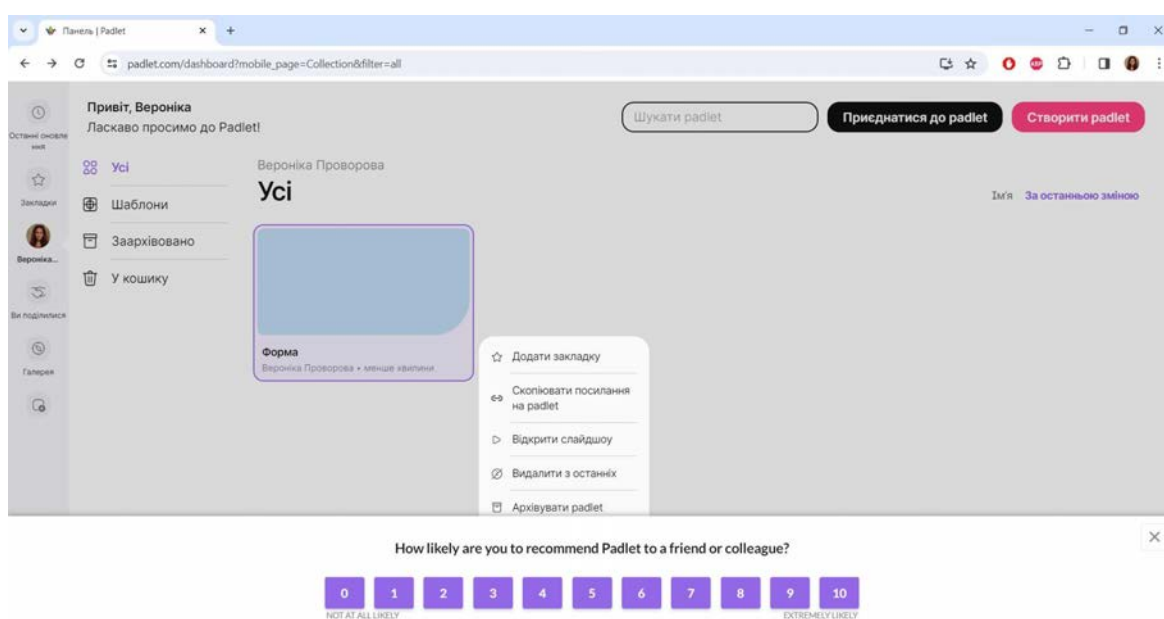


Рис. 2. Інтерфейс програми Padlet

ристання даного ресурсу свідчать про те, що студенти були досить задоволені даним сервісом.

Згідно з дослідженням Fauzul Etfita та інших авторів [33], опитані студенти серед переваг програми підкреслили можливість навчатися будь-де, взаємодіючи між собою за її допомогою, унаслідок чого розвивалася впевненість у собі та мотивація до навчання; простоту у використанні додатку. У статті наведені дані інших дослідників, які стверджують, що використання Padlet для створення невеликих навчальних спільнот допомогло розвинути знання, психологічну та когнітивну активність. Сервіс можна використовувати як для розробки спільних проєктів, так і для самостійного навчання.

Kahoot. Kahoot – платформа для створення вікторин, дискусій та опитувань на основі гри [34]. Програма була заснована у 2012 році Morten Versvik, Johan Brand і Jamie Brooker, які у спільному проєкті з Норвезьким університетом науки і технологій (NTNU) об’єдналися з професором Alf Inge Wang, а пізніше до них приєднався підприємець Åsmund Furuseth. Технологія заснована на дослідженнях, проведених співзасновником Morten Versvik. Інтерфейс програми представлений на рисунку 3.

У 2013 році Kahoot став відкритим для користувачів [35; 36] і наразі має 70 млн активних унікальних користувачів щомісяця [37] та 24 млн активних користувачів за останні 12 місяців. Використовується більше ніж в 200 країнах та регіонах і в багатьох закладах вищої освіти по всьому світу, включаючи 97% з 500 найкращих університетів світу. Серед цінностей розробники підкреслюють грайливість, допитливість та всеохопленість [36]. Належить до категорії платформ для тестування студентів, є відомим інструментом, сертифікованим Education Alliance Finland [31].

Квазіекспериментальне дослідження для учнів 10 класу продемонструвало, що використання онлайн-ігор Kahoot було ефективне для підвищення мотивації при вивченні хімії [38]. Опитування студентів фармацевтичного факультету Ісламського університету Аласмарія (Лівія) окреслило сприйняття студентами даного сервісу за допомогою анкетування. Використання платформи охоплювало не весь курс, а лише його частину, проте відповіді опитаних про наведений сервіс були позитивними [34].

