

УДК 378:542.1:021.131

Ольга Гулай

доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри цифрових освітніх технологій
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
ORCID ID 0000-0002-1120-6165
o.hulai@lntu.edu.ua

Василина Шемет

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій та хімії
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
ORCID ID 0000-0001-8952-5097
v.shemet@lntu.edu.ua

Ірина Мороз

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій та хімії
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
ORCID ID 0000-0001-9167-4876
i.moroz@lntu.edu.ua

Павло Саварин

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри цифрових освітніх технологій
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
ORCID ID 0000-0001-7140-7068
savaryn.pasha@lntu.edu.ua

Віталій Кабак

кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри цифрових освітніх технологій
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
ORCID ID 0000-0001-9823-825X
kabak.volyn@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ LABSTER ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Анотація. Імерсивні віртуальні лабораторії представляють цифрову парадигму в освіті, що відповідає потребам і вподобанням сучасних здобувачів освіти. Основною перевагою є спроможність проведення лабораторних та практичних робіт за фізичної відсутності навчального обладнання або неможливості ним користуватися, що особливо актуально в умовах обмежень воєнного стану в Україні. У статті проаналізовано досвід використання вебплатформи Labster, що надає віртуальні лабораторні симуляції природничого спрямування. Віртуальні симуляції використовували в навчальному процесі Луцького національного технічного університету при викладанні хімічних дисциплін в осінньому семестрі 2023-2024 навчального року.

Виконання завдань віртуальної симуляції «Introduction to Groups of the Periodic Table» було запропоновано студентам як альтернативний варіант позааудиторної самостійної роботи. Було зареєстровано 146 здобувачів освіти 1 курсу, з яких 99 (67,8 %) завершили тестування, а 47 (32,2 %) пройшли його частково. Наведено результати опитувань, перше було проведено безпосередньо після роботи, друге – анкета щодо зрозумілості змісту та сприйняття корисності моделювання Labster – приблизно через три тижні після завершення симуляції Labster.

На підставі здійсненого аналізу відповідей здобувачів освіти встановлено основні переваги використання віртуальної лабораторії – здобуття нового навчального досвіду, покращення знань та цифрових навичок студентів. Віртуальні симуляції підвищили зацікавленість і впевненість здобувачів освіти. Перевагою роботи у віртуальній лабораторії є персоналізоване навчання. Виокремлено основні перешкоди у використанні Labster: низький рівень володіння англійською мовою (Labster не передбачає використання українського контенту) та недостатні цифрові навички для орієнтування у віртуальному просторі.

Рекомендовано застосовувати віртуальні симуляції не як заміну аудиторних практичних занять, а як сучасний інструмент їх доповнення.

Ключові слова: імерсивна віртуальна лабораторія; Labster; освітній процес; вивчення хімії; змішане навчання.

1. ВСТУП

Забезпечення якісного дистанційного та змішаного навчання набуло особливої актуальності з часів пандемії COVID-19. Українські освітні реалії протягом третього року повномасштабних воєнних дій на території держави загострили проблему забезпечення повноцінного доступу до освітніх ресурсів, особливо в категорії STEM-дисциплін. Імерсивні віртуальні лабораторії в цьому аспекті мають дві ключові переваги: перша – це спроможність проведення лабораторних та практичних робіт за фізичної відсутності навчального обладнання або неможливості ним користуватися; друга – вони представляють цифрову парадигму в освіті, що відповідає потребам і вподобанням сучасних здобувачів освіти.

Постановка проблеми. Вивчення природничих наук, зокрема хімії, в українських закладах середньої та вищої освіти останніми роками здебільшого відбувається в теоретичному форматі внаслідок низки об'єктивних та суб'єктивних причин. Однак глибоке розуміння структури хімічних речовин, механізмів їх взаємодії, процесів і явищ, що її супроводжують, неможливе без проведення хімічних експериментів та демонстрацій. У реаліях воєнного стану цифрові технології стали потужним інструментом очного, гібридного (змішаного) та дистанційного навчання. Досвід використання технології доповненої реальності з використанням мобільного додатку Virrag для гаджетів на базі Android та iOS на уроках хімії в школі наведено в роботі [1]. Спроектвано 3D-моделі молекул, 2D-зображення, тематичні відео, текстові та аудіофайли, що можна відтворити на будь-якій поверхні. Теоретичні матеріали з хімії з доповненою реальністю дають можливість вчителю швидко та ефективно пояснити великий обсяг навчального матеріалу, а учням – краще його зрозуміти і запам'ятати [2].

Хмарні технології доповненої реальності успішно використовують як засіб підтримки навчальної та науково-дослідної діяльності з хімії [3], [4]. Одним із зручних інструментів створення віртуального навчального контенту є AR.js – бібліотека доповненої реальності, що використовує jsartoolkit5 для відстеження та відображає доповнений вміст за допомогою three.js або A-Frame [3]. Основна ідея AR полягає у взаємодії між користувачем у реальному просторі та 3D-моделлю у віртуальному світі завдяки відображенню комп'ютерної моделі у реальному часі та просторі.

Однак наведені успішні кейси використання імерсивних технологій все ще залишаються фрагментарними і не набули поширення у більшості освітніх закладів.

25 листопада 2022 року Міністерство освіти і науки України та Labster – провідна данська платформа віртуальних лабораторій та інтерактивної науки – оголосили про співпрацю. З огляду на воєнний стан з метою забезпечення доступу до якісного дистанційного та змішаного навчання надано безкоштовний доступ до інтерактивних курсів для всіх шкіл, коледжів та університетів України. У жовтні 2023 р. співпраця була продовжена на наступний рік. Співзасновники Labster Майкл Бодекер Йенсен і Мадс Твілінггаард Бонде розробили платформу наукової освіти на основі спільного інтересу до нових технологій, ігор і прагнення революціонізувати навчальний процес. Короткий досвід використання цього потужного інструменту у викладанні хімічних дисциплін у Луцькому національному технічному університеті покладено в основу репрезентованого дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання цифрових віртуальних лабораторій зросло в геометричній прогресії з 2020 року, коли вони стали ключовими навчальними ресурсами в період карантинних обмежень [5]. Вони допомагають

навчальним закладам розширити охоплення здобувачів освіти, зменшити витрати, покращити навчання студентів і запропонувати більш доступне практичне навчання майбутнім науковцям. Labster – це вебплатформа, яка надає віртуальні лабораторні симуляції STEM-спрямування. На даний момент розроблено понад 168 симуляцій для старшої школи і понад 248 для закладів вищої освіти з біології, хімії фізики та інших супутніх дисциплін [6]. Віртуальні лабораторії Labster зараз використовуються університетами по всьому світу, зокрема Массачусетським технологічним інститутом, Гарвардом, Університетом Нової Англії, ЕТН Цюрих, Імперським коледжем Лондона та багатьма іншими, постійно удосконалюючи методи та засоби навчання студентів [7]. За даними 2023 р., понад 6 млн студентів усього світу користувались віртуальними засобами Labster [8].

