

УДК 37.004:544.082.26:371.39
DOI: 10.24144/2524-0609.2024.55.135-143

Шафорост Юлія Анатоліївна

кандидат хімічних наук, доцент
завідувач кафедри хімії та наноматеріалознавства
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
м. Черкаси, Україна
ZdorYulia@ukr.net
<http://orcid.org/0000-0002-0002-2803>

Лут Олена Артурівна

кандидат хімічних наук, доцент
доцент кафедри хімії та наноматеріалознавства
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
м. Черкаси, Україна
lutlen@ukr.net
<http://orcid.org/0000-0002-0288-4255>

Шпак Валентина Павлівна

доктор педагогічних наук, професор
професор кафедри початкової освіти
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
м. Черкаси, Україна
shpakvalentina64@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0003-0913-6150>

**ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ СИМУЛЯЦІЙ ЯК ЗАСОБУ ЕДЬЮТЕЙНМЕНТУ
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ МОТИВАЦІЇ УЧНІВ У НАВЧАННІ ХІМІЇ**

Анотація. У сучасних школах застосування віртуальних симуляцій для навчання хімії є несистемним та недостатньо комплексним. Інтеграція віртуальних симуляцій та створення уроків з використанням різноманітних матеріалів може покращити якість освіти та стимулювати інтерес учнів до хімії. Освітній потенціал використання віртуальних симуляцій у хімічному навчанні розглянуто через призму ключових складових цих симуляцій. Основні аспекти включають моделювання хімічних процесів, інтерактивність, візуалізацію молекулярних структур, можливість експериментування без ризику, навчання на основі завдань, зворотний зв'язок та оцінку, а також доступність та поширеність віртуальних симуляцій. Висвітлення цих аспектів допомагає зрозуміти важливість використання віртуальних симуляцій як інструменту для покращення якості та ефективності навчання хімії. Акцентовано увагу на те, що використання віртуальних симуляцій як інструменту едьютейнменту дозволяє поєднати теоретичні знання з практичними навичками, що сприяє активнішому залученню учнів до вивчення предмету. Зазначено, що віртуальні симуляції є ефективним інструментом для використання під час практичних занять на уроках хімії. Віртуальні симуляції можна використовувати для підвищення мотивації учнів та зацікавленості у навчанні, особливо тих, хто може виявляти недостатній інтерес до хімії. Такий підхід дозволяє зробити навчання більш доступним, захопливим та ефективним для учнів. Доведено вплив використання віртуальних симуляцій на мотивацію учнів у процесі навчання хімії та визначено ефективні методи їхнього використання з метою покращення навчального процесу.

Ключові слова: віртуальні симуляції, едьютейнмент, мотивація учнів, навчання хімії, інтерактивність, педагогічні інновації.

Вступ. Згідно з принципами та завданнями, визначеними у концепції Нової української школи, освітній процес у загальноосвітніх закладах спрямований на підготовку учнів до успішної конкуренції у майбутньому. Це означає, що школярам потрібно набувати знання та розвивати вміння, які будуть корисні для їхнього подальшого життя. Нова українська школа є ключовою реформою Міністерства освіти і науки, яка змінює підходи до освітнього процесу та виховання. Головна мета цієї реформи – створити навчальне середовище, яке сприяє всебічному розвитку учнів, де вони можуть не лише отримувати знання, але й формувати навички, важливі для успішної адаптації в сучасному світі. Нова українська школа прагне бути місцем, де

учні з радістю проводять час. Вона підтримує ініціативу та критичне мислення, сприяючи вільному висловлюванню думок та стимулюючи активну участь. Тут формується відповідальна громадянська позиція, сприяючи становленню повноцінних членів суспільства.

Віртуальні симуляції в навчанні хімії відкривають нові можливості для поглиблення знань та розвитку навичок учнів. Шляхом інтеграції цих інноваційних засобів у навчальний процес, Нова українська школа сприяє активному залученню учнів до вивчення хімії. Застосування віртуальних симуляцій стимулює цікавість учнів та забезпечує їхню високу мотивацію, що є ключовим фактором для успішного засвоєння матеріалу та конкурентоспроможності у майбутньому. Такий

підхід сприяє формуванню в учнів активної життєвої позиції та розвитку відповідальності за власне навчання і майбутнє, що є необхідними складовими успіху в сучасному світі.

Крім того, використання віртуальних симуляцій сприяє впровадженню едьютейнменту в навчання хімії. Ці сучасні засоби надають можливість учням активно взаємодіяти з матеріалом, експериментувати та вирішувати реальні хімічні завдання у віртуальному середовищі. Це дозволяє створити захоплюючий та інтерактивний процес навчання, що спонукає учнів до більш активної участі та зацікавленості в заняттях. Цей підхід дає змогу врахувати індивідуальні особливості учнів, створюючи оптимальні умови для засвоєння матеріалу та розвитку основних компетенцій у галузі хімії. Таким чином, використання віртуальних симуляцій як засобу едьютейнменту виявляється надзвичайно ефективним для підвищення мотивації учнів у навчанні хімії та формування їхньої готовності до подальшого вивчення предмета.

Сьогодні існує велика кількість досліджень [1], присвячених застосуванню віртуальних симуляцій як інструмента едьютейнменту для підвищення мотивації учнів у вивченні хімії. Багато вчених і педагогів аналізують різні аспекти цієї теми, зокрема ефективність віртуальних симуляцій в залежності від контексту, їх вплив на залучення учнів до навчального процесу, а також розвиток ключових компетентностей за допомогою цих технологій.

Хоча кількість досліджень у цій області може бути меншою порівняно з іншими напрямками досліджень, що стосуються традиційних методик навчання, проте вона стабільно зростає, оскільки сучасний швидкозмінний світ вимагає пошуку нових, інноваційних підходів до освіти. Таким чином, дослідження в області використання віртуальних симуляцій у навчанні хімії важливе і має потенціал для подальшого розвитку та розширення.

Технології постійно прогресують, що забезпечує нові можливості для розробки більш реалістичних і ефективних віртуальних симуляцій. Нові функції та можливості віртуальних платформ можуть сприяти покращенню якості навчального процесу. Крім того, саме вчені продовжують розробляти та вдосконалювати методики використання віртуальних симуляцій у навчальному процесі, що дозволяє знаходити нові способи застосування цих технологій та максимізувати їхній вплив на мотивацію та навчання учнів. Попри наявність досліджень, завданням вчених є постійний пошук оптимальних рішень та найкращих практик у використанні віртуальних симуляцій. Це включає вивчення кращих методів інтеграції віртуальних симуляцій у навчальні програми та визначення найефективніших стратегій застосування цих технологій для підвищення мотивації та залучення учнів.