Є досвід використання даного застосунку при вивченні біології (Advanced Placement Biology), що також продемонструвало позитивний ефект

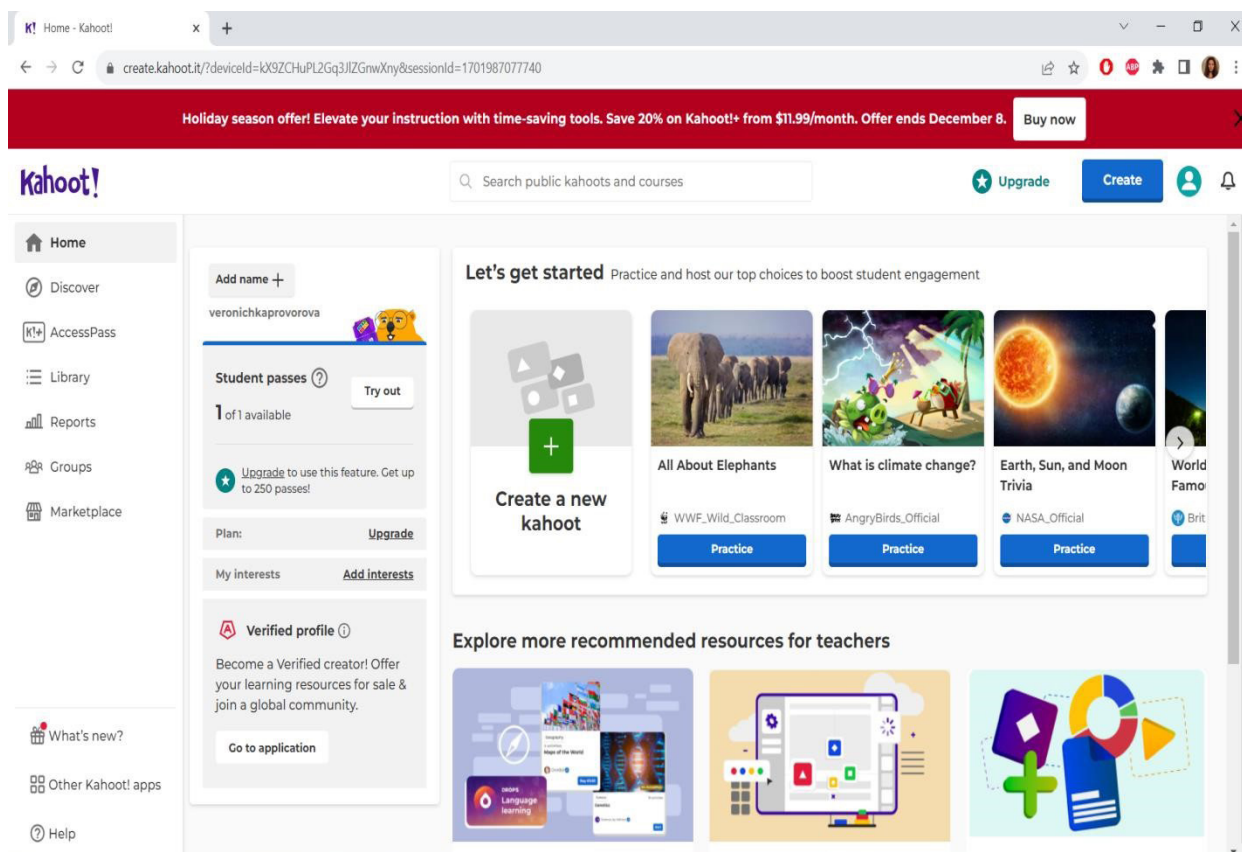


Рис. 3. Інтерфейс програми Kahoot

як серед студентів, так і викладачів [39]. Дослідження використання гри Kahoot показує значну різницю в розумінні математичних концепцій (математичних символів) до та після використання медіа-ігор Kahoot [40]. Серед недоліків дослідники виділяють те, що безкоштовна версія обмежена типами завдань із закритою відповіддю («правда/неправда», «так/ні» або кілька варіантів відповіді) [34].

Labster. Labster – програма з віртуальними лабораторіями (науковими симуляціями), де студенти мають змогу виконувати експерименти через 3D-вимір. Програма була запущена у 2011 році та пропонує симуляції з хімії, біології, фізики, медицини, інженерії, біохімії, екології, еволюції, біотехнології, генетики, фізіології, нутриціології тощо. Приклад симуляції наведено на рис. 4.

