

УДК 37.01+372.8+ 54.057+547.461.2

¹Молнар К.А., асист.  0000-0001-8065-380X;¹Філеп М.Й., к.х.н., доц.  0000-0001-7017-5437;¹Чома З.З., PhD, доц.  0000-0003-2727-3140;^{1,2}Сабов М.Ю., к.х.н., доц.  0000-0003-0346-0734;¹Бак Є.О., ст. викл.  0000-0001-6189-4384.

РОЛЬ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ У ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛІВ ХІМІЇ ТА НАВЧАННІ У 7-9 КЛАСАХ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

¹Закарпатський угорський університет ім. Ф. Ракоці II, 90202,

м. Берегово, пл. Кошута, 6;

²ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 88000,

м. Ужгород, вул. Підгірна 46;

e-mail: molnar.krisztina@kmf.org.ua

Хімія як навчальний предмет в нашій країні – подібно до більшості природничих дисциплін – не належить до улюблених предметів учнів. Низка досліджень показує, що хімія є одним із найменш популярних навчальних предметів серед вікової групи 12-15 років. Водночас існує безліч дидактичних методів та інструментів, які можуть бути придатними для формування позитивного ставлення до цієї науки та розвитку позитивних учнівських установок. Фундаментальною особливістю навчання хімії є те, що експериментування є невід'ємним елементом викладання цього предмета. Однак нинішнє покоління, яке виростає вже як цифрові аборигени, має повсякденне життя, пронизане мобільними пристроями та застосунками. Це покоління природним чином використовує смартфони та планшети як для пошуку інформації, так і для комунікації та розваг. Інтеграція сучасного інструментарію цифрової педагогіки у навчання хімії є тому не лише можливістю, а й педагогічною необхідністю. Ключовим завданням підготовки вчителів є забезпечення готовності майбутніх педагогів до освітніх викликів ХХІ століття. Молодому спеціалісту-вчителю хімії недостатньо володіти лише фаховими та методичними знаннями; необхідно, щоб він знав цифрові освітні інструменти, був обізнаний із можливостями педагогічного використання мобільних застосунків для навчання хімії та міг свідомо, дидактично обґрунтовано інтегрувати їх у навчальний процес. Метою даного дослідження є надання систематичного огляду мобільних застосунків, придатних для навчання хімії, з особливою увагою на інструменти, релевантні для старшої ланки загальноосвітньої школи (7-9 класи). Завдяки практико-орієнтованому підходу стаття може слугувати корисним ресурсом як для викладачів у системі підготовки вчителів, так і для практикуючих педагогів.

Ключові слова: мобільні застосунки, навчання хімії, предметна методика, підготовка вчителів, цифрова компетентність, загальноосвітня школа.

Вступ

В Україні хімія – як і більшість природничих предметів – не користується популярністю серед школярів, зокрема у віковій групі 12-15 років [1,2]. Хоча експеримент є фундаментальною частиною хімічної освіти, необхідно застосовувати сучасні дидактичні підходи та інструменти для заохочення учнів. Це особливо

актуально, оскільки нинішнє покоління, відоме як "цифрові аборигени" [3], природно використовує смартфони та планшети як основний засіб пошуку, спілкування та розваг, що диктує нові вимоги до навчального процесу.

З огляду на це, використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчанні є неминучим. Однак у

багатьох країнах ці інструменти використовуються лише поверхнево – наприклад, для простого пошуку інформації в Інтернеті, – що саме по собі не означає справжнього прориву в освіті [4].

Вивчення хімії, на жаль, становить труднощі для багатьох учнів, головним чином тому, що вони схильні заучувати формули та поняття, замість того щоб розуміти їх суть, до того ж хімія є дуже абстрактною наукою [5,6]. Натомість мобільні застосунки пропонують значні можливості: вони гнучкі, доступні будь-де і будь-коли, підтримують як індивідуальне навчання, так і навчання у співпраці [7-9].