У сучасному світі, де технології відіграють все більш важливу роль у навчанні та житті загалом, актуальність досліджень у галузі використання віртуальних симуляцій стає ще більш очевидною. Ці технології допомагають підготувати учнів до сучасного інформаційного середовища та розвивати навички, які їм необхідні для успішної конкуренції у майбутньому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

свідчить про зростаючий інтерес до цього підходу в освіті. Дослідження, проведені різними авторами, вказують на широкий спектр можливостей, які віртуальні симуляції пропонують для підвищення ефективності навчання хімії. Українські дослідники досліджували різні способи використання технологій віртуальної реальності в освіті, зокрема в контексті навчання хімії [1], [2]. О.В.Анічкіна [3], О.О.Гиря [4], І.В.Кравець [5], О.А.Куленко [6], Л.Я.Мідак [7] розглядали використання онлайн-інструментів у навчанні хімії. Проте, їх дослідження зосереджувалися переважно на одному конкретному аспекті використання цифрових інструментів або окремому онлайн-ресурсі. Наприклад, О.В.Анічкіна [3] розглядала переваги використання комп'ютерних дидактичних ігор у навчанні хімії, О.О.Гиря [4] – ментальні картки, а І.В.Кравець [5] і Л.Я.Мідак [7] – аспекти доповненої реальності.

У цих дослідженнях були розглянуті різні аспекти використання віртуальних симуляцій, включаючи їх вплив на мотивацію учнів, якість засвоєння матеріалу, розвиток критичного мислення та навичок співпраці. Деякі публікації обговорюють конкретні віртуальні програми та інструменти, які можуть бути використані для навчання хімії, в той час як інші акцентують увагу на методологічних аспектах інтеграції таких технологій у навчальний процес.

Загалом, останні дослідження свідчать про потенціал віртуальних симуляцій для створення захоплюючого та ефективного середовища навчання у хімії, що сприяє підвищенню мотивації учнів та покращенню їх розуміння та застосування хімічних концепцій.

Практичне втілення сприятливого навчального середовища в шкільній освіті потребує ретельного аналізу. Цілісність цього процесу можна досягти шляхом створення відповідних навчальних умов та застосування технологічних засобів для забезпечення якісної освіти. Школи повинні бути належним чином спроектовані для стимулювання творчості, розвитку незалежності та заохочення до навчання, щоб забезпечити учням максимально ефективний навчальний процес. Навчальні заклади повинні готувати ґрунт для інтелектуального, фізичного, соціального та емоційного розвитку учнів [8]. Зарубіжні дослідники також активно вивчають можливості використання віртуальних симуляцій у навчанні хімії з метою підвищення мотивації учнів. Багато досліджень, здійснених за кордоном, показують подібні тенденції до тих, що спостерігаються в українських дослідженнях [9; 10].

Зарубіжні науковці досліджують вплив віртуальних симуляцій на мотивацію, ефективність навчання, а також розвиток ключових навичок учнів [11; 12; 13]. Вони розробляють і впроваджують нові підходи та методики використання цих технологій у навчальному процесі. Деякі зарубіжні дослідження також порівнюють ефективність різних типів віртуальних симуляцій та їхній вплив на навчальні результати.

Дослідження, проведені дослідниками з США та Європи, показали, що використання віртуальних симуляцій сприяє покращенню розуміння складних хімічних концепцій учнями [14]. Вони забезпечують можливість візуалізації абстрактних понять та стимулюють активну участь учнів у навчальному процесі. Наприклад, Richard Mayer – професор психології та освіти в

Університеті штату Каліфорнія в Санта-Барбарі досліджував використання мультимедійних технологій для покращення навчання та розуміння складних концепцій. Його роботи включали аналіз впливу мультимедійних матеріалів на когнітивні процеси учнів, такі як сприйняття, запам'ятовування та розуміння інформації [15]. Щодо віртуальних симуляцій, він досліджував їхню роль у покращенні навчання шляхом візуалізації складних концепцій та сприяння активній участі учнів у навчальному процесі. Він розглядав, як віртуальні симуляції можуть допомогти учням зрозуміти абстрактні концепції, проводити експерименти та спостерігати за їх результатами у віртуальному середовищі. Такий підхід дозволив створити зручну та інтерактивну навчальну обстановку, що сприяла покращенню розуміння та зацікавленості учнів у навчанні.

Дослідження з Великобританії [12], Туреччини [16] та Канади показали, що віртуальні симуляції привертають увагу учнів та підвищують їхній інтерес до вивчення хімії. Учні виявляли більшу мотивацію до вивчення предмету та були більш активно залучені до виконання практичних завдань. Дослідження, проведені університетами Японії та Австралії, показали, що використання віртуальних симуляцій в навчанні хімії сприяє покращенню академічних результатів учнів. Учасники досліджень демонстрували краще розуміння матеріалу та досягали вищих оцінок під час оцінювання.

Отже, вивчення зарубіжними дослідниками підтверджує важливість використання віртуальних симуляцій як засобу едьютейнменту для підвищення мотивації учнів у навчанні хімії, а також вказує на їхній потенціал у створенні сприятливого навчального середовища.

Мета статті – дослідження використання віртуальних симуляцій як інструменту едьютейнменту для стимулювання зацікавленості та підвищення мотивації учнів у навчанні хімії. Окрім цього, дослідження спрямоване на викладання власного досвіду з використання віртуальних симуляцій у навчальному процесі та впровадження його в практику навчання. **Методи дослідження:** аналіз різних наукових підходів до проблеми, що вивчається, для оцінки рівня її розробленості; структурно-функціональний – для аналізу будови та функцій віртуальних симуляцій; моделювання – для створення та опису віртуальних симуляцій, спрямованих на активізацію уваги учнів, стимулювання інтересу та активного мислення; експеримент – для перевірки ефективності використання віртуальних симуляцій у порівнянні з іншими методами навчання; аналіз психолого-педагогічної літератури – для розуміння та оцінки можливого впливу віртуальних симуляцій на розвиток когнітивних та інших навичок учнів. Крім того, використовувалися такі методи дослідження як спостереження: здійснено спостереження за реакціями учнів під час використання віртуальних симуляцій, щоб виявити їхню взаємодію з матеріалом та рівень зацікавленості; тестування: проведено тестування для визначення рівня розуміння та знань учнів перед та після використання віртуальних симуляцій.