Симуляції з хімії включають концепції про матерію, кислотність-основність, будову атома, хімічні зв'язки, титрування, основи органічної хімії, види органічних реакцій тощо. Цільовою аудиторією є учні старших класів середньої освіти та бакалаври [41]. Серед переваг платформи, що відрізняють її від інших, розробники зазначають:

персоналізоване навчання, платформа створена науковцями, є реалістичною. Згідно з офіційним сайтом, Labster пропонує більше ніж 300 симуляцій для вищої освіти, зокрема з біології – більше 190 симуляцій, хімії – більше 100, з фізики – більше 40. Результати студентів із низьким рівнем знань після використання Labster покращувалися на 24%, а 90% студентів погодилися, що Labster надає можливості для додаткової лабораторної практики [42]. Отже, віртуальні лабораторії не можуть забезпечити такий же реальний досвід і навички, як реальні лабораторії з сучасними технологіями, проте вони є ефективними інструментами для дистанційного навчання [43], особливо при надзвичайних станах, таких як пандемія Covid-19 чи війна в Україні.

Згідно з данськими авторами Lisbeth Elvira de Vries та Michael May [44], лабораторне моделювання (симуляції) є корисним доповненням до традиційної навчальної діяльності та допомагає студентам поєднувати теорію та практику в лабораторіях, візуалізувати молекулярні процеси, сприяє підвищенню інтенсивності навчання, але можливе виникнення деяких технічних проблем. Загалом, симуляції можуть допомогти студенту



Рис. 4. Приклад віртуальної симуляції (взято з сайту <https://www.labster.com/>)

краще зрозуміти теорію, а згодом виконати практичні процедури в реальній лабораторії.

Серед переваг віртуальної хімічної лабораторії дослідники з Нігерії Faruku Aliyu та Corrienna Abdul Talib виділяють: гнучкість, множинний доступ, миттєвий зворотній зв'язок [45]. Є дані, що надають інформацію про застосування симуляцій як передлабораторної діяльності в семестрі з мікробіології для студентів бакалаврату. Варто зазначити, що Labster інтегрується з багатьма системами керування навчанням (LMS), включаючи Canvas, Blackboard і Google classroom [46]. Дослідження в Університеті Турку та Каролінському інституті (University of Turku and Karolinska Institutet) у 13 курсах біомедицини/науки про життя показують, що студенти відчули помірне підвищення мотивації та інтересу до змісту курсу при використанні цифрових лабораторій як доповнення до свого навчання [47].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Зазначені у статті сервіси мають різне призначення та функціонал, проте всі вони потенційно можуть бути використані в навчальних цілях у фармацевтичній освіті з правильним адаптуванням для хімічних дисциплін фармацевтичного профілю. Платформи Edpuzzle, Padlet і Kahoot є універсальними та можуть бути використані для вивчення базових (органічна, неорганічна, аналітична, біологічна хімія), та професійно-орієнтованих (фармацевтична, токсикологічна хімія) хімічних дисциплін. Натомість сервіс Labster більш конгруентний для хімічних дисциплін, на яких ґрунтується фармацевтична освіта. Перспективами подальших досліджень є вивчення наведених цифрових інструментів на практиці та оптимізація їх використання з урахуванням літературних даних на прикладі дисциплін фармацевтичного профілю та оцінка їхнього впливу на результати навчання студентів.

Список літератури:

1. Pelo I.M., Reva T.D., Nizhenkovska I.V., Kozak N.D., Konovalova L.D. Trends in the professional training of pharmacy specialists in Ukraine. *Medychni perspektvy*. 2020. 25 (3). P. 4–8. DOI: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2020.3.214543>.
2. Tetiana Reva, Iryna Nizhenkovska, Olena Holik. Didactical aspects of professional training of future masters of pharmacy students. *CBU International Conference Proceedings*. 2019. Vol 7. P. 606–610. DOI: <https://doi.org/10.12955/cbup.v7.1426>.
3. Nizhenkovska I.V., Reva T.D., Chhalo O.M., Golovchenko 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. No 6. P. 111–126. DOI: <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.6.7>.
4. Afanasenko O.V., Nizhenkovska I.V., Holovchenko O.I., Glushachenko O.O. Technology-enhanced constructivist learning environment for pharmacy students. *Pharmacy Education*. 2022. 22 (1). P. 778–787. DOI: <https://doi.org/10.46542/pe.2022.221.778787>.
5. Iryna Nizhenkovska, Olena Kuznetsova, Violetta Narokha. Organising distance learning for Master's in Pharmacy in Ukraine during COVID-19 quarantine. *Pharmacy Education*. 2020. 20 (2). P. 59–60. DOI: <https://doi.org/10.46542/pe.2020.202.5960>.
6. 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. 8 (4). P. 769–781. DOI: <https://doi.org/10.12973/ijem.8.4.769>.
7. Nizhenkovska Iryna, Reva Tetiana, Kucherenko Inna, Stuchynska Natalia, Konovalova Liudmyla. Digital Component of professional competence of Masters of Pharmacy in the framework of Blended learning. *Arch Pharm Pract*. 2021. 12 (1). P. 98–102. DOI: <https://doi.org/10.51847/avsEptmZsN>.
8. Рева Т.Д. Теоретико-методичні засади реалізації компетентнісного підходу у навчанні хімічних дисциплін майбутніх провізорів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (медичні та фармацевтичні дисципліни)». Київ, 2018. 44 с.
9. Філіппова Л.В. Теоретико-методичні засади професійно орієнтованого навчання хімічних дисциплін майбутніх магістрів фармації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук: 13.00.02 «Теорія та методика навчання (медичні та фармацевтичні дисципліни)». Київ, 2021. 39 с.
10. Коломієць Т.В. Педагогічні технології формування фахової комунікативної компетентності студентів фармацевтичних спеціальностей у закладах вищої освіти: дис. ... доктора філософії: за спеціальністю 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями). Київ, 2020. 245 с.
11. Кучеренко І.І. Формування інформатичної компетентності майбутніх магістрів фармації в умовах дистанційного навчання: дис. ... доктора філософії: 011 «Освітні, педагогічні науки». Київ, 2021. 316 с.
12. Чхало О.М. Методика навчання аналітичної хімії студентів фармацевтичних спеціальностей з використанням інформаційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата пед. наук: 13.00.02 «Теорія та методика навчання (медичні та фармацевтичні дисципліни)». Київ, 2019. 24 с.
13. Клос Л.М. Методика дистанційного навчання мікробіології, вірусології та імунології майбутніх магістрів фармації: дис. ... доктора філософії: 011 «Освітні, педагогічні науки». Київ, 2021. 231 с.
14. Благун С.С. Методика навчання фармацевтичної термінології, ботанічної і хімічної номенклатур із використанням інтерактивних технологій: дис. ... доктора філософії: 011 «Освітні, педагогічні науки». Київ, 2021. 226 с.