Починаючи з 2018 року учні загальноосвітніх шкіл навчаються за програмою Нової української школи (НУШ) відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 21 лютого 2018 р. № 87 "Про затвердження Державного стандарту початкової освіти".[10]. Наразі у 8 класі навчаються ті учні, які розпочали навчання саме тоді. Це означає, що вони вивчають хімію другий рік. Здобувачі освіти педагогічних спеціальностей, вже засвоюють дидактичні аспекти на основі принципів НУШ.

У 7–9 класах відбувається фундаментальний розвиток хімічного мислення учнів. Цей ключовий період визначає формування природничо-наукового мислення учнів та їхнього ставлення до предмета. У цьому сприйнятливому віці надзвичайно важливо, щоб учні стабільно засвоїли основи та отримали такий позитивний досвід, який пробудить у них тривалий інтерес до хімії. Педагоги та студенти педагогічних спеціальностей мають у своєму розпорядженні численні інструменти для досягнення цих цілей. Оскільки хімія є природничою наукою, експериментування можна вважати першим та найефективнішим методом. Експерименти безпосередньо демонструють природні явища, роблять навчальний матеріал емоційно насиченим та зміцнюють розуміння процесу наукового пізнання.

Водночас існують абстрактні, теоретичні теми, де демонстрація за допомогою експериментів неможлива або обмежена. До таких належать, наприклад: будова атома, молекулярна геометрія, хімічні

зв'язки. Представники сучасного покоління соціалізуються у цифровому середовищі [3], тому використання технологій у навчанні є для них природним. Використання застосунків для смартфонів та інших цифрових інструментів є не лише методичною можливістю, а й необхідністю в сучасному навчанні хімії. Ці інструменти можуть бути особливо корисними для візуалізації абстрактних понять, тривимірного відображення молекулярних структур, запуску інтерактивних симуляцій, підтримки мотивації учнів.

Модельні навчальні програми, доступні на сайті міністерства, чітко визначають, що поряд із передачею навчального матеріалу необхідно приділяти особливу увагу розвитку ключових компетентностей. Серед них особливо важливими є розвиток інформаційно-цифрової компетентності, яка є основою орієнтування в суспільстві XXI століття, а також зміцнення мовної компетентності, що через використання точної фахової мови також сприяє точності мислення [11,12].

Поєднання цих компетентностей із навчанням хімії дозволяє учням розвивати не лише фахові знання, а й комплексні здібності, які можуть бути корисними в інших предметах та життєвих ситуаціях.

Для практичної реалізації вищезазначених теоретичних міркувань необхідно, щоб педагоги ознайомилися з конкретними можливостями доступних цифрових інструментів. На ринку мобільних застосунків нині доступна значна кількість програм, спеціально призначених для освітніх цілей, які різними способами підтримують навчання хімії.

На сайті Міністерства освіти доступні дві модельні програми для 7–9 класів, розроблені Лашевською Г.А. [11] та Григоровичем О.В. [12]. На основі порівняння двох навчальних програм ми узагальнили ті теми, які через свою абстрактність або складність важко зрозуміти учням віком 12–15 років. Викладання цих тем також становить значний дидактичний виклик. До цих тем належать: будова атома, електронна будова, періодична система, молекулярна геометрія.

Слід також згадати тему класифікації хімічних реакцій. Хоча цю тему можна

досить добре продемонструвати за допомогою лабораторних експериментів, концепція НУШ наголошує на необхідності інтеграції цифрових технологій із традиційним навчанням у класі. Враховуючи обмеженість матеріально-технічної бази шкіл, мобільні застосунки можуть ефективно доповнювати обмежену кількість реальних демонстрацій. [13-15] У таких випадках доцільно практикувати через мобільні застосунки або навіть демонструвати окремі реакції, які неможливо виконати в шкільних умовах.

Обидві програми вводять вивчення будови атома в 7 класі. Модельна програма Григоровича розглядає це в темі "Від хімічних елементів до хімічних сполук", тоді як модельна програма Лашевської – у темі "Хімічні елементи – будівельні блоки речовини". Обидва підходи підкреслюють роль атомного ядра та електронних оболонок, а також значення протонів, нейтронів та електронів.