Виклад основного матеріалу. В останні роки спостерігається зниження зацікавленості учнів у вивченні хімії, оскільки традиційний підхід до її викладання не викликає в них інтересу. Учні вважають хімію складною

та абстрактною, оскільки не можуть наочно уявити хімічні концепції, такі як молекулярні моделі. Вони мають складнощі з усвідомленням значення хімії, оскільки часто вона подається як набір відокремлених фактів, не пов'язаних з їхнім повсякденним життям.

Для вирішення цієї проблеми необхідно впровадження нових підходів до викладання хімії, які заохочують активну участь учнів та використовують інтерактивні методи навчання. Одним із сучасних інноваційних педагогічних підходів є Edutainment, термін, що утворений поєднанням англійських слів «education» (освіта) та «entertainment» (розвага). Ця технологія заснована на принципі навчання через розвагу, об'єднуючи сучасні технологічні та методичні інструменти. За твердженням І.Сухопарової та М.Тимошук, ключовою ідеєю цього підходу є розвиток креативного мислення, критичного аналізу та комунікативних навичок учнів шляхом поєднання освітнього процесу з елементами гри та розваг. Такий підхід підвищує ефективність навчання та мотивує до опанування нового матеріалу. Edutainment набуває все більшого значення в сучасній освіті, оскільки дозволяє дітям вивчати нові знання та навички у формі гри, сприяючи глибшому засвоєнню інформації та розвитку творчих здібностей [17; 18]. За визначенням С.Хіврича, Edutainment — це форма освітнього процесу, в якій навчальний матеріал подається за допомогою розважальних методик, часто із застосуванням інформаційних технологій, що дозволяє поєднувати навчання із задоволенням від цікавих занять [19]. Цей формат сприяє глибокому зацікавленню темою та стимулює самостійне дослідження проблеми. Таким чином, існують різні підходи до реалізації Edutainment, серед них використання віртуальних симуляцій може стати одним із рішень, оскільки воно дозволяє візуалізувати абстрактні концепції та зв'язувати хімічні явища з реальними ситуаціями учнів. Цей підхід здатний суттєво збільшити зацікавленість учнів у вивченні хімії та зробити освітній процес більш продуктивним і цікавим.

Віртуальна симуляція – це процес моделювання реальних або уявних ситуацій, який відбувається у віртуальному середовищі, зазвичай з використанням комп'ютерних технологій. Це інтерактивна імітація реальних об'єктів, систем або процесів, яка дає користувачам можливість взаємодіяти з ними та спостерігати за їхньою поведінкою у віртуальному просторі. Віртуальні симуляції застосовуються у різних галузях, включаючи освіту, науку, медицину, інженерію та інші сфери, з метою навчання, тренування, досліджень або розваг.

Результати нашого дослідження свідчать про значний позитивний вплив використання віртуальних симуляцій на мотивацію учнів у навчанні хімії. Під час проведення експерименту ми спостерігали зміни в ставленні учнів до навчання, які вказують на підвищений інтерес та активну участь в навчальному процесі. Зокрема, було виявлено, що використання віртуальних симуляцій сприяло зростанню зацікавленості учнів у вивченні хімії на всіх рівнях навчального закладу.

Ми вважаємо, що вивчення хімії передбачає важливість ключових складових віртуальних симуляцій:

1. *Моделювання хімічних процесів:* симуляція різних хімічних реакцій та процесів, які дозволяють

студентам спостерігати і вивчати їхні характеристики та результати.

2. *Інтерактивність*: можливість активної участі у віртуальних експериментах, змінюючи параметри та спостерігаючи наслідки, що дозволяє створити активну навчальну обстановку.

3. *Візуалізація молекулярних структур*: представлення тривимірних моделей молекул та хімічних сполук, що допомагає студентам краще зрозуміти їхню будову та взаємодію.

4. *Візуалізація молекулярних структур*: представлення тривимірних моделей молекул та хімічних сполук, що допомагає студентам краще зрозуміти їхню будову та взаємодію.

5. *Експериментальне навчання без ризику*: можливість виконувати хімічні експерименти в безпечному віртуальному середовищі, що дозволяє студентам отримати практичний досвід без ризику для здоров'я та безпеки.

6. *Навчання на основі завдань*: відтворення реальних ситуацій та викликів, що стимулюють студентів до аналізу та розв'язання хімічних завдань та проблем.

7. *Зворотний зв'язок та оцінка*: можливість отримання негайного зворотного зв'язку та оцінки результатів експериментів, що допомагає студентам коригувати свої дії та покращувати розуміння матеріалу.

8. *Доступність та поширеність*: широкий доступ до віртуальних симуляцій з будь-якого пристрою та місця, що сприяє їхньому використанню як у навчальних закладах, так і у самостійному навчанні студентів.

Хімія стає більш захоплюючою та актуальною для учнів, коли вони можуть побачити, як абстрактні концепції пов'язуються з реальним життям. Учителі, що працюють у контекстно-орієнтованій хімічній освіті, часто зосереджуються на теорії, мало звертаючи увагу на повсякденні ситуації, що може ускладнити засвоєння матеріалу. Використання занурювальної віртуальної реальності в класі хімії може стати рішенням для збагачення предмету цікавішим та зрозумілішим для учнів.

Перший напрям використання віртуальних симуляцій при вивченні хімії – моделювання різноманітних хімічних об'єктів. Це процес створення комп'ютерних моделей хімічних систем, які дозволяють візуалізувати їхню структуру, властивості та поведінку. Віртуальні симуляції дозволяють студентам та дослідникам ефективно досліджувати хімічні процеси та реакції, навіть якщо ці об'єкти неможливо продемонструвати в реальному лабораторному середовищі. Такі симуляції допомагають розширити розуміння хімії та підвищити рівень освіти у цій галузі. Це дозволяє учням порівнювати теоретичні знання з візуальним відображенням, що формує повну картину світу хімії. Цифрові інструменти для моделювання виявляються надзвичайно корисними при вивченні будови атомів, молекул, типів хімічних зв'язків та реакцій. Використання таких інструментів підвищує зрозумілість навчального матеріалу і зацікавленість у вивченні хімії, поліпшуючи якість освіти.