Unity є однією з основних програмних платформ, яку використовує Labster для розробки віртуальних ігор та симуляцій. Unity надає потужний набір інструментів для створення 2D та 3D графіки, фізичного моделювання та можливості взаємодії з об'єктами. Також для створення ігрових симуляцій використовується Unreal Engine. Для розробки вебплатформи використовуються JavaScript та HTML5, що дозволяють розробникам створювати інтерактивні вебдодатки з високою швидкістю рендерингу та взаємодії з користувачем. C# є основною мовою програмування, яку використовує Labster для розробки своїх програм. Вона є мовою програмування Unity і надає потужні можливості для створення геймплею, логіки та взаємодії з об'єктами. MySQL є потужною реляційною базою даних, яка забезпечує надійне зберігання даних та ефективне виконання запитів. Ці програмні засоби дозволяють Labster створювати реалістичні віртуальні симуляції, які допомагають студентам отримувати практичні навички в наукових і технічних дисциплінах.

Для використання Labster знадобиться пристрій з відповідними вимогами та стабільним Інтернет-з'єднанням. Комп'ютер повинен мати процесор з подвійним ядром 2 ГГц, не менше 4 ГБ оперативної пам'яті та сумісну відеокарту. Також потрібна остання версія Windows, Mac OS або ChromeOS, а також останні версії браузерів Firefox або Chrome. Інтернет-з'єднання повинно мати швидкість не менше 500 кбіт/с. Симуляції Labster можна відтворювати на iPad з iOS 15 або вище, iPhone здебільшого не підтримують відтворення. Chromebooks потребують процесор MediaTek 8173C або Intel Celeron Dual-Core N3060, не менше 4 ГБ оперативної пам'яті та останньої версії ChromeOS. Також може знадобитися завантаження додатка Labster з магазину Google Play. Віртуальні лабораторії доступні лише в мережі Інтернет, а допомогу можна отримати від команди підтримки Labster [9].

Кожна з симуляцій забезпечує імерсивний досвід від першої особи, має реалістичні рухи та голосову розповідь, а також налаштування доступності, яке чітко пояснює кожен елемент на екрані. Учасників супроводжує Dr. One – віртуальний помічник, який дає вказівки, допомагає зорієнтуватися та скеровує на виконання завдань. Меню LabPad містить вкладки теорії, інструкції та місії. Під час симуляцій студенти керують руками вченого за допомогою миші та переходять від носіння захисного спорядження перед входом у лабораторію до аналізу результатів наприкінці симуляції [10], [11].

Данська компанія Labster співпрацювала з Google Daydream щодо забезпечення тривимірного (3D) лабораторного моделювання для курсу в ASU. Основні особливості, які були виділені як цінні в симуляції Labster Cell Culture Basic, передбачають можливість повторення експериментів, реалістичне моделювання та тести з теоретичним поясненням [12]. Симуляції віртуальної лабораторії використовують підходи гейміфікації та сторітелінгу, щоб залучити студентів до сценарію, заснованого на кейс-стаді. Загалом віртуальні лабораторні симуляції використовуються трьома різними

способами: як заміна практичних (лабораторних) занять, для підготовки до робіт або як додаток до суто теоретичних курсів [13].

Аналізуючи досвід використання віртуальних курсів Labster в освітньому процесі університетів і коледжів різних країн світу, дослідники відзначають низку позитивних моментів, зокрема:

- зростання мотивації та інтересу до змісту курсу [14];
- підвищення залученості до STEM-навчання [8];
- корисність цих платформ у процесі підготовки майбутніх фахівців різних напрямів [5], довгостроковий вплив [15];
- високий потенціал віртуальних лабораторій для покращення долабораторної підготовки студентів у фізичному середовищі лабораторії [16];
- пов'язаність багатьох симуляцій з реальними проблемами, наприклад, терапія стовбуровими клітинами для лікування сліпоти, візуалізація ракових клітин для розрізнення унікальних характеристик і аналіз ДНК для розкриття злочину [17];
- можливість працювати з обладнанням, досить дорогим і здебільшого недоступним для здобувачів освіти у фізичному середовищі лабораторії [8], [18];
- безпечний спосіб формування навичок [10], [19];
- забезпечення можливості студентам навчатись у вільний час і у власному темпі [12], [13];
- на відміну від відеореєстрацій, симуляція дозволяє студентам виконувати дії та вчитися на невдачах [20].

У роботі [21] показано, що понад 60 % випускників магістратури повідомили, що використання Labster ефективно підготувало їх до інженерного робочого середовища. Однак дослідники вказують також і на окремі застереження щодо використання віртуальних лабораторій. Навіть при змодельованому лабораторному середовищі в поєднанні з наведеним теоретичним матеріалом, демонстраціями та можливістю аналізувати необроблені дані залишається один ключовий недолік [22]: неможливий віртуальний розвиток психомоторних навичок, пов'язаних з конкретними лабораторними вміннями (наприклад, піпетування, зважування тощо).

Мета дослідження – встановити ефективність застосування та сприймання здобувачами вищої освіти віртуальної лабораторії Labster в освітньому процесі Луцького національного технічного університету в умовах змішаного навчання.

2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Віртуальну лабораторію (вільний доступ, наданий через МОН України) використовували в навчальному процесі Луцького національного технічного університету в осінньому семестрі 2023-2024 навчального року. Викладачі зареєстрували та ознайомили студентів з технічними особливостями роботи у віртуальній лабораторії. На лабораторному занятті був проведений первинний тренінг у симуляції «Техніка безпеки в хімічній лабораторії». Використано англomовну версію.