Глибше вивчення електронної будови відбувається у 8 класі в обох програмах. Модельна програма Григоровича розглядає це в темі "Хімічний зв'язок та молекулярна структура", тоді як модельна програма Лашевської – у темі "Досліджуємо хімічний зв'язок". Обидві програми підкреслюють роль електронів останнього електронного шару в атомах при утворенні хімічних зв'язку.

Просторову будову молекул також викладають у 8 класі в обох програмах. Геометрія молекул, їхня полярність та просторове розташування детально розглядаються в темі хімічного зв'язку в обох програмах, підкреслюючи зв'язок між структурою та властивостями.

Введення періодичної системи відбувається у 7 класі в обох програмах. Програма Григоровича детально розглядає структуру системи, періоди та групи. Програма Лашевської застосовує подібний підхід, але повертається до теми в 8 класі, встановлюючи зв'язок між періодичним законом та електронною будовою, що забезпечує глибше розуміння.

Класифікація реакцій поступово вибудовується в обох програмах. У модельній програмі Григоровича у 7 класі вивчаються сполучення, розкладання, заміщення, а у 8 класі додаються окиснення-

відновлення та кислотно-основні реакції. У модельній програмі Лашевської комплексне вивчення починається у 8 класі (сполучення, розкладання, заміщення, обмін, окиснення-відновлення), а у 9 класі поглиблюється додатковими типами реакцій.

Експериментальна частина

Відбір мобільних застосунків був результатом багатоетапного процесу. На першому етапі ми проаналізували обидві модельні навчальні програми (за авторством Григоровича та Лашевської) та визначили ті теми, які мають абстрактний характер і є важко експериментованими, становлять концептуальний виклик для учнів, водночас можуть бути краще зрозумілими за допомогою візуалізації. Після цього ми відібрали застосунки на основі наступної системи критеріїв [16,17].

1. Основним елементом педагогічних критеріїв є відповідність навчальній програмі. Крім того, важливою є різноманітність дидактичних функцій (здатність до візуалізації, інтерактивність та миттєвий зворотний зв'язок). Також було враховано вікову відповідність, оскільки застосунки мають відповідати рівню когнітивного розвитку та колу інтересів вікової групи 12-15 років.

2. Серед технічно-практичних критеріїв визначальною була насамперед економічна ефективність, оскільки для шкільного використання переважають безкоштовні або недорогі рішення. Доступність також є важливою, під якою розуміємо можливість багатоплатформного використання (Android, iOS).

Щодо мовної підтримки, ми вважали базовою доступність українською або англійською мовами.

У рамках змістових критеріїв наукова точність була першочерговим аспектом, оскільки застосунки мають передавати достовірну, правильну хімічну інформацію. Крім того, важливо було, щоб відібрані застосунки в сукупності охоплювали критичні теми та взаємодоповнюючи підтримували процес навчання.

У результаті відбору ми проаналізували три застосунки, які в сукупності охоплюють ключові теми 7-9 класів, виконують різні

дидактичні функції та взаємодоповнюючим чином підтримують процес навчання.

Під час відбору програм сумісність з комп'ютерами не була критерієм, оскільки нашою метою було створити рішення на основі пристроїв, доступних для всіх учнів. Мобільні телефони значно більш поширені серед учнів, ніж комп'ютери, до того ж обрані застосунки можуть використовуватися в офлайн-режимі, без доступу до інтернету.

Кожен із обраних застосунків є безкоштовно доступним і містить завдання за визначеними темами, які також є безкоштовними.

Серед цих застосунків є інтерактивні періодичні системи, програми для побудови молекул, застосунки для врівноваження рівнянь, а також симуляції на основі AR (доповненої реальності) та VR (віртуальної реальності). Кожен інструмент слугує іншій

дидактичній меті та ефективно пов'язаний з різними розділами навчального матеріалу.

Нижче ми окремо представляємо ті мобільні застосунки, які зарекомендували себе як перевірені допоміжні інструменти як у вітчизняній, так і в міжнародній освітній практиці.