Для досягнення оптимальних результатів на уроках хімії необхідно використовувати фізичне моделювання, а також комп'ютерне моделювання, яке в

сучасному науковому світі стало необхідним інструментом для розуміння та прогнозування хімічних процесів. Нобелівські лауреати Мартін Карплус, Майкл Левітт та Арі Варшель внесли значний вклад у розвиток цього напрямку, розробивши основи потужних комп'ютерних програм.

Віртуальні 3D моделі молекул у таких онлайн-інструментах, як MolView, створюються швидко та автоматизовано. MolView, як конструктор молекул, надає учням можливість побачити просторове розташування атомів, що робить його корисним у вивченні органічної хімії. Також програма підтримує завантаження готових 3D моделей із різних баз даних, що підвищує її універсальність. Цей веб-додаток з відкритим кодом, з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, дозволяє викладачам використовувати моделі хімічних сполук для візуалізації при поясненні теоретичних концепцій.

Учні також можуть самостійно вчитися складати формули хімічних сполук, користуючись кульками різного діаметру і кольору, а також зв'язками відповідно до валентності кожного елемента. Створені моделі можуть обертатися та змінювати свій розмір. Створюючи моделі, учні застосовують свої знання на практиці, що сприяє кращому їх усвідомленню та запам'ятовуванню.

Такий підхід допомагає розвивати у учнів просторову уяву та формувати уявлення про просторову будову речовин та геометрію молекул, що сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу. Хімія часто має абстрактний характер, і створення моделей дозволяє конкретизувати ці поняття, що полегшує їх розуміння. Моделі надають можливість уявити собі просторову будову хімічних сполук, їхні зв'язки та властивості. Це допомагає учням зрозуміти, як саме взаємодіють атоми та молекули.

Цей метод сприяє активному залученню учнів у навчальний процес, надаючи їм можливість бути активними учасниками, а не просто пасивними слухачами. Створення моделей хімічних сполук для візуалізації не лише полегшує розуміння складних концепцій, але й сприяє активному залученню учнів до навчального процесу та розвитку їхніх просторових та аналітичних навичок. Під час використання віртуальних симуляцій було здійснено спостереження за реакціями учнів на уроках хімії та виявлено цікаві результати. Багато учнів демонстрували активну участь та зацікавленість у вивченні матеріалу, проявляючи ентузіазм під час експериментів та віртуальних дослідів. Вони були зацікавлені в спостереженні за хімічними процесами, взаємодією речовин та їхніми наслідками.

Деякі учні виявили інтенсивну реакцію на віртуальні симуляції, демонструючи захоплення та бажання досліджувати подальше. Вони задавали питання, активно взаємодіяли з вчителем та однодумцями, а також демонстрували бажання дізнатися більше про об'єкт дослідження.

Однак, деякі учні проявляли менший інтерес до віртуальних симуляцій. Вони можливо відчували складність матеріалу або невпевненість у власних знаннях. Таким учням може бути потрібна додаткова підтримка та мотивація для виявлення зацікавленості у навчанні хімії.

Загалом, результати спостереження показують,

що використання віртуальних симуляцій може стимулювати взаємодію учнів з матеріалом та підвищувати рівень їхньої зацікавленості у вивченні хімії.

Отже, під час аналізу власного практичного досвіду, ми приходимо до висновку, що використання сучасних інтерактивних комп'ютерних моделей має значний вплив на організацію ефективного освітнього процесу, включаючи дистанційне навчання. У сучасних умовах такі активності допомагають зацікавити учнів у вивченні хімії і, у контексті дистанційного навчання, вони стають єдиним засобом реалізації навчального процесу.

Хоча MolView дозволяє створювати візуальні моделі молекул та їх структури, PhET Interactive Simulations надає можливість експериментувати з реальними хімічними процесами у віртуальному середовищі. Це дозволяє учням спостерігати, як взаємодіють хімічні речовини, як змінюються їх властивості в залежності від умов, та як відбуваються хімічні реакції [20]. Програма PhET, розроблена Кафедрою фізики університету Колорадо в Боулдері, стала невід'ємною частиною уроків хімії у багатьох навчальних закладах.

Однією з важливих переваг використання віртуальних симуляцій є їхня здатність до надання учням можливості взаємодії з хімічними процесами у безпечному та контрольованому середовищі. Наприклад, вчитель може демонструвати реакції між різними речовинами без необхідності використання небезпечних реагентів або складних експериментів.

Крім того, PhET надає учням можливість експериментувати та проводити досліди у віртуальному

середовищі, що стимулює їхню активність та зацікавленість у вивченні хімії [21]. Наприклад, вони можуть взаємодіяти з різними типами зв'язків, спостерігати за реакціями та вивчати властивості різних речовин, що допомагає закріпити та зрозуміти теоретичний матеріал.

Завдяки використанню симуляторів, таких як «Визначення рН середовища», «Властивості газів» та «Визначення і зміна концентрації розчинів», стає можливим розуміння важливих хімічних процесів, що відбуваються в повсякденному житті. Наприклад, симуляція PhET «Визначення рН середовища» дозволяє досліджувати рівень рН різних повсякденних речовин, таких як акумуляторна кислота, курячий бульйон, кава, засоби для чистки труб, мило, молоко, мінеральна вода тощо. Таким чином, ці симулятори допомагають усвідомити, що хімія є ключем до розуміння оточуючого нас світу.

Приклад симуляції показаний на рис. 1. Використання онлайн-ресурсу PhET-Interactive Simulations у лабораторних симуляціях з хімії дозволяє досліджувати тему «Концентрація розчину». Змінюючи початкові параметри, такі як кількість розчиненої речовини та об'єм розчину, можна спостерігати зміни в концентрації розчину. Наприклад, коли велика кількість розчиненої речовини додається до малого об'єму розчину, це призводить до утворення концентрованого розчину (рис.1, а). У випадку, коли мала кількість розчиненої речовини додається до великого об'єму розчину, виникає розведений розчин (рис.1, б).