15. Коновалова Л.В. Методика навчання фармакоелектрофізіології у процесі підготовки майбутніх провізорів у закладах вищої медичної освіти: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.02 «Теорія та методика навчання (медичні та фармацевтичні дисципліни)». Київ, 2019. 258 с.
16. Головченко О.І. Методика організації самостійної роботи майбутніх магістрів фармації з органічної хімії засобами дистанційного навчання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата пед. наук: 13.00.02 «Теорія та методика навчання (медичні та фармацевтичні дисципліни)». Київ, 2020. 20 с.
17. Ong Ace Hong a/p Ong Long, Noor Dayana Abd Halim, Mohd Fadzil Abdul Hanid. A Review on The Use of Video in Education: Advantages and Disadvantages. *Innovative Teaching and Learning Journal*. 2023. 7 (2). P. 25–40.
18. Офіційний сайт Edpuzzle: <https://edpuzzle.com/>.
19. Damanik D., Harta J. The Effect of Using Edpuzzle-Based Video in Electrolyte and Nonelectrolyte Solutions Learning on Student Learning Outcomes. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*. 2023. 11 (1). P. 22–33. DOI: <https://doi.org/10.33394/hjkk.v11i1.6115>.
20. Shelby SJ, Fralish ZD. Using Edpuzzle to improve student experience and performance in the biochemistry laboratory. *Biochem Mol Biol Educ*. 2021. 49. P. 529–534. DOI: <https://doi.org/10.1002/bmb.21494>.
21. Giyanto, L Heliawaty, B Rubini. The effectiveness of online learning by EdPuzzle in polymer materials on students' problem-solving skills. *The 15th Joint Conference on Chemistry. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2020. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/959/1/012006>.
22. Surya Pulukuri, Binyomin Abrams. Incorporating an Online Interactive Video Platform to Optimize Active Learning and Improve Student Accountability through Educational Videos. *J. Chem. Educ*. 2020. 97. P. 4505–4514. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00855>.
23. Dr. T. Jeyalatha. Significance of flipped teaching-learning process in current education system. *The opportunities of uncertainties: flexibility and adaptation needed in current climate*. 2021. Vol. II. P. 159–171.
24. Gendhis Cikal Mayang, Agus Efendi, Nurcahya Pradana Taufik Prakisyah. The Effectiveness of Problem-Based Learning Assisted by Edpuzzle on Students' Critical Thinking Skills. *Indonesian Journal of Informatics Education*. 2021. Vol. 5. Issue 1. P. 9–15.
25. Tshering K., Wangchuk K., Dorji N., Dema, K. Use of Edpuzzle Learning Videos for class 9 Biology and its impact on academic performance. *International Research Journal of Science, Technology, Education, and Management*. 2022. 2(4). P. 12–19. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7559442>.
26. Nenden Suciayati Sartika, Yaya S. Kusumah, Bambang Avip Priatna Martadiputra, Sutihat, Eka Rosdianwinata. The impact of polyhedron learning assisted by Edpuzzle in improving students' mathematical representation. *Jurnal Elemen*. 2023. 9 (1). P. 49–64. DOI: <https://doi.org/10.29408/jel.v9i1.6587>.
27. Inma Beltrán-Martín. Using Padlet for collaborative learning. *5th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'19)*. 2019. P. 201–211. DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/HEAd19.2019.9188>.
28. Офіційний сайт Padlet: <https://uk.padlet.com/>.
29. Subramaniam G., Mohd Fadzil H. Using Padlet to Enhance Year 11 Students Engagement in Learning Genetic. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*. 2021. 11 (2). P. 39–50.
30. Sakiyiwaa Boateng, Mercy Nyamekye. Learning Sciences with Technology: The Use of Padlet Pedagogical Tool to Improve High School Learners' Attainment in Integrated Sciences. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*. 2022. Vol. 21. No. 5. P. 239–262. DOI: <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.5.13>.
31. G. Díaz-Sainz et al. Mobile learning in chemical engineering: An outlook based on case studies. *Education for Chemical Engineers*. 2021. 35. P. 132–145. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.01.013>.
32. Alberto A. Fernández, Margarita López-Torres, Jesús J. Fernández, Digna Vázquez-García. Student-Generated Videos to Promote Understanding of Chemical Reactions. *Journal of Chemical Education*. 2023. 100 (2). P. 1039–1046. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00813>.
33. Fauzul Eftita, Sri Wahyuni, Estika Satriani, Alber, Asnawi. Exploring the Use of Padlet in Synchronous Learning: Students' Perceptions of its Advantages and Disadvantages. *JELTL (Journal of English Language Teaching and Linguistics)*. 2022. 7 (2). DOI: <https://dx.doi.org/10.21462/jeltl.v7i2.819>.
34. Entisar Alhadi Al Ghawaila, Sadok Ben Yahia. Using the E-Learning Gamification Tool Kahoot! to Learn Chemistry Principles in the Classroom. *Procedia Computer Science*. 2022. 207. P. 2667–2676. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.325>.
35. Curto Prieto M., Orcos Palma L., Blázquez Tobías P.J., León F.J.M. Student Assessment of the Use of Kahoot in the Learning Process of Science and Mathematics. *Educ. Sci*. 2019. 9. 55. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci9010055>.
36. Офіційний сайт Kahoot: <https://kahoot.com/>
37. Alf Inge Wang, Rabail Tahir. The effect of using Kahoot! for learning – A literature review. *Computers & Education*. 2020. 149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818>.
38. Purba, Leony Sanga Lamsari and Sormin, Elferida and Harefa, Neliyus and Sumiyati, Sumiyati. Effectiveness of use of online games kahoot! chemical to improve student learning motivation. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 2019. 11 (2). P. 57–66. DOI: <https://doi.org/10.24114/jpkim.v11i2.14463>.
39. Serena M. Jones, Priya Katyal, Xuan Xie, Madeleine P. Nicolas, Eric M. Leung, Damon M. Noland, and Jin Kim Montclare. A 'KAHOOT!' Approach: The Effectiveness of Game-Based Learning for an Advanced Placement Biology Class. *Simulation & Gaming*. 2019. Vol. 50. Issue 6. P. 832–847. DOI: <https://doi.org/10.1177/1046878119882048>.
40. Molli Wahyuni, Mohammad Fauziddin, Lussy Midani Rizki. The Effects of Using Kahoot! on Understanding the Concept of Mathematical Symbols in Higher Education. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*. 2021. 13 (3). P. 1539–1545. DOI: <https://doi.org/10.35445/alishlah.v13i3.971>.