Обговорення результатів

Periodic Table Quiz [18] – це інтерактивний мобільний застосунок, що підтримує ігрове навчання та спеціально призначений для ґрунтовного вивчення хімічних елементів та періодичної системи. Суть застосунку полягає в гейміфікованому навчанні: за допомогою квізів та типів завдань різного рівня складності учні практикують назви елементів, їхні хімічні символи, атомні номери, а також інші основні властивості

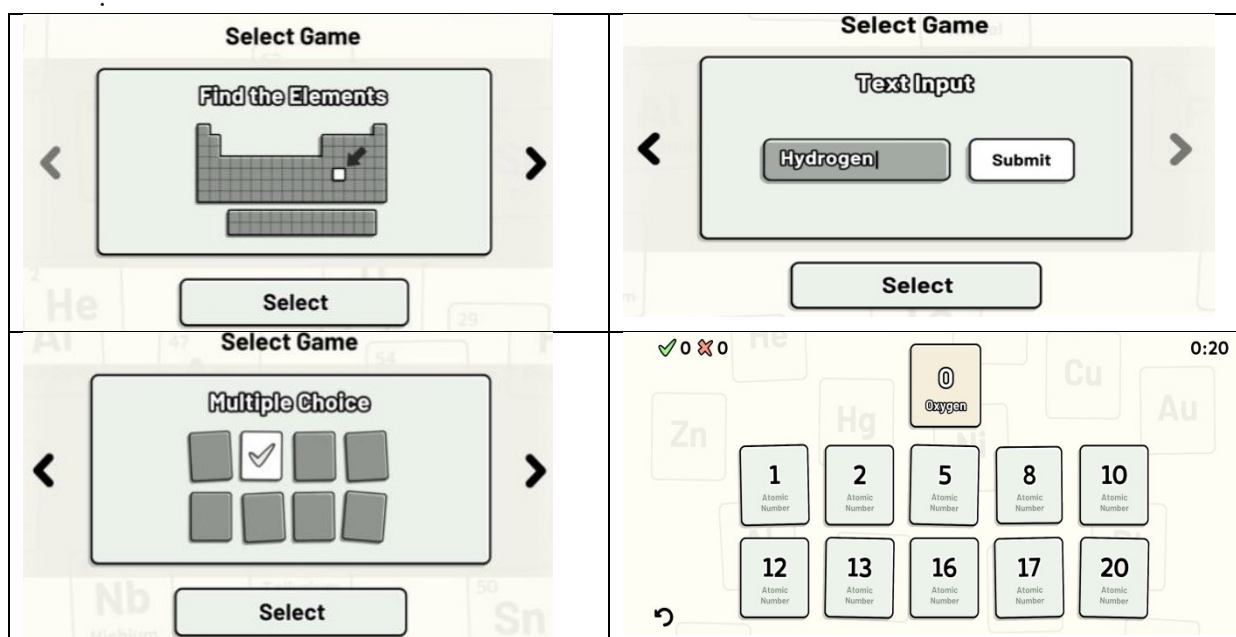


Рис. 1. Типи інтерактивних завдань, доступні для вибору в застосунку Periodic Table Quiz.

Програма пропонує декілька ігрових режимів: ідентифікація елементів за хімічним символом; розпізнавання хімічних символів за назвою елемента; призначення атомних номерів; групування елементів (метали, неметали, перехідні метали тощо); вправи з обмеженням часу (рис. 1).

Застосунок є ідеальним насамперед для учнів 7–9 класів, коли вивчення періодичної системи є центральним елементом навчальної програми. Водночас

він може бути корисним у молодших класах старшої школи для повторення, під час підготовки до іспитів, для самостійного навчання та практики.

Дидактичні переваги: Найбільшою перевагою застосунку є миттєвий зворотний зв'язок – учні одразу бачать, чи правильно відповіли, що значно підсилює процес навчання. Ігрова форма мотивує до багаторазової практики, тим самим підтримуючи повторення та тривале

запам'ятовування. Кожен учень може просуватися у власному темпі. Використання застосунку також сприяє розвитку інформаційно-цифрової та мовної компетентностей.