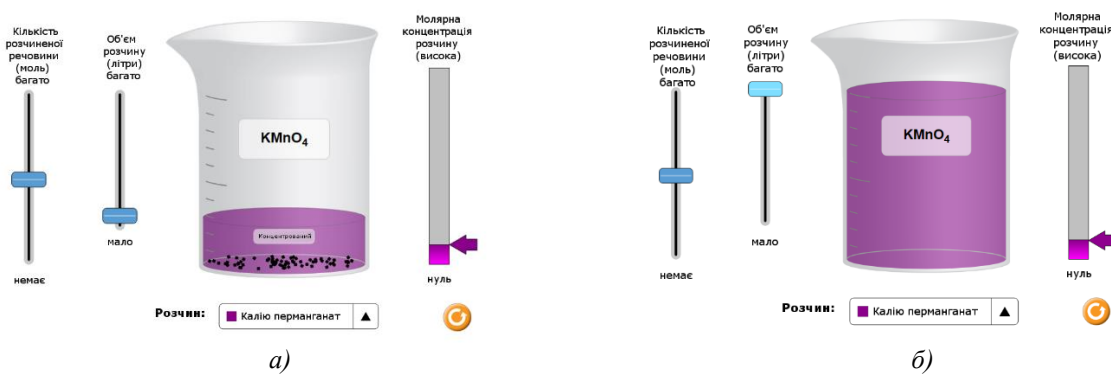


Рис.1. Лабораторна симуляція з теми: «Концентрація розчину»: а) концентрований розчин; б) розведений розчин

Симуляції PhET виявляють значний потенціал для покращення освітнього процесу через активну взаємодію учнів з інтерактивними завданнями. Мета цих симуляцій полягає не лише в тому, щоб візуалізувати вже існуючі знання, але й у тому, щоб набуті нові навички та вміння через взаємодію з тренажером. За допомогою таких інструментів учні можуть ефективно вивчати матеріал, активно залучаючись до взаємодії з симуляторами. PhET симуляції забезпечують безпечне середовище для експериментів, де учні мають можливість розвивати навички у плануванні досліджень, висунуванні гіпотез, аналізі результатів та формулюванні висновків. Через цей процес вони можуть формулювати ідеї, спростовувати або підтверджувати гіпотези, базуючись на спостереженнях та зворотньому зв'язку

з симуляторами. Оскільки в навчанні важливо розвивати не лише фактичні знання, але й навички їх використання в практичних ситуаціях, використання таких симуляцій може виявитися дуже ефективним. Крім того, студенти мають можливість самостійно обирати час і місце виконання робіт з симуляторами, аналізувати результати своїх дослідів та робити висновки, що сприяє їх автономності і розвитку критичного мислення.

Педагогічний експеримент щодо впровадження віртуальних симуляцій на уроках хімії проводився поетапно. Перший етап, що включав розробку та теоретичне обґрунтування методики впровадження віртуальних симуляцій на уроках хімії, відбувся протягом вересня-грудня 2022 року на базі Черкаського

національного університету імені Богдана Хмельницького. Другий етап експерименту пройшов на базі Черкаської загальноосвітньої школи I-III ступенів №32 Черкаської міської ради Черкаської області протягом навчального року січень-травень 2023 року у двох 8 класах.

Для дослідження ефективності використання практичних робіт на PhET-Interactive Simulation було обрано два 8-класи, загальною кількістю 60 учнів: один клас мав 32 учні, а інший – 28 учнів. Учні одного класу виконували віртуальні практичні роботи на симуляторі PhET, тоді як учні іншого класу виконували традиційні завдання для закріплення матеріалу.

Після завершення педагогічного експерименту всі учні були піддані контрольному тестуванню з використанням тестових завдань, щоб оцінити рівень їхніх знань і розуміння хімічних концепцій. Застосовувалася стандартна форма тестування, яка охоплювала ключові аспекти навчального матеріалу, що вивчався на заняттях. Після аналізу результатів тестування було проведено порівняльний аналіз середніх балів у двох групах учнів, які виконували віртуальні практичні роботи та традиційні завдання.

За результатами тестування знань, учні, які виконували віртуальні практичні роботи на симуляторі PhET, продемонстрували вищий рівень засвоєння матеріалу порівняно з тими, хто виконував традиційні завдання. У класі, де використовувалися віртуальні

практичні роботи, середній бал на тестуванні склав 85%, тоді як у класі з традиційними завданнями цей показник становив лише 70%. Загалом, використання віртуальних симуляцій на PhET-Interactive Simulation сприяло кращому розумінню хімічних концепцій та збільшенню активності учнів під час навчання. Результати дослідження свідчать про значну перевагу використання віртуальних практичних робіт на симуляторі PhET у порівнянні з традиційними методами навчання хімії на уроках для учнів 8 класів.

Для отримання зворотного зв'язку від учнів, які використовували віртуальні симуляції під час навчання хімії, було проведено опитування з наступними питаннями:

1. Як ви оцінюєте користь використання віртуальних симуляцій у вивченні хімії?
2. Чи сприяли віртуальні симуляції вашому кращому розумінню матеріалу?
3. Чи допомогли вам віртуальні симуляції виконувати лабораторні роботи та дослідницькі проекти?
4. Чи вплинули віртуальні симуляції на вашу мотивацію вивчати хімію?
5. Чи були ви задоволені рівнем інтерактивності та зрозумілістю віртуальних симуляцій?

Ці питання допомогли зібрати важливі відомості про досвід використання віртуальних симуляцій у навчальному процесі з хімії (рис.2).

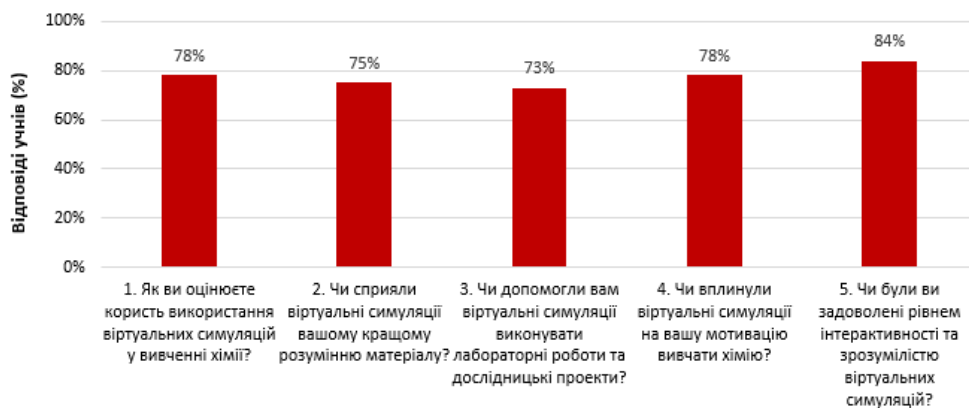


Рис.2. Графік проведення опитування учнів 8 класу щодо використовували віртуальних симуляцій під час навчання хімії

Приблизно 75% учнів відзначають позитивний вплив віртуальних симуляцій на їхнє розуміння хімічних концепцій. Близько 73% учнів підтвердили, що віртуальні симуляції полегшили їм виконання лабораторних робіт та дослідницьких проектів та переважна більшість учнів задоволені рівнем інтерактивності та зрозумілістю віртуальних симуляцій. Майже 78% учнів відзначають позитивний вплив віртуальних симуляцій на їхню мотивацію вивчати хімію.