Для дослідження була обрана симуляція «Introduction to Groups of the Periodic Table», оскільки ця тема належить до навчальної програми дисциплін «Загальна та

неорганічна хімія», «Хімія», «Агрохімія» всіх освітніх програм. Це моделювання (Рис. 1) знайомить студентів з будовою та закономірностями періодичної таблиці та дозволяє дослідити основні тенденції зміни властивостей атомів основних груп і періодів щодо атомних радіусів, енергії іонізації та електронегативності. На віртуальному планшеті, який студенти використовують для відповіді на запитання під час лабораторного моделювання, є домашня сторінка, вкладка для вивчення теоретичного матеріалу, медіа, де наведено знаки безпеки при роботі з небезпечними речовинами, та навігація, що містить швидкі клавіші для виконання певних операцій. Для проходження симуляції студенти повинні відповісти на серію запитань із наведеними варіантами відповідей. Загальну кількість балів та відсоток виконаних завдань буде видно студенту у верхній частині екрана.



Рис. 1. Скриншоти симуляції Labster

Виконання завдань віртуальної симуляції було запропоновано здобувачам вищої освіти як альтернативний варіант позааудиторної самостійної роботи (зазвичай студенти виконували письмову розрахункову роботу). Результати роботи (за бажанням здобувача) могли бути зараховані в загальному рейтингу за освітньою компонентою. Дослідженням охоплено 146 здобувачів вищої освіти (78 дівчат і 68 хлопців) 1 курсу спеціальностей «Агроінженерія», «Агрономія», «Лісове господарство», «Технології легкої промисловості», «Товарознавство і торговельне підприємництво», «Харчові технології», які вивчали основи загальної хімії в межах дисциплін «Загальна та неорганічна хімія», «Хімія», «Агрохімія», «Хімія та методи аналізу». Навчальний процес реалізувався в змішаному форматі.

Для того, щоб зафіксувати враження студентів щодо участі у віртуальних симуляціях, використано метод опитування з відповідями типу Лайкерта (Likert). Якісні дані також були зібрані у формі коментарів у вільному тексті. Було розгорнуто два опитування: перше – безпосередньо після завершення симуляції Labster. Друге опитування – анкета щодо зрозумілості контенту та сприйняття корисності моделювання Labster, приблизно через три тижні після завершення роботи у віртуальній лабораторії (відповіді типу Лайкерта, рейтинг корисності та відповіді у вільному тексті). Опитування проводили анонімно з використанням застосунку Google Forms. Участь в опитуваннях заохочувалась, але не була компонентом підсумкової оцінки.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Результати проходження симуляції Labster

Подані у статті результати представлені як синтез розв'язків окремих завдань дослідження: цифровий супровід віртуальної лабораторії Labster в ЛНТУ, статистичний аналіз результатів (Саварин П.В., Кабак В.В.); організація і проведення педагогічного експерименту (Шемет В.Я., Мороз І.А.); ідея, огляд літератури і загальне редагування роботи (Гулай О.І.).

У віртуальному середовищі Labster було зареєстровано 146 здобувачів освіти, з яких 99 (67,8 %) завершили тестування, а 47 пройшли його частково (причини будуть проаналізовані нижче). Більшість завершили тестування з першої спроби (див. Рис. 2).

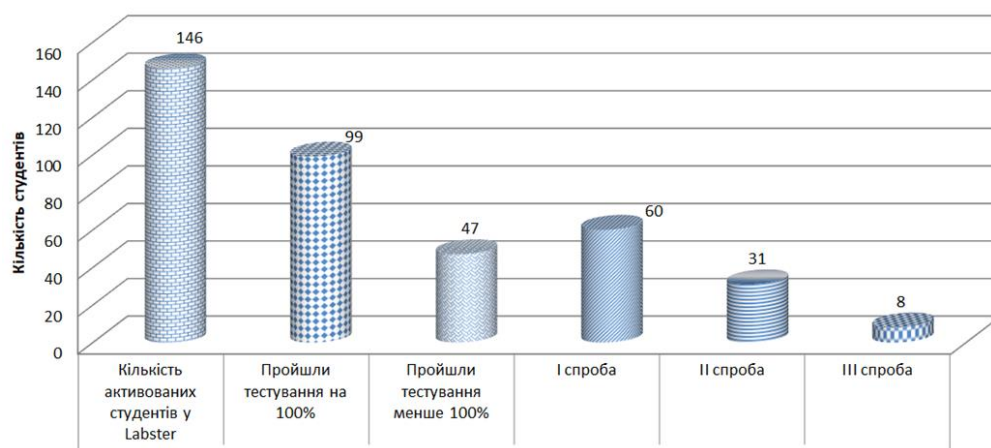


Рис. 2. Результати участі студентів у віртуальній симуляції Labster

Тривалість виконання передбачених завдань (див. Рис. 3) для 40 % студентів не перевищила запланованого в симуляції часу (до 16 хв), однак більшість працювала довше і скористалася другою, та навіть третьою спробою, аби завершити запропоновані завдання. 32,2 % студентів симуляцію не завершили і в подальших опитуваннях участі не брали.