Дидактичні недоліки: Застосунок насамперед сприяє запам'ятовуванню, проте не надає підтримки для глибшого розуміння. Його використання може стати монотонним, якщо він неналежним чином інтегрується в роботу на уроці.

Periodic Table Quiz найефективніше можна використовувати в 7 класі, коли вивчення періодичної системи відбувається вперше. У 8-9 класах його можна використовувати для повторення та закріплення.

Unreal Chemist [19] – це багатофункціональний мобільний

застосунок, який поєднує віртуальні хімічні експерименти, інтерактивну періодичну систему та освітні ігри. Метою застосунку є надання учням можливості відкривати та практикувати хімічні явища в безпечному цифровому середовищі.

Програма дозволяє учням виконувати різні хімічні експерименти у віртуальній лабораторії без необхідності працювати з небезпечними речовинами або дорогим обладнанням. Містить детальну інформацію про елементи – фізичні та хімічні властивості, електронну будову, історичну інформацію – у зручному для перегляду форматі. Гейміфіковані завдання та тести, які в ігровій формі закріплюють навчальний матеріал та мотивують учнів до повторення (рис. 2).

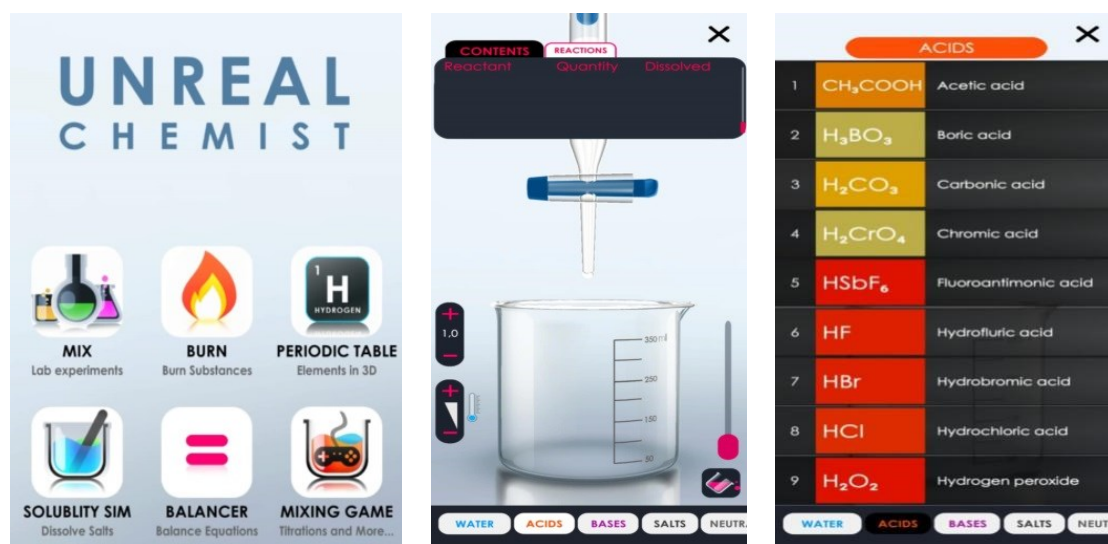


Рис. 2. Деякі доступні функції застосунку Unreal Chemist.

Може застосовуватися для ознайомлення з основними хімічними реакціями, вивчення періодичної системи, симуляції складніших експериментів, які неможливо реалізувати у шкільній лабораторії.

Дидактичні переваги: Однією з переваг застосунку є те, що небезпечні реакції (наприклад, вибухи або виділення отруйних газів) можуть бути продемонстровані без ризику. Учні можуть виконувати експерименти необмежену кількість разів, експериментуючи з різними параметрами, що забезпечує інтегрований навчальний досвід:

один застосунок поєднує теорію (періодична система), практику (експерименти) та ігрові елементи. Цифрове середовище дозволяє учням працювати у власному темпі, сміливо експериментувати та вчитися на помилках. Додатковою перевагою є те, що реакції можна відстежувати крок за кроком, що призводить до глибшого розуміння.