Отже, використання віртуальних симуляцій, зокрема PhET Interactive Simulations, стає невід'ємною складовою сучасного навчання хімії. Ці програми не лише підвищують мотивацію учнів, а й сприяють їхньому більш глибокому та зрозумілому засвоєнню матеріалу.

У додаток до програми PhET-Interactive Simulations, існують інші платформи, які також

надають схожі можливості для навчання наукових концепцій. Наприклад, Virtual Lab, ChemCollective та Labster – це лише кілька прикладів інтерактивних платформ, які дозволяють учням експериментувати та навчатися на практиці у віртуальному середовищі. Ці програми допомагають підвищити зацікавленість учнів у навчанні та забезпечують можливість вивчати складні наукові концепції шляхом інтерактивних симуляцій та експериментів.

У сучасному освітньому середовищі дистанційне навчання стає все більш поширеним і важливим [10]. Особливо у світлі сучасних технологій, що надають безліч можливостей для зручного та ефективного навчання на відстані. Використання дистанційних платформ стає вирішальним для забезпечення неперервного освітнього процесу, навіть у непередбачуваних ситуаціях, таких як епідемії чи надзвичайні ситуації.

У результаті дослідження використання віртуальних симуляцій у навчанні хімії виявлено, що цей інструмент едьютейнменту може ефективно стимулювати зацікавленість та підвищувати мотивацію учнів у вивченні предмету. Практичний досвід, набутий в процесі дослідження, демонструє можливості використання віртуальних симуляцій у навчальному процесі та їхнє успішне впровадження в практику навчання. Такий підхід може виявитися корисним для покращення якості освіти та збагачення навчального досвіду учнів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Використання віртуальних симуляцій як засобу едьютейнменту для підвищення мотивації учнів у навчанні хімії є перспективним і ефективним підходом. Проведена апробація підтвердила, що віртуальні симуляції стимулюють інтерес учнів до предмету, сприяють глибшому засвоєнню матеріалу та активнішому залученню до навчального процесу. Крім того, віртуальні симуляції легко впроваджувати у різні типи занять, такі як лекції, семінари та практичні заняття, і використовувати з різними цілями, такими як пояснення нового матеріалу, відпрацювання навичок та отримання вмінь, перевірка гіпотез та прогнозів, рефлексія та формування дослідницької компетентності. Однак одним із основних недоліків віртуальних симуляцій є відсутність можливості відчутти запах або дотик, як це можливо у реальній лабораторії. Проте, такі симуляції можуть бути корисними для школярів, які не мають доступу до лабораторій або не можуть брати участь у практичних заняттях через військові дії в Україні чи відсутність необхідних реактивів та обладнання. Апробація виконання віртуальних симуляцій на уроках хімії учнями шкіл дала можливість сформулювати їх переваги та недоліки.

Переваги використання віртуальних симуляцій: збільшення мотивації учнів та їх зацікавленості у навчанні; можливість ефективного візуалізації складних концепцій та процесів; безпечність та відсутність

ризиків для учнів при проведенні експериментів; можливість доступу до віртуальних симуляцій з будь-якого пристрою з Інтернет-підключенням.

Недоліки використання віртуальних симуляцій: відсутність фізичного взаємодії з реальними речовинами та обладнанням; потенційна втрата можливості розвитку деяких навичок, які можуть бути здобуті через реальні лабораторні дослідження; обмежена можливість емоційного досвіду та відчуття реалізму порівняно з реальними експериментами.

Отже, використання віртуальних симуляцій може бути цінним доповненням до навчального процесу з хімії, проте важливо зберігати баланс між використанням віртуальних і реальних експериментів для забезпечення максимальної ефективності та навчального досвіду учнів.

Використання симуляцій у навчальному процесі є результативним методом інтерактивного навчання, який сприяє покращенню засвоєння матеріалу як на традиційних уроках, так і під час практичних занять. Виконання практичних завдань за допомогою тренажерів сприяє підвищенню якості знань. Це також стимулює пізнавальний інтерес учнів до реальних експериментів, розвиває їх дослідницькі та експериментальні навички, зокрема, вміння спостерігати, визначати головне, акцентувати увагу на ключових деталях та обирати оптимальні алгоритми виконання експерименту. Застосування симуляцій дозволяє учням взаємодіяти з навчальним матеріалом. Однак успішність навчання залежить не лише від самих симуляцій, але й від того, як і де вони використовуються, як вони інтегруються у навчальний процес та в яких умовах.

Перспективи майбутніх досліджень розглядаємо у ретельному вивченні можливостей використання віртуальних симуляцій для проведення навчальних досліджень у галузі хімії, у створенні навчально-методичного та організаційно-змістового забезпечення для роботи учнів на відповідних платформах.

Список використаної літератури

1. Волинець В. Використання технологій віртуальної реальності в навчанні. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2021. № 2. С.40–47. Doi: 10.28925/1609-8595.2021.2.5.
2. Сняла Ю. Застосування цифрових інструментів у навчанні хімії. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2023. Т.11. № 4. С.55–64. Doi: 10.31110/2616-650X-vol11i4-008.
3. Анічкіна О.В. Гейміфікація – сучасний виклик хімічної освіти. *Вісник Запорізького національного університету. Педагогічні науки*. 2020. № 1(3). С.74–80. Doi: 10.26661/2522-4360-2020-3-1-111.
4. Гиря О.О. Використання ментальних карт на навчальних заняттях з хімії. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук*. 2022. № 2. С.45–55. Doi: 10.31652/2786-5754-2022-2-45-55.
5. Кравець І.В., Мідак Л.Я., Кузишин О.В. Технологія Augmented Reality як засіб для покращення ефективності вивчення хімічних дисциплін. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи. Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю* (м.Тернопіль, 9-10 листопада 2017 р.). Тернопіль: ТНПУ ім.В.Гнатюка, 2017. С.151–154.
6. Куленко О.А. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у професійній підготовці майбутніх учителів хімії. *Науковий вісник Ужгородського університету Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2014. Вип.33. С.98–101.
7. Мідак Л.Я., Кузишин О.В., Базюк Л.В. Використання технологій доповненої реальності під час навчання шкільного курсу хімії 11 класу. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету ім.М.Коцюбинського. Серія: теорія та методика навчання природничих наук*. 2021. № 1. С.74–93. Doi: 10.31652/2786-5754-2021-1-74-93.
8. Stepanenko O., Ohrimenko Z., Shaforost Y., Pasichnyk L., Pochynok Y. Positive learning environment in educational sphere. *Revista Eduweb*. 2022. Vol. 16. № 2. P. 30–48. Doi: 10.46502/issn.1856-7576/2022.16.02.2.
9. Zhaoyan L., Yuan C., Jiancheng L. Application of Virtual Simulation Technology in Chemistry Teaching. *E3S Web of Conferences. 7th International Conference on Energy Science and Chemical Engineering*. 2021. Vol.267. P.1–4. Doi: 10.1051/e3sconf/202126702067.
10. Степаненко О.К., Шафорост Ю.А., Москалюк О.П. Дистанційні платформи для навчання і саморозвитку учнів та студентів під час воєнного стану. *Перспективи та інновації науки*. 2022. № 7(12). С.417–428, Doi: 10.52058/2786-4952-2022-