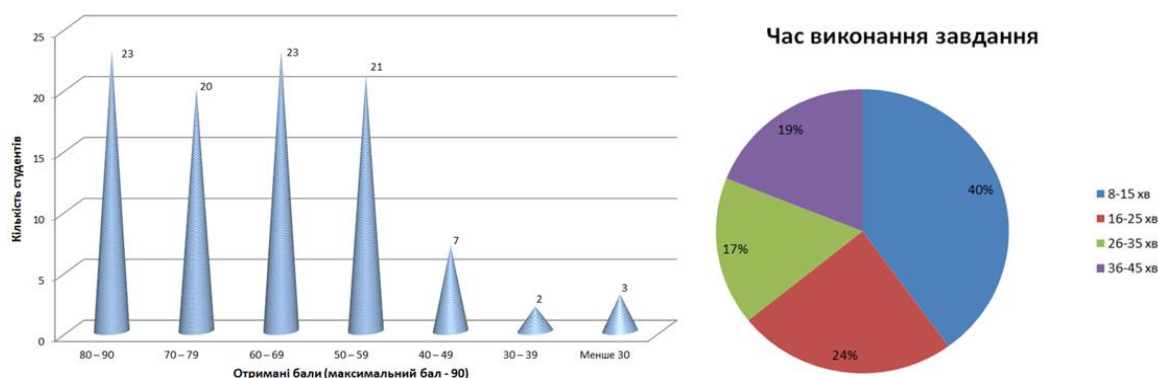


Рис. 3. Тривалість виконання віртуального завдання та отримані бали

Як вказано в анотації симуляції, виконавши її, студент зможе: охарактеризувати структуру та принцип побудови періодичної таблиці; зрозуміти класифікацію елементів на основі їх розташування в таблиці; описати основні тенденції властивостей атомів за групами та періодами; пояснити основні закономірності в групах та періодах, що стосуються атомних радіусів, енергії іонізації та електронегативності атомів. Результати виконання віртуального завдання оцінювались у 90 балів (див. Рис. 3). Переважна більшість студентів, що завершили симуляцію, отримали понад 50 балів, з них 20 отримали 70...79, а 23 – 80...90 балів.

Отже, було отримано позитивні результати пілотного впровадження симуляції Labster у навчальний процес здобувачів низки технічних спеціальностей. Більшість здобувачів освіти виконали запропоновані завдання, однак третина (32,2 %) не завершили їх до кінця. З метою з'ясування перспектив і проблем використання віртуальної симуляції було проведено рефлексійний аналіз методом опитування учасників експерименту.

3.2. Результати опитування студентів

Безпосередньо після завершення симуляції Labster було проведено перше опитування з метою отримання відгуку здобувачів вищої освіти щодо роботи у віртуальній лабораторії. Понад 60 % опитаних ствердно оцінили власний досвід, вказавши, що «було цікаво», «я здобув(ла) нові знання», «я отримав(ла) новий досвід», а 28...35 % респондентів обрали відповідь «частково так».

Оцініть власні враження від роботи у віртуальній лабораторії

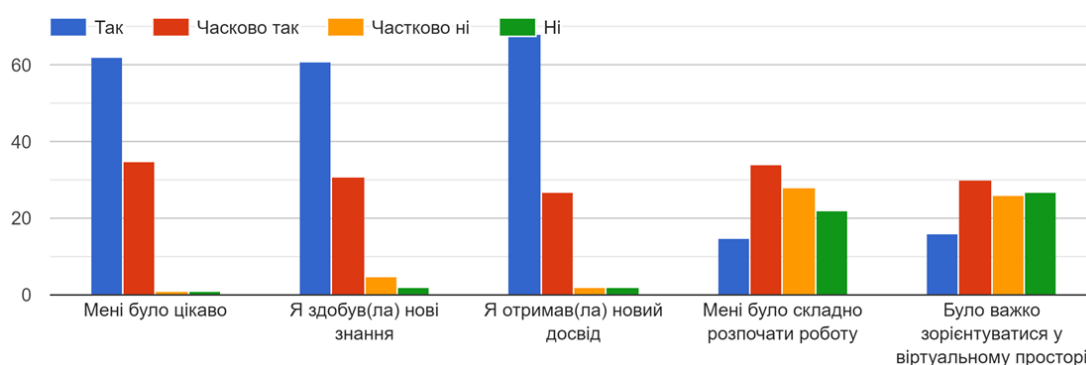


Рис. 4. Результати оцінювання вражень студентів після завершення симуляції Labster

Результати за наступними твердженнями проілюстрували основні труднощі: близько половини опитаних відповіли «так» і «частково так» на твердження «Мені було складно розпочати роботу» та «Було важко зорієнтуватись у віртуальному просторі».

Які труднощі були при виконанні симуляції Labster (оберіть три відповіді)
99 відповідей

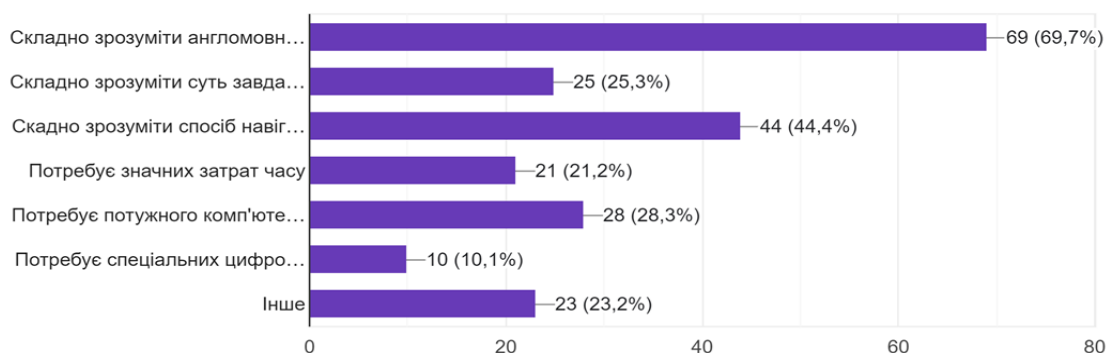


Рис. 5. Результати оцінювання труднощів при проходженні симуляції Labster

Основними проблемами при проходженні симуляції здобувачі вищої освіти назвали складність розуміння англomовного тексту (69,7 %) та способу навігації у віртуальному середовищі (44,4 %) (див. Рис. 5). 28,3 % респондентів зауважили, що адекватне відтворення завдань віртуальної симуляції потребує технічних засобів належного рівня. У категорії «Інше» (23,2 % здобувачів) були наступні відповіді: «Мені

було складно працювати на мобільному пристрої», «Завдання були складні», «Я не зрозуміла, що робити далі», «Мені знадобилася консультація викладача» тощо.

Друге опитування було проведено приблизно через три тижні після завершення віртуального моделювання. Питання анкети стосувались змісту навчального матеріалу (Рис. 6), рефлексивного аналізу власного досвіду (Рис. 7) та пропозицій щодо використання Labster у навчальному процесі (Рис. 8). 62...70 опитаних здобувачів (62,6...70,7 %) погодились (22...32 частково погодились), що теоретичний матеріал розглянутої теми викладений зрозуміло, добре структурований, віртуальні симуляції вдало доповнюють теорію, а тестові завдання адекватні змісту (Рис. 6).