Дидактичні недоліки: Не може замінити реальну лабораторну практику. Симуляції часто базуються на спрощених моделях, які не демонструють усі деталі точно. З технічної точки зору функціонування вимагає відповідного

пристрою та інтернет-з'єднання, що може бути обмежувальним чинником. Крім того, доступні лише ті експерименти, які програмісти вбудували в застосунок, тому можливості є обмеженими.

Unreal Chemist є найбільш універсальним застосунком (серед досліджуваних застосунків), який можна використовувати на всіх трьох роках навчання (7-9 класи) для різних тем. 7 клас: будова атома, періодична система, основні реакції. 8-9 класи: симуляція складніших реакцій.

V-SPER [20] спеціально створений для викладання та практики молекулярної геометрії та теорії VSEPR. Головною метою застосунку є допомога в розумінні того, як формується просторова структура молекул. Візуалізація різних геометричних форм (лінійна, кутова, тригональна площинна, тетраедрична, тригонально-біпірамідальна, октаедрична тощо) (рис. 3).

Надає можливість для інтерактивної побудови молекул – учні можуть

налаштовувати зв'язки навколо центрального атома та неподілені електронні пари. Тривимірне відображення дозволяє обертати молекули в просторі та вивчати їх з різних точок зору.

Дидактичні переваги: Тривимірне відображення розвиває просторове мислення учнів, допомагає зрозуміти, що молекули розташовані не в площині. Миттєвий зворотний зв'язок дозволяє учням одразу після побудови молекулярної структури перевірити, чи правильно вони мислили.

Дидактичні недоліки: Застосунок фокусується виключно на молекулярній геометрії, не охоплює інші хімічні галузі. Можливості для практики можуть бути обмеженими. Візуалізація сама по собі не замінює розуміння. V-SPER безпосередньо пов'язаний з темами 8 класу (молекулярна геометрія, глибше розуміння електронної будови), оскільки ці теми з'являються в навчальній програмі саме в цей час.