41. Subhadip Senapati. Peeking into the Sophisticated World of Interactive Science Simulations. *Resonance*. 2022. Vol. 27. No. 11. P. 1971–1983. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12045-022-1493-0>.
42. Офіційний сайт Labster: <https://www.labster.com/>
43. Philippe Chan, Tom Van Gerven, Jean-Luc Dubois, Kristel Bernaerts. Virtual chemical laboratories: A systematic literature review of research, technologies and instructional design. *Computers and Education Open*. 2021. 2. P. 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100053>.
44. Lisbeth Elvirade Vries, Michael May. Virtual Laboratory Simulation in the Education of Laboratory Technicians – Motivation and Study Intensity. *Biochemistry and Molecular Biology Education. Virtual Lab Simulation in the Education of Laboratory Technicians in Denmark*. P. 257–262. DOI: <https://doi.org/10.1002/bmb.21221>.
45. Faruku Aliyu, Corrienna Abdul Talib. Virtual Chemistry Laboratory: A Panacea to Problems of Conducting Chemistry Practical at Science Secondary Schools in Nigeria. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*. 2019. Vol. 8 Issue 5C. P. 544–549. DOI: <https://doi.org/10.35940/ijeat.E1079.0585C19>.
46. Tripepi M. Microbiology Laboratory Simulations: From a Last-Minute Resource during the Covid-19 Pandemic to a Valuable Learning Tool to Retain—A Semester Microbiology Laboratory Curriculum That Uses Labster as Prelaboratory Activity. *J Microbiol Biol Educ*. 2022. Vol. 23. Issue 1. DOI: <https://doi.org/10.1128/jmbe.00269-21>.
47. Louisa Cheung, Leena Strauss, Per Antonson, Sanna Soini, Matthew Kirkham and Rachel M Fisher. Digital Labs as a Complement to Practical Laboratory Training for Bachelor and Master Biomedicine Students. *Proceedings of the Technology-Enhanced Learning in Laboratories workshop (TELL 2023)*. 2023.