Рефлексійний аналіз, результати якого наведено на Рис. 7, проілюстрував позитивні враження щодо участі у віртуальній симуляції Labster. 95 % учасників (70 опитаних – повністю, 25 – частково) вказали на здобуття нового навчального досвіду, покращення знань (52 – повністю, 45 – частково) та цифрових навичок (58 – повністю, 33 – частково). Стосовно затраченого часу на виконання завдань симуляції отримано відповіді в кожній категорії діапазону опитування: про те, що витратили надто багато часу, стверджували 13 здобувачів, частково згодні – 28, частково незгодні – 26, повністю незгодні – 22, та 10 відповіли «важко оцінити».

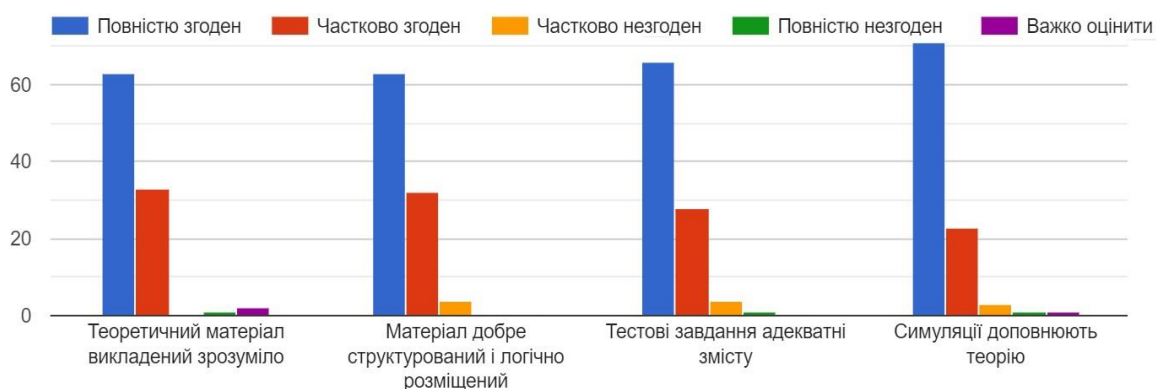


Рис. 6. Результати оцінювання змісту матеріалу симуляції Labster

Оцініть корисність участі

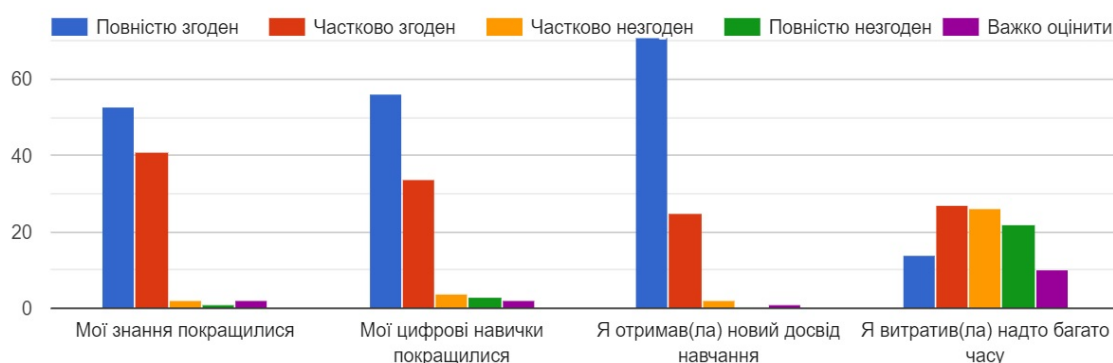


Рис. 7. Результати рефлексивного аналізу

Останнє запитання анкети стосувалось думки здобувачів вищої освіти щодо використання симуляцій Labster у навчальному процесі технічного університету (див. Рис. 8). Більшість учасників експерименту зазначили перспективи віртуальної лабораторії у провадженні дистанційного навчання (60,6 % опитаних) як доповнення до реального лабораторного практикуму (48,5 %) та як альтернативу письмовій самостійній роботі (41,4 %).

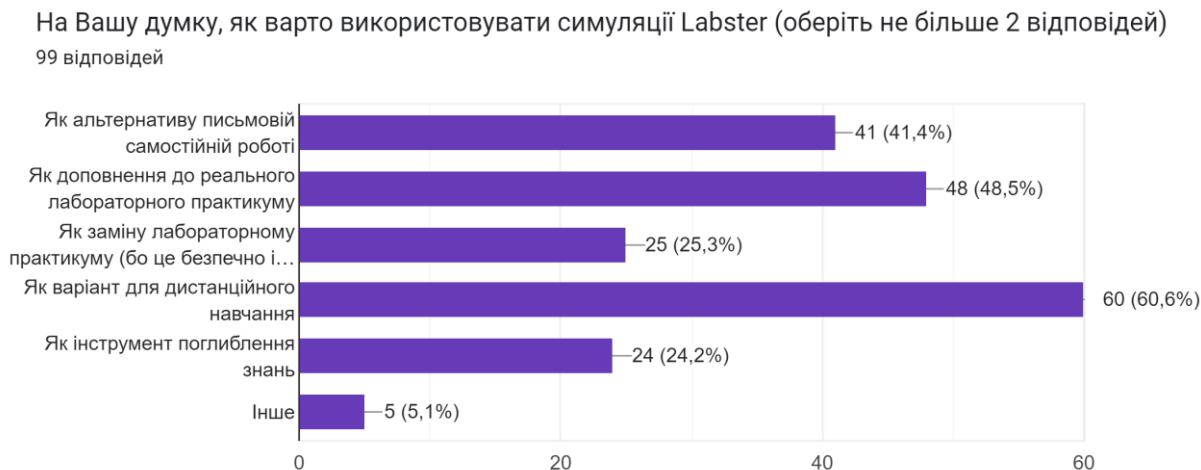


Рис. 8. Пропозиції щодо використання симуляції Labster

Аналізуючи отримані результати, варто відзначити позитивний відгук більшості учасників експерименту щодо здобуття нового освітнього досвіду у віртуальній симуляції Labster. Сучасні здобувачі освіти мають чималий досвід дистанційного навчання, пов'язаний із обмеженнями пандемії COVID-19 та воєнного стану в Україні, тому такий формат навчальної діяльності не становить для них особливих труднощів. Найбільшою перешкодою став англomовний контент віртуального середовища, однак це є також і способом покращення іншомовної компетентності здобувачів.