7(12)-417-428.

11. McGarr O. The use of virtual simulations in teacher education to develop pre-service teachers' behaviour and classroom management skills: implications for reflective practice. *Journal of Education for Teaching*. 2021. № 47(2). P.274–286. Doi: 10.1080/02607476.2020.1733398.

12. Allcoat D., Mühlenen von A. Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*. 2018. Vol.26. P. 2140–2152. Doi: 10.25304/rlt.v26.2140.

13. Thisgaard M., Makransky G. Virtual learning simulations in high school: Effects on cognitive and non-cognitive outcomes and implications on the development of STEM academic and career choice. *Frontiers in Psychology*. 2017. Vol.8. P.805. Doi: 10.3389/fpsyg.2017.00805.

14. Salame I.I., Makki J. Examining the Use of PhET Simulations on Students' Attitudes and Learning in General Chemistry II. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*. 2021. № 17(4). e2247. Doi: 10.21601/ijese/10966

15. Mayer R.E. Multimedia learning. *Psychology of learning and motivation. Academic Press*. 2002. № 41. P.85–139. Doi: 10.1016/S0079-7421(02)80005-6.

16. Tüysüz C. The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*. 2010. № 2(1). P.37–53. URL: <https://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423904485.pdf>.

17. Сухопара І.Г., Тимошук М.А. Особливості застосування технології ед'ютейнмент на уроках «Я досліджую світ». *Молодий вчений*. 2021. № 10(98). С.73–77. Doi: 10.32839/2304-5809/2021-10-98-19.

18. Шафорост Ю. Метод кроссенса як елемент едьютейнмента. Використання на уроках хімії. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2024. № 1(54). С.225–231. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2024.54.225-231>.

19. Хіврич С. Використання прийомів едьютейнмента на теренах сучасної української освіти та регіональному рівні. *Ціннісні засади реалізації ідей Нової української школи: тези наук.-практ. конф.*, Біла Церква: КНЗ КОР «КОІПОПК», 2019. С.61–65.

20. Clark T.M., Chamberlain J.M. Use of a PhET interactive simulation in general chemistry: The hydrogen atom. *Journal of Chemical Education*. 2018. № 91(8). P.1198–102. Doi: 10.1021/ed400454p.

21. Лут О.А., Шафорост Ю.А., Мартинюк М.В. Інтегроване використання хімічних дидактичних ігор за допомогою інформаційно-комп'ютерних технологій. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Серія: Педагогічні науки*. 2024. Вип.54(1). С.200–206. Doi: 10.31376/2410-0897-2024-1-54-200-206.

References

1. Volynets, V. (2021). Vykorystannya tekhnolohiy virtual'noyi real'nosti v navchanni [The use of virtual reality technologies in education]. *Continuous professional education: theory and practice*, 2, 40–47. Doi: 10.28925/1609-8595.2021.2.5 [in Ukrainian]

2. Sniala, Yu. (2023). Zastosuvannya tsyfrovyykh instrumentiv u navchanni khimiyi [Application of digital tools in teaching chemistry]. *Education. Innovation. Practice*, 11 (4), 55–64. Doi: 10.31110/2616-650X-vol11i4-008 [in Ukrainian]

3. Anichkina, O.V. (2020). Heymifikatsiya – suchasny vyklyk khimichnoyi osvity {Gamification is a modern challenge of chemical education}. *Bulletin of Zaporizhzhya National University. Pedagogical sciences*, 1(3), 74–80. Doi: 10.26661/2522-4360-2020-3-1-11 [in Ukrainian]

4. Hyria, O.O. (2022). Vykorystannya mental'nykh kart na navchal'nykh zanyattakh z khimiyi {Using mental maps in chemistry classes}. *Scientific notes of Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynskyi. Series: Theory and teaching methods of natural sciences*, 2, 45–55. Doi: 10.31652/2786-5754-2022-2-45-55 [in Ukrainian]

5. Kravets, I.V., Midak, L.Ya., & Kuzyshyn, O.V. (2017). Tekhnolohiya Augmented Reality yak zasib dlya pokrashchennya efektyvnosti vyvchennya khimichnykh dystsyplin [Augmented Reality technology as a means to improve the effectiveness of studying chemical disciplines]. *Modern information technologies and innovative teaching methods: experience, trends, perspectives – Proceedings of All-Ukrainian scientific and practical conference with international participation (pp.151–154)*. Ternopil [in Ukrainian]

6. Kulenko, O.A. (2014). Zastosuvannya informatsiyno-komunikatsiynykh tekhnolohiy u profesiyniy pidhotovtsi maybutnikh uchyteliv khimiyi [Application of information and communication technologies in the professional training of future chemistry teachers]. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University Series: Pedagogy. Social work*, 33, 98–101. [in Ukrainian]

7. Midak, L.Ya., Kuzyshyn, O.V., & Baziuk, L.V. (2021). Vykorystannya tekhnolohiy dopovnenoyi real'nosti pid chas navchannya shkil'noho kursu khimiyi 11 klasu [The use of augmented reality technologies during the teaching of the 11th grade school chemistry course]. *Scientific notes of M.Kotsyubynskyi Vinnytsia State Pedagogical University. Series: theory and teaching methods of natural sciences*, 1, 74–93. Doi: 10.31652/2786-5754-2021-1-74-93 [in Ukrainian]