References:

1. Pelo, I.M., Reva, T.D., Nizhenkovska, I.V., Kozak, N.D. & Konovalova, L.D. (2020). Trends in the professional training of pharmacy specialists in Ukraine. *Medychni perspektyvy*, 25 (3), 4–8. DOI: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2020.3.214543>.
2. Reva, Tetiana, Nizhenkovska, Iryna & Holik, Olena. (2019). Didactical aspects of professional training of future masters of pharmacy students. *CBU International Conference Proceedings*, 7, 606–610. DOI: <https://doi.org/10.12955/cbup.v7.1426>.
3. Nizhenkovska, I.V., Reva, T.D., Chhalo, O.M. & Golovchenko O.I. (2020). Technology-Driven Self-Directed Learning of Graduate Pharmaceutists: 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>.
4. Afanasenko, O.V., Nizhenkovska, I.V., Holovchenko, O.I. & Glushachenko, O.O. (2022). Technology-enhanced constructivist learning environment for pharmacy students. *Pharmacy Education*, 22 (1), 778–787. DOI: <https://doi.org/10.46542/pe.2022.221.778787>.
5. Nizhenkovska, Iryna, Kuznetsova, Olena & Narokha, Violetta (2020). Organising distance learning for Master's in Pharmacy in Ukraine during COVID-19 quarantine. *Pharmacy Education*, 20 (2), 59–60. DOI: <https://doi.org/10.46542/pe.2020.202.5960>.
6. 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>.
7. Nizhenkovska, Iryna, Reva, Tetiana, Kucherenko, Inna, Stuchynska, Natalia & Konovalova, Liudmyla (2021). Digital Component of professional competence of Masters of Pharmacy in the framework of Blended learning. *Arch Pharm Pract*, 12 (1), 98–102. DOI: <https://doi.org/10.51847/avsEptmZsN>.
8. Reva, T.D. (2018). Teoretyko-metodychni zasady realizatsii kompetentnisnogo pidkhodu u navchanni khimichnykh dystsyplin maibutnikh provizoriv [Theoretical and methodical prerequisites for implementation of the competency-based approach in teaching the Chemistry studies to the future pharmacutists], avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia doktora ped. nauk : spets. 13.00.02 «Teoriia ta metodyka navchannia (medychni ta farmatsevychni dystsypliny)». Kyiv. 44 pp. [In Ukrainian]
9. Filippova, L.V. (2021). Teoretyko-metodychni zasady profesiino oriietovanoho navchannia khimichnykh dystsyplin maibutnikh mahistriv farmatsii: [Theoretical and methodological principles of professionally oriented teaching of chemical disciplines to future masters of pharmacy], avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia doktora ped. nauk: 13.00.02 «Teoriia ta metodyka navchannia (medychni ta farmatsevychni dystsypliny)». Kyiv. 39 pp. [In Ukrainian]
10. Kolomiiets, T.V. (2020). Pedahohichni tekhnolohii formuvannia fakhovoi komunikatyvnoi kompetentnosti studentiv farmatsevychnykh spetsialnosti u zakladakh vyshchoi osvity [Pedagogical Technologies of Professional Communicative Competence Formation in Students of Pharmaceutical Specialties in Establishments of Higher Education], dys. ... doktora filosofii: za spetsialnistiu 015 Profesiina osvita (za spetsializatsiiamy). Kyiv. 245 pp. [In Ukrainian]
11. Kucherenko, I.I. (2021). Formuvannia informatychnoi kompetentnosti maibutnikh mahistriv farmatsii v umovakh dystantsiinoho navchannia [The formation of informational competence of future pharmacists by means of distance learning], dys. ... doktora filosofii: 011 «Osvitni, pedahohichni nauky». Kyiv. 316 pp. [In Ukrainian]
12. Chkhalo, O.M. (2019). Metodyka navchannia analitychnoi khimii studentiv farmatsevychnykh spetsialnosti z vykorystanniam informatychnykh tekhnolohii [Methodology of teaching analytical chemistry to the students of pharmaceutical specialties using information technologies], avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kandydata ped. nauk: 13.00.02 «Teoriia ta metodyka navchannia (medychni ta farmatsevychni dystsypliny)». Kyiv. 24 pp. [In Ukrainian]
13. Klos, L.M. (2021). Metodyka dystantsiinoho navchannia mikrobiolohii, virusolohii ta imunolohii maibutnikh mahistriv farmatsii [Methodology of distance studies of microbiology, virology and immunology of future master's degrees of pharmacy], dys. ... doktora filosofii: 011 «Osvitni, pedahohichni nauky». Kyiv. 231 pp. [In Ukrainian]