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Наведені результати демонструють позитивний досвід пілотного використання віртуальних симуляцій Labster при викладанні хімічних дисциплін для здобувачів 1 курсу Луцького національного технічного університету. Labster надає студентам змодельовану версію лабораторного середовища, навчаючи процесам і основним принципам, які дозволяють їм брати активну участь у віртуальному навчальному процесі. Більша частина наведеного дослідження зосереджена на сприйнятті здобувачами вищої освіти нового освітнього застосунку, а не на об'єктивних показниках навчальних досягнень. Головною перевагою застосування в аудиторному процесі віртуального навчання є здобуття нового навчального досвіду, покращення знань та цифрових навичок студентів. Віртуальні симуляції підвищили зацікавленість і впевненість здобувачів освіти, що було відзначено науково-педагогічними працівниками, залученими до експерименту.

Наше дослідження показало, що структуровані лабораторні симуляції Labster у поєднанні з теоретичними поясненнями допомагають полегшити засвоєння основних принципів хімії та методів їх застосування. Віртуальні симуляції забезпечують довгостроковий вплив на навчання та гнучку взаємодію студентів (погоджуємось із висновками [15], [16]) і тому є важливим інструментом у сучасному навчальному середовищі. Перевагою віртуальної лабораторії є доступ до симуляції 24 години на добу, що дозволяє студенту планувати своє навчання поза традиційним регламентованим розкладом занять, а також зважати на безпековий фактор, особливо в умовах обмежень воєнного часу.

Оцінювання роботи у віртуальній лабораторії мало формульальний характер і не було обов'язковим. Із 146 першокурсників 99 завершили запропоновану симуляцію з

позитивним результатом. Варто виокремити дві основні перешкоди: перша – низький рівень володіння англійською мовою (Labster не передбачає використання українського контенту), друга – недостатні цифрові навички для орієнтування у віртуальному просторі (для окремих студентів проблематичним було зареєструватись у лабораторії і розпочати роботу). Однак подолання цих перешкод завдяки консультаціям викладача чи допомозі колег сприяє не лише ефективному вивченню хімії, але й покращенню іншомовної і цифрової компетентностей. Ще однією перевагою роботи у віртуальній лабораторії є персоніфіковане навчання, оскільки кожен здобувач мав змогу проходити симуляцію у власному темпі, за потреби використовуючи додаткові інформаційні матеріали. Однак, на наше переконання, а також за висновками [20], [22], віртуальні симуляції слід використовувати не як заміну практичним заняттям, а як сучасний інструмент їх доповнення. Погоджуємось із рекомендаціями [15] щодо узгодження теми віртуальної симуляції з конкретним модулем дисципліни.

Лабораторні симуляції Labster були використані при викладанні освітніх компонент хімічного спрямування в ЛНТУ, а широкий перелік тем застосунку дозволяє реалізувати його можливості також при вивченні фізики та біології в закладах вищої освіти для здобувачів технічних спеціальностей. З іншого боку, для розробників цифрових освітніх продуктів (зокрема й здобувачів освіти спеціальності «Професійна освіта (цифрові технології)») об'єктом вивчення може стати також і сам дизайн лабораторних симуляцій цієї широко апробованої вебплатформи.

Обмеженням здійсненого нами дослідження стала участь у ньому більш мотивованих та зацікавлених студентів, які добровільно завершили моделювання Labster та пройшли опитування. Не були встановлені якісні показники систематичного використання віртуальної лабораторії, а також вплив на формування навичок лабораторного практикуму, що стане предметом наступного етапу наукового дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] D. A. Karnishyna, T. V. Selivanova, P. P. Nechypurenko, T. V. Starova and V. G. Stoliarenko, "The use of augmented reality in chemistry lessons in the study of "Oxygen-containing organic compounds" using the mobile application Blippar", *J. Phys.: Conf. Ser.*, 2288, 012018, 2022. doi: 10.1088/1742-6596/2288/1/012018/.
- [2] L. Ya. Midak, I. V. Kravets, O. V. Kuzyshyn, L. V. Baziuk and Kh. V. Buzhdyhan, Specifics of using image visualization within education of the upcoming chemistry teachers with augmented reality technology, *J. Phys.: Conf. Ser.*, 1840, 012013, 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1840/1/012013.
- [3] P. Nechypurenko, O. Evangelist, T. Selivanova and Ye. Modlo, "Virtual Chemical Laboratories as a Tools of Supporting the Learning Research Activity of Students in Chemistry While Studying the Topic «Solutions»", *CEUR Workshop Proceedings*, 2732, 984–95, 2020.
- [4] P. P. Nechypurenko, S. O. Semerikov, and O. Y. Pokhliestova, "Cloud technologies of augmented reality as a means of supporting educational and research activities in chemistry for 11th grade students", *Educ. Technol. Q.*, vol. 2023, no. 1, pp. 69–91, Jan. 2023. doi: 10.55056/etq.44.
- [5] B. S. Pizarro, E. P. Izquierdo, C. A. Vázquez, M. A. Cascón, V. Negri, "Quantitative Analysis of the Perception and Impact on Learning with the Use of Virtual Simulation Platforms in Undergraduate Students", In *EDULEARN22 Proceedings*, pp. 5926-5933. IATED, 2022. doi: 10.21125/edulearn.2022.1391..
- [6] J. D. Sack, & B. Nieves, "Labster", *The American Biology Teacher*, vol. 85 (1): 55, 2023. doi: <https://doi.org/10.1525/abt.2023.85.1.55>.
- [7] M., Fakhri, P. Kalfi, "The Flipped Lab: Reimagining Science Education With Next-Generation Virtual Laboratories", in *EDULEARN16 Proceedings*, pp. 2890-2890. IATED, 2016.
- [8] G. Testa, "Here's What College & University Students Say about Labster: 2023 Survey Results": [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.labster.com/blog/what-students-say-2023>
- [9] "Device & Technical Tips". [Електронний ресурс]. Доступно: <https://help.labster.com/en/collections/681650-device-technical-tips>