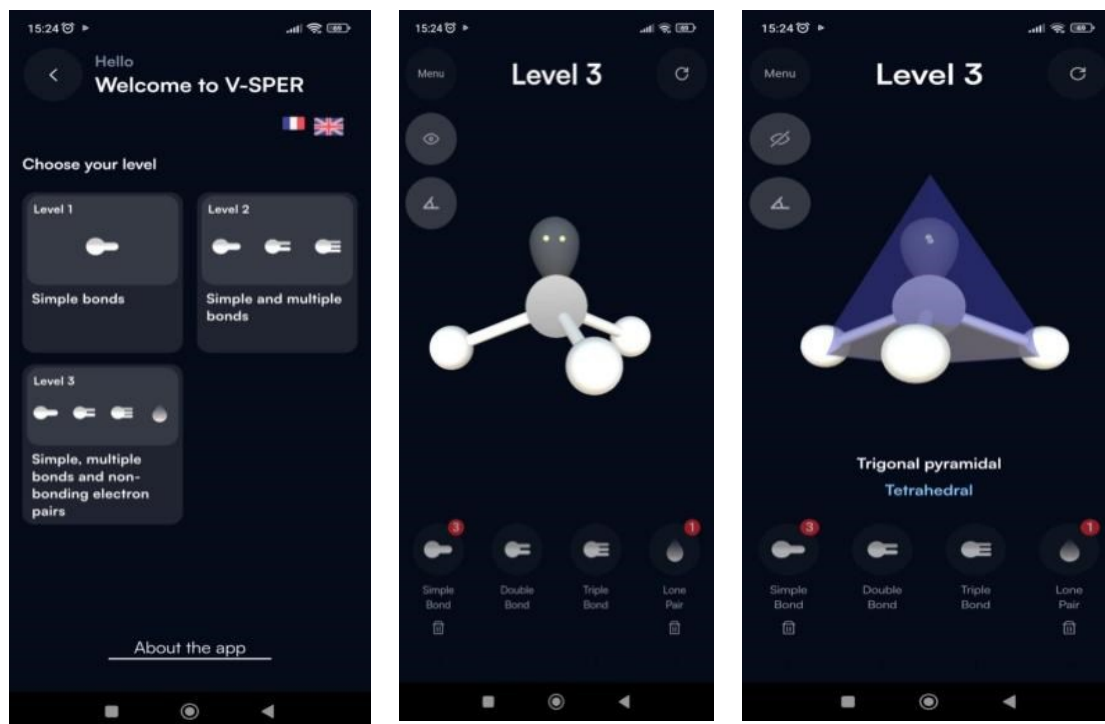


Рис. 3. Молекулярна структура, продемонстрована за допомогою застосунку V-SPER.

Всі три застосунки сприяють розвитку інформаційно-цифрової компетентності, яка є пріоритетною метою програми НУШ. Застосунки є особливо корисними для

абстрактних тем (будова атома, молекулярна геометрія), де традиційне експериментування неможливе (табл. 1).

Таблиця 1. Можливості використання мобільних застосунків у 7-9 класах на основі модельних навчальних програм за авторством Григоровича О.В. та Лашевської Г.А.

Мобільний застосунок	Тема	Клас	Навчальна програма Григоровича О.В. [11]	Навчальна програма Лашевської Г.А. [10]
Periodic Table Quiz	Періодична система	7	Тема 2: "Від хімічних елементів до хімічних сполук"	Тема 2: "Хімічні елементи – будівельні блоки речовини"
Periodic Table Quiz	Періодична система (повторення)	8-9	Повторення, закріплення	Тема 1 (8 кл.): "Досліджуємо хімічний зв'язок" – зв'язок з електронною будовою
Unreal Chemist	Періодична система	7	Тема 2: "Від хімічних елементів до хімічних сполук"	Тема 2: "Хімічні елементи – будівельні блоки речовини"
Unreal Chemist	Класифікація реакцій (базовий рівень)	7	Тема 4: "Моделювання фізичних і хімічних явищ"	–
Unreal Chemist	Класифікація реакцій (просунутий рівень)	8	Тема 3: "Реакції навколо нас"	Тема 2: "Досліджуємо хімічні реакції"
Unreal Chemist	Класифікація реакцій (комплексний рівень)	9	–	Тема 1: "Поглиблюємося в хімічних реакціях"
V-SPER	Молекулярна геометрія (форма молекули)	8	Тема 2: "Хімічний зв'язок та молекулярна структура"	Тема 1: "Досліджуємо хімічний зв'язок"

Висновки

У дослідженні представлено та проаналізовано застосунки, які можуть ефективно підтримувати викладання абстрактніших тем у навчанні хімії в 7-9 класах, а також сприяти дидактичній підготовці студентів педагогічних спеціальностей. Можливості використання відібраних застосунків демонструють значні відмінності, що дозволяє їх взаємодоповнююче використання в навчальному процесі.

Periodic Table Quiz пов'язаний з однією основною темою (періодична система) і може використовуватися на всіх трьох роках навчання (7-9 класи). Первинною силою застосунку є запам'ятовування та закріплення базових знань у гейміфікованому середовищі, що особливо ефективно при введенні в 7 класі, а потім під час повторення у старших класах.

Unreal Chemist виявився найбільш універсальним інструментом серед досліджуваних застосунків, може

використовуватися в трьох різних тематичних областях (періодична система, будова атома, а також класифікація хімічних реакцій) на всіх трьох роках навчання. Можливість віртуальних експериментів є особливо цінною при демонстрації реакцій, які з причин економічної ефективності або безпеки не можуть бути реалізовані в шкільній лабораторії. Добре підходить і для домашньої практики реакцій.

Застосунок V-SPER охоплює одну основну тему – молекулярну геометрію – і може використовуватися в 8 класі. Сила застосунку полягає в просторовій візуалізації, яка робить можливим розуміння таких абстрактних понять, які важко проілюструвати традиційними засобами.