14. Blahun, S.S. (2021). Metodyka navchannia farmatsevychnoi terminolohii, botanichnoi i khimichnoi nomenklatur iz vykorystanniam interaktyvnykh tekhnolohii [Methods of Teaching Pharmaceutical Terminology, Botanical and Chemical Nomenclatures Using Interactive Teaching Technologies], dys. ... doktora filosofii: 011 «Osvitni, pedahohichni nauky». Kyiv. 226 pp. [In Ukrainian]
15. Konovalova, L.V. (2019). Metodyka navchannia farmakoekonomiky u protsesi pidhotovky maibutnikh provizoriv u zakladakh vyshchoi medychnoi osvity [Method of training in pharmacoconomics in the process of preparing future pharmacists in medical institutions of higher education], dys. ... kandydata ped. nauk: 13.00.02 «Teoriia ta metodyka navchannia (medychni ta farmatsevychni dystsypliny)». Kyiv. 258 pp. [In Ukrainian]
16. Holovchenko, O.I. (2020). Metodyka orhanizatsii samostiinoi roboty maibutnikh mahistriv farmatsii z orhanichnoi khimii zasobamy dystantsiinoho navchannia [Methods of organising self-study work in organic chemistry of the graduates in Pharmacy by distance learning], avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kandydata ped. nauk: 13.00.02 «Teoriia ta metodyka navchannia (medychni ta farmatsevychni dystsypliny)». Kyiv. 20 pp. [In Ukrainian]
17. Ong Ace Hong a/p Ong Long, Noor Dayana Abd Halim, Mohd Fadzil Abdul Hanid (2023). A Review on The Use of Video in Education: Advantages and Disadvantages. *Innovative Teaching and Learning Journal*, 7 (2), 25–40.
18. Official website of Edpuzzle: <https://edpuzzle.com/>.
19. Damanik, D. & Harta, J. (2023). The Effect of Using Edpuzzle-Based Video in Electrolyte and Nonelectrolyte Solutions Learning on Student Learning Outcomes. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 11 (1), 22–33. DOI: <https://doi.org/10.33394/hjkk.v11i1.6115>.
20. Shelby, SJ & Fralish, ZD (2021). Using Edpuzzle to improve student experience and performance in the biochemistry laboratory. *Biochem Mol Biol Educ.*, 49, 529–534. DOI: <https://doi.org/10.1002/bmb.21494>.
21. Giyanto, L Heliawaty, B Rubini (2020). The effectiveness of online learning by EdPuzzle in polymer materials on students' problem-solving skills. *The 15th Joint Conference on Chemistry. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/959/1/012006>.
22. Surya Pulukuri & Binyomin Abrams (2020). Incorporating an Online Interactive Video Platform to Optimize Active Learning and Improve Student Accountability through Educational Videos. *J. Chem. Educ.*, 97, 4505–4514. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00855>.
23. Dr. T. Jeyalatha (2021). Significance of flipped teaching-learning process in current education system. *The opportunities of uncertainties: flexibility and adaptation needed in current climate*, II, 159–171.
24. Gendhis Cikal Mayang, Agus Efendi, Nurcahya Pradana Taufik Prakisy (2021). The Effectiveness of Problem-Based Learning Assisted by Edpuzzle on Students' Critical Thinking Skills. *Indonesian Journal of Informatics Education*, 5 (1), 9–15.
25. Tshering, K., Wangchuk, K., Dorji, N. & Dema, K. (2022). Use of Edpuzzle Learning Videos for class 9 Biology and its impact on academic performance. *International Research Journal of Science, Technology, Education, and Management*, 2 (4), 12–19. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7559442>.
26. Nenden Suciayati Sartika, Yaya S. Kusumah, Bambang Avip Priatna Martadiputra, Sutihat & Eka Rosdianwinata (2023). The impact of polyhedron learning assisted by Edpuzzle in improving students' mathematical representation. *Jurnal Elemen*, 9 (1), 49–64. DOI: <https://doi.org/10.29408/jel.v9i1.6587>.
27. Inma Beltrán-Martín (2019). Using Padlet for collaborative learning. *5th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'19)*, 201–211. DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/HEAd19.2019.9188>.
28. Official website of Padlet: <https://uk.padlet.com/>.
29. Subramaniam, G. & Mohd Fadzil H. (2021). Using Padlet to Enhance Year 11 Students Engagement in Learning Genetic. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11 (2), 39–50.
30. Sakiyiwaa Boateng & Mercy Nyamekye (2022). Learning Sciences with Technology: The Use of Padlet Pedagogical Tool to Improve High School Learners' Attainment in Integrated Sciences. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21 (5), 239–262. DOI: <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.5.13>.
31. G. Díaz-Sainz et al. (2021). Mobile learning in chemical engineering: An outlook based on case studies. *Education for Chemical Engineers*, 35, 132–145. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.01.013>.
32. Alberto, A. Fernández, Margarita López-Torres, Jesús, J., Fernández, Digna Vázquez-García (2023). Student-Generated Videos to Promote Understanding of Chemical Reactions. *Journal of Chemical Education*, 100 (2), 1039–1046. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00813>.
33. Fauzul Eftita, Sri Wahyuni, Estika Satriani, Alber, Asnawi (2022). Exploring the Use of Padlet in Synchronous Learning: Students' Perceptions of its Advantages and Disadvantages. *JELTL (Journal of English Language Teaching and Linguistics)*, 7 (2). DOI: <https://dx.doi.org/10.21462/jeltl.v7i2.819>.
34. Entisar Alhadi Al Ghawaila, Sadok Ben Yahia (2022). Using the E-Learning Gamification Tool Kahoot! to Learn Chemistry Principles in the Classroom. *Procedia Computer Science*, 207, 2667–2676. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.325>.
35. Curto Prieto M., Orcos Palma L., Blázquez Tobías P.J., León F.J.M. (2019). Student Assessment of the Use of Kahoot in the Learning Process of Science and Mathematics. *Educ. Sci.*, 9, 55. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci9010055>.
36. Official website of Kahoot: <https://kahoot.com/>
37. Alf Inge Wang & Rabail Tahir (2020). The effect of using Kahoot! for learning – A literature review. *Computers & Education*, 149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818>.
38. Purba, Leony Sanga Lamsari and Sormin, Elferida and Harefa, Neliyus and Sumiyati, Sumiyati (2019). Effectiveness of use of online games kahoot! chemical to improve student learning motivation. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 11 (2), 57–66. DOI: <https://doi.org/10.24114/jpkim.v11i2.14463>.