- [10] M. Tripepi, "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. of Microbiol. & Biol. Educ.*, 23(1), e00269-21, 2022. doi: <https://doi.org/10.1128/jmbe.00269-21>.
- [11] S. Stauffer, A. Gardner, D. A. K. Ungu, A. López-Córdoba, M. Heim, "Labster Virtual Lab Experiments: Basic Biology", Springer, 2018. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57996-1>.
- [12] W. H. Yap, M. L. Teoh, Y. Q. Tang, B. H. Goh, "Exploring the use of virtual laboratory simulations before, during, and post COVID-19 recovery phase: An Animal Biotechnology case study", *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(5), pp. 685-691, 2021. doi: <https://doi.org/10.1002/bmb.21562> (in English).
- [13] L. E. De Vries, M. May, "Virtual laboratory simulation in the education of laboratory technicians—motivation and study intensity", *Biochem. and Molec. Biol. Educ.*, 47(3), pp. 257-262, 2019. doi: <https://doi.org/10.1002/bmb.21221>.
- [14] L. Cheung, L. Strauss, P. Antonson, S. Soini, M. Kirkham, R. M. Fisher, "Digital Labs as a Complement to Practical Laboratory Training for Bachelor and Master Biomedicine Students", *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 3393, pp. 5-15, 2023.
- [15] S. K. Coleman, C. L. Smith, "Evaluating the benefits of virtual training for bioscience students", *Higher Educ. Pedagog.*, 4:1, pp. 287-299, 2019. doi: 10.1080/23752696.2019.1599689.
- [16] N. R. Dyrberg, A. H. Treusch, C. Wiegand, "Virtual laboratories in science education: students' motivation and experiences in two tertiary biology courses", *J. of Biolog. Educ.*, 51(4), pp. 358-374, 2017. doi: <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1257498>.
- [17] K. S. Alvarez, "Using virtual simulations in online laboratory instruction and active learning exercises as a response to instructional challenges during COVID-19", *J. of Microbiol. & Biol. Educ.*, 22(1), 10-1128, 2021. doi: <https://doi.org/10.1128/jmbe.v22i1.2503>.
- [18] D. Tsurulnikov, C. Suart, R. Abdullah, F. Vulcu, C. E. Mullarkey, "Game on: immersive virtual laboratory simulation improves student learning outcomes & motivation", *FEBS Open bio*, 13(3), pp. 396-407, 2023. doi: <https://doi.org/10.1002/2211-5463.13567>.
- [19] C. L. Smith, S. K. Coleman, "Using Labster to improve Bioscience student learning and engagement in practical classes", In *Heads of Biological Sciences, Royal Society of Biology*, Spring 2017 meeting. doi: <https://doi.org/10.1128/jmbe.00269-21>.
- [20] N. I. Callaghan, S. Khaira, A. Ouyang, J. L. Cadavid, H. H. Chang, et al., "Discovery: virtual implementation of inquiry-based remote learning for secondary STEM students during the COVID-19 pandemic", *Biomed. eng. educ.*, 1, pp. 87-94, 2021. doi: <https://doi.org/10.1007/s43683-020-00014-z>.
- [21] R. Khalife, P. Springer, C. Nweke, "Investigating the Usage of Labster and Its Future Implications for Industry and Academia", In *ECE Official Conference Proceedings*, pp. 351-360. The International Academic Forum (IAFOR), 2023. doi: <https://doi.org/10.22492/issn.2188-1162.2023.28>.
- [22] T. E. Allen, S. D. Barker, "BME labs in the era of COVID-19: transitioning a hands-on integrative lab experience to remote instruction using Gamified lab simulations", *Biomed. Eng. Educ.*, 1(1), pp. 99-104, 2021. doi: <https://doi.org/10.1007/s43683-020-00015-y>.

Матеріал надійшов до редакції 29.05.2024р.

USING THE LABSTER VIRTUAL LABORATORY TO STUDY CHEMISTRY AT A TECHNICAL UNIVERSITY

Olha Hulai

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor at the Department of Digital Educational Technologies
Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-1120-6165
o.hulai@lntu.edu.ua

Vasylyna Shemet

PhD in Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Food Technologies and Chemistry
Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
ORCID ID 0000-0001-8952-5097
v.shemet@lntu.edu.ua

Iryna Moroz

PhD in Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Food Technologies and Chemistry

Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

ORCID ID 0000-0001-9167-4876

i.moroz@lntu.edu.ua

Pavlo Savaryn

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Digital Educational Technologies

Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

ORCID ID 0000-0001-7140-7068

savaryn.pasha@lntu.edu.ua

Vitalii Kabak

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Digital Educational Technologies
Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

ORCID ID 0000-0001-9823-825X

kabak.volyn@gmail.com

Abstract. Immersive virtual labs represent a digital paradigm in education that meets the needs and preferences of today's students. The main advantage is the ability to conduct laboratory and practical work in the physical absence of educational equipment or the inability to use it, which is especially important in the context of martial law restrictions in Ukraine. The article analyzes the experience of using the Labster web platform, which provides virtual laboratory simulations of natural sciences. The virtual laboratory was used in the educational process of Lutsk National Technical University when teaching chemical disciplines in the autumn semester of the 2023-2024 academic year.

The virtual simulation tasks "Introduction to Groups of the Periodic Table" were offered to students as an alternative option for extracurricular independent work. 146 1st year students were registered, of which 99 (67.8%) completed the test, and 47 (32.2 %) partially passed it. The results of the surveys are presented, the first was conducted immediately after work, the second was a questionnaire on the comprehensibility of the content and the perception of the usefulness of Labster modeling – about three weeks after the completion of the Labster simulation.

Based on the analysis of the answers of students, the main advantages of using a virtual laboratory are established - gaining new educational experience, improving the knowledge and digital skills of students. Virtual simulations increased students' engagement and confidence. The advantage of working in a virtual laboratory is personalized learning. The main obstacles to using Labster are highlighted: low level of English proficiency (Labster does not involve the use of Ukrainian content) and insufficient digital skills to navigate in the virtual space.

It is recommended to use virtual simulations not as a substitute for classroom practical exercises, but as a modern tool to supplement them.