8. Stepanenko, O., Ohrimenko, Z., Shaforost, Y., Pasichnyk, L., & Pochynok, Y. (2022). Positive learning environment in educational sphere. *Revista Eduweb*, 16(2), 30–48. Doi: 10.46502/issn.1856-7576/2022.16.02.2

9. Zhaoyan, L., Yuan, C., & Jiancheng, L. (2021). Application of Virtual Simulation Technology in Chemistry Teaching. *E3S Web of Conferences. 7th International Conference on Energy Science and Chemical Engineering*, 267, 1–4. Doi: 10.1051/e3sconf/202126702067

10. Stepanenko, O.K., Shaforost, Yu.A., & Moskaliuk, O.P. (2022). Dystantsiyni platformy dlya navchannya i samorozvytku uchniv ta studentiv pid chas voyennoho stanu [Remote platforms for learning and self-development of pupils and students during martial law]. *Perspectives and innovations of science*, 7(12), 417–428. Doi: 10.52058/2786-4952-2022-7(12)-417-428 [in Ukrainian]

11. McGarr, O. (2021). The use of virtual simulations in teacher education to develop pre-service teachers' behaviour and classroom management skills: implications for reflective practice. *Journal of Education for Teaching*, 47(2), 274–286. Doi: 10.1080/02607476.2020.1733398

12. Allcoat, D., & Mühlenen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, 26, 2140–2152. Doi: 10.25304/rlt.v26.2140

13. Thisgaard, M., & Makransky, G. (2017). Virtual learning simulations in high school: Effects on cognitive and non-cognitive outcomes and implications on the development of STEM academic and career choice. *Frontiers in Psychology*, 8, p.805. Doi: 10.3389/fpsyg.2017.00805

14. Salame, I.I., & Makki, J. (2021). Examining the Use of PhET Simulations on Students' Attitudes and Learning in General

Chemistry II. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17 (4), e2247. Doi: 10.21601/ijese/10966

15. Mayer, R.E. (2002). Multimedia learning. *Psychology of learning and motivation. Academic Press*, 41, 85–139. Doi: 10.1016/S0079-7421(02)80005-6

16. Tüysüz, C. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2 (1), 37–53. URL: <https://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423904485.pdf>

17. Sukhopara, I.H., & Tymoshchuk, M.A. (2021). Osoblyvosti zastosuvannya tekhnolohiyi ed'yuteynment na urokakh «YA doslidzhuyu svit» [Peculiarities of the use of edutainment technology in the lessons «I explore the world»]. *Young scientist*, 10 (98), 73–77. Doi: 10.32839/2304-5809/2021-10- 98-19 [in Ukrainian]

18. Shaforost, Yu. (2024). Metod krossensa yak element ed'yuteynmenta. Vykorystannya na urokakh khimiyi [Metod krossensa yak element eduteinmenta. Vykorystannya na urokakh khimii]. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University Series «Pedagogy. Social work»*, 1 (54), 225–231. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2024.54.225-231> [in Ukrainian]

19. Khivrych, S. (2019). Vykorystannya pryomiv ed'yuteynmenta na terenakh suchasnoyi ukrayins'koyi osvity ta rehional'nomu rivni [The use of edutainment techniques in the field of modern Ukrainian education and at the regional level]. *Value principles of the implementation of the ideas of the New Ukrainian school – Proceedings of scientific-practical conference (pp.61–65). KNS KOR “KOIPOPK”*. [in Ukrainian]

20. Clark, T.M., & Chamberlain, J.M. (2018). Use of a PhET interactive simulation in general chemistry: The hydrogen atom. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1198–102. Doi: 10.1021/ed400454p

21. Lut, O.A., Shaforost, Yu.A., & Martyniuk, M.V. (2024). Intehrovane vykorystannya khimichnykh dydaktychnykh ihor za dopomohoyu informatsiyno-komp'yuternykh tekhnolohiy [Integrated use of chemical didactic games with the help of information and computer technologies]. *Bulletin of Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University. Series: Pedagogical Sciences*, 54(1), 200–206. Doi: 10.31376/2410-0897-2024-1-54-200-206 [in Ukrainian]

Стаття надійшла до редакції 21.09.2024 р.

Стаття прийнята до друку 25.09.2024 р.

Shaforost Yuliia

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
Head of Department of Chemistry and Nanomaterials
Bohdan Khmelnytsky Cherkasy National University, Cherkasy, Ukraine

Lut Olena

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
Department of Chemistry and Nanomaterials
Bohdan Khmelnytsky Cherkasy National University, Cherkasy, Ukraine

Shpak Valentina

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor
Department of Primary Education
Bohdan Khmelnytsky Cherkasy National University, Cherkasy, Ukraine

USING VIRTUAL SIMULATIONS AS AN EDUTAINMENT TOOL TO INCREASE STUDENTS' MOTIVATION IN CHEMISTRY LEARNING

Abstract. In modern schools, the use of virtual simulations for teaching chemistry is unsystematic and insufficiently comprehensive. Integrating virtual simulations and creating lessons using a variety of materials can improve the quality of education and stimulate students' interest in chemistry. The article examines the educational potential of using virtual simulations in chemistry education through the prism of the key components of these simulations. Key aspects include simulation of chemical processes, interactivity, visualization of molecular structures, the ability to experiment without risk, task-based learning, feedback and evaluation, and the availability and prevalence of virtual simulations. Highlighting these aspects helps to understand the importance of using virtual simulations as a tool to improve the quality and effectiveness of chemistry teaching. The article focuses on the fact that the use of virtual simulations as an edutainment tool allows combining theoretical knowledge with practical skills, which contributes to a more active involvement of students in the study of the subject. It is noted that virtual simulations are an effective tool to use during practical classes in chemistry lessons. They are beneficial for visualizing complex chemical concepts, some abstract processes, or dangerous experiments that cannot be carried out in a real environment. Virtual simulations can increase students' motivation and interest in learning, especially those who may not show a sufficient interest in chemistry. This approach makes learning more accessible, engaging, and effective for students. The influence of the use of virtual simulations on students' motivation in teaching chemistry is proved and effective methods of their use to improve the educational process are determined. The author notes the benefits of using virtual simulations, such as the ability to learn in an interactive environment, create interesting and realistic experiments, and promote the active involvement of students in the learning process. The author also expressed the view on the possibilities and prospects of using virtual simulations in the educational process, based on his experience and analysis of scientific sources.

Keywords: virtual simulations, edutainment, motivation of students, teaching chemistry, interactivity, pedagogical innovations.