39. Serena M. Jones, Priya Katyal, Xuan Xie, Madeleine P. Nicolas, Eric M. Leung, Damon M. Noland & Jin Kim Montclare (2019). A 'KANOOT!' Approach: The Effectiveness of Game-Based Learning for an Advanced Placement Biology Class. *Simulation & Gaming*, 50 (6), 832–847. DOI: <https://doi.org/10.1177/1046878119882048>.
40. Molli Wahyuni, Mohammad Fauziddin & Lussy Midani Rizki (2021). The Effects of Using Kahoot! on Understanding the Concept of Mathematical Symbols in Higher Education. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 13 (3), 1539–1545. DOI: <https://doi.org/10.35445/alishlah.v13i3.971>.
41. Subhadip Senapati (2022). Peeking into the Sophisticated World of Interactive Science Simulations. *Resonance*, 27 (11), 1971–1983. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12045-022-1493-0>.
42. Official website of Labster: <https://www.labster.com/>
43. Philippe, Chan, Tom Van Gerven, Jean-Luc Dubois, Kristel Bernaerts (2021). Virtual chemical laboratories: A systematic literature review of research, technologies and instructional design. *Computers and Education Open*, 2, 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100053>.
44. Lisbeth Elvirade Vries, Michael May. Virtual Laboratory Simulation in the Education of Laboratory Technicians – Motivation and Study Intensity. *Biochemistry and Molecular Biology Education. Virtual Lab Simulation in the Education of Laboratory Technicians in Denmark*, 257–262. DOI: <https://doi.org/10.1002/bmb.21221>.
45. Faruku Aliyu, Corrienna Abdul Talib (2019). Virtual Chemistry Laboratory: A Panacea to Problems of Conducting Chemistry Practical at Science Secondary Schools in Nigeria. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 8 (5C), 544–549. DOI: <https://doi.org/10.35940/ijeat.E1079.0585C19>.
46. Tripepi, M. (2022). Microbiology Laboratory Simulations: From a Last-Minute Resource during the Covid-19 Pandemic to a Valuable Learning Tool to Retain—A Semester Microbiology Laboratory Curriculum That Uses Labster as Prelaboratory Activity. *J Microbiol Biol Educ.*, 23 (1). DOI: <https://doi.org/10.1128/jmbe.00269-21>.
47. Louisa Cheung, Leena Strauss, Per Antonson, Sanna Soini, Matthew Kirkham and Rachel M Fisher (2023). Digital Labs as a Complement to Practical Laboratory Training for Bachelor and Master Biomedicine Students. *Proceedings of the Technology-Enhanced Learning in Laboratories workshop (TELL 2023)*.