Keywords: immersive virtual lab; Labster; educational process; study of chemistry; blended learning.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] D. A. Karnishyna, T. V. Selivanova, P. P. Nechypurenko, T. V. Starova and V. G. Stoliarenko, "The use of augmented reality in chemistry lessons in the study of "Oxygen-containing organic compounds" using the mobile application Blippar", *J. Phys.: Conf. Ser.*, 2288, 012018, 2022. doi: 10.1088/1742-6596/2288/1/012018. (in English).
- [2] L. Ya. Midak, I. V. Kravets, O. V. Kuzyshyn, L. V. Baziuk and Kh. V. Buzhdyhan, Specifics of using image visualization within education of the upcoming chemistry teachers with augmented reality technology, *J. Phys.: Conf. Ser.*, 1840, 012013, 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1840/1/012013. (in English).
- [3] P. Nechypurenko, O. Evangelist, T. Selivanova and Ye. Modlo, "Virtual Chemical Laboratories as a Tools of Supporting the Learning Research Activity of Students in Chemistry While Studying the Topic «Solutions»", *CEUR Workshop Proceedings*, 2732, 984–95, 2020 (in English).

- [4] P. P. Nechypurenko, S. O. Semerikov, and O. Y. Pokhlietova, “Cloud technologies of augmented reality as a means of supporting educational and research activities in chemistry for 11th grade students”, *Educ. Technol. Q.*, vol. 2023, no. 1, pp. 69–91, Jan. 2023. doi: 10.55056/etq.44.(in English).
- [5] B. S. Pizarro, E. P. Izquierdo, C. A. Vázquez, M. A. Cascón, V. Negri, “Quantitative Analysis of the Perception and Impact on Learning with the Use of Virtual Simulation Platforms in Undergraduate Students”, In *EDULEARN22 Proceedings*, pp. 5926-5933. IATED, 2022. doi: 10.21125/edulearn.2022.1391.(in English).
- [6] J. D. Sack, & B. Nieves, “Labster”, *The American Biology Teacher*, vol. 85 (1): 55, 2023. doi: <https://doi.org/10.1525/abt.2023.85.1.55>. (in English).
- [7] M., Fakhri, P. Kalfi, “The Flipped Lab: Reimagining Science Education with Next-Generation Virtual Laboratories”, in *EDULEARN16 Proceedings*, pp. 2890-2890. IATED, 2016 (in English).
- [8] G. Testa, “Here’s What College & University Students Say about Labster: 2023 Survey Results”. [Online]. Available: <https://www.labster.com/blog/what-students-say-2023> (in English).
- [9] “Device & Technical Tips”. [Online]. Available: <https://help.labster.com/en/collections/681650-device-technical-tips> (in English).
- [10] M. Tripepi, “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. of Microbiol. & Biol. Educ.*, 23(1), e00269-21, 2022. doi: <https://doi.org/10.1128/jmbe.00269-21>.(in English).
- [11] S. Stauffer, A. Gardner, D. A. K. Ungu, A. López-Córdoba, M. Heim, “Labster Virtual Lab Experiments: Basic Biology”, Springer, 2018. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57996-1>.(in English).
- [12] W. H. Yap, M. L. Teoh, Y. Q. Tang, B. H. Goh, “Exploring the use of virtual laboratory simulations before, during, and post COVID-19 recovery phase: An Animal Biotechnology case study”, *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(5), pp. 685-691, 2021. doi: <https://doi.org/10.1002/bmb.21562>.(in English).
- [13] L. E. De Vries, M. May, “Virtual laboratory simulation in the education of laboratory technicians—motivation and study intensity”, *Biochem. and Molec. Biol. Educ.*, 47(3), pp. 257-262, 2019. doi: <https://doi.org/10.1002/bmb.21221>.(in English).
- [14] L. Cheung, L. Strauss, P. Antonson, S. Soini, M. Kirkham, R. M. Fisher, “Digital Labs as a Complement to Practical Laboratory Training for Bachelor and Master Biomedicine Students”, *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 3393, pp. 5-15, 2023(in English).
- [15] S. K. Coleman, C. L. Smith, “Evaluating the benefits of virtual training for bioscience students”, *Higher Educ. Pedagog.*, 4:1, pp. 287-299, 2019. doi: 10.1080/23752696.2019.1599689.(in English).
- [16] N. R. Dyrberg, A. H. Treusch, C. Wiegand, “Virtual laboratories in science education: students’ motivation and experiences in two tertiary biology courses”, *J. of Biolog. Educ.*, 51(4), pp. 358-374, 2017. doi: <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1257498>.(in English).
- [17] K. S. Alvarez, “Using virtual simulations in online laboratory instruction and active learning exercises as a response to instructional challenges during COVID-19”, *J. of Microbiol. & Biol. Educ.*, 22(1), 10-1128, 2021. doi: <https://doi.org/10.1128/jmbe.v22i1.2503>.(in English).
- [18] D. Tsurulnikov, C. Stuart, R. Abdullah, F. Vulcu, C. E. Mullarkey, “Game on: immersive virtual laboratory simulation improves student learning outcomes & motivation”, *FEBS Open bio*, 13(3), pp. 396-407, 2023. doi: <https://doi.org/10.1002/2211-5463.13567>.(in English).
- [19] C. L. Smith, S. K. Coleman, “Using Labster to improve Bioscience student learning and engagement in practical classes”, In *Heads of Biological Sciences, Royal Society of Biology*, Spring 2017 meeting. doi: <https://doi.org/10.1128/jmbe.00269-21>.(in English).
- [20] N. I. Callaghan, S. Khaira, A. Ouyang, J. L. Cadavid, H. H. Chang, et al, “Discovery: virtual implementation of inquiry-based remote learning for secondary STEM students during the COVID-19 pandemic”, *Biomed. eng. educ.*, 1, pp. 87-94, 2021. doi: <https://doi.org/10.1007/s43683-020-00014-z>.(in English).
- [21] R. Khalife, P. Springer, C. Nweke, “Investigating the Usage of Labster and Its Future Implications for Industry and Academia”, In *ECE Official Conference Proceedings*, pp. 351-360. The International Academic Forum (IAFOR), 2023. doi: <https://doi.org/10.22492/issn.2188-1162.2023.28>.(in English).
- [22] T. E. Allen, S. D. Barker, “BME labs in the era of COVID-19: transitioning a hands-on integrative lab experience to remote instruction using Gamified lab simulations”, *Biomed. Eng. Educ.*, 1(1), pp. 99-104, 2021. doi: <https://doi.org/10.1007/s43683-020-00015-y>.(in English).