Спільне використання трьох застосунків дозволяє підтримувати абстрактніші теми 7-9 класів цифровими інструментами. Всі три застосунки сприяють розвитку інформаційно-цифрової та мовної (англійської) компетентностей, визначених програмою НУШ.

Важливо підкреслити, що мобільні застосунки не замінюють, а доповнюють традиційне хімічне експериментування та пояснення вчителя. Ефективна інтеграція застосунків у навчальний процес вимагає від учителів обізнаності з можливостями та обмеженнями інструментів, а також здатності приймати дидактично обґрунтовані рішення щодо їх використання. Якщо шкільні правила обмежують використання мобільних телефонів на уроках, застосунки все ж таки можуть ефективно застосовуватися для домашнього навчання та самостійної практики.

Як обмеження даного дослідження слід зазначити, що відбір представлених застосунків базується на теоретичному аналізі та не містить емпіричних даних про реальну ефективність застосунків у класі. Як напрямок подальших досліджень рекомендується практичне тестування мобільних застосунків в українському загальноосвітньому шкільному середовищі, а також проведення порівняльних аналізів ефективності традиційних та цифрово підтримуваних методів навчання.

Список використаних джерел

1. Локшиної О.І. Моніторинг якості освіти: світові досягнення та українські перспективи. Київ: *K.I.C.*, 2004. С. 128.
2. Лікарчук І. Непопулярні науки: чому фізика та хімія «не потрібні» більшості учнів. Освітній портал, 2021–2022. <https://op.ua/news/osvita-v-ukraini/nepopulyarni-nauki-chomu-fizika-ta-himiya-ne-potribni-bilshosti-uchniv> (доступ 24.04.2023)
3. Prensky M. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*. 2001, 9(5). 1–6. Doi: 10.1108/10748120110424816.
4. Bactong G.G., Sabas A.D.H., Salva K.M.M., Lituafias A.J.B., Walag A.M.P. Design, Development, and Evaluation of CHEMBOND: An Educational Mobile Application for the Mastery of Binary Ionic Bonding Topic in Chemistry. *J. Innov. Teach. Learn.* 2021, 1(1). 4–9. Doi: 10.12691/jitl-1-1-2.
5. Cook E., Kennedy E., McGuire S.Y. Effect of teaching metacognitive learning strategies on performance in general chemistry courses. *J. Chem. Educ.* 2013, 90. 961–967. Doi: 10.1021/ed300686h.
6. Woldeamanuel M., Atagana H., Engida T. What makes chemistry difficult? *Afr. J. Chem. Educ.* 2014, 4. 31–43.
7. Alqahtani M., Mohammad H. Mobile applications' impact on student performance and satisfaction. *Turk. Online J. Educ. Technol.*, 2015, 14. 102–112.
8. Pilar R-A., Jorge A., Cristina C. The Use of Current Mobile Learning Applications in EFL. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 2013, 103. 1189–1196. Doi: 10.1016/j.sbspro.2013.10.446.
9. Scornavacca E., Huff S., Marshall S. Mobile phones in the classroom: If you can't beat them, join them. *Commun. ACM*. 2009, 52. 142–146. Doi: 10.1145/1498765.1498803.
10. Постанови Кабінету Міністрів України від 21 лютого 2018 р. № 87 "Про затвердження Державного стандарту початкової освіти. Редакція від 06.10.2020
11. Лашевська Г.А. Модельна навчальна програма «Хімія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти. Міністерство освіти і науки України, наказ №1001, 16.08.2023.
12. Григорович О.В. Модельна навчальна програма «Хімія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти. Міністерство освіти і науки України, наказ №1575, 27.12.2023.
13. Human Rights Watch. Україна: тяжкі наслідки війни для закладів освіти та майбутнього дітей. Human Rights Watch, 2023. <https://www.hrw.org/uk/news/2023/11/08/ukraine-wars-toll-schools-childrens-future> (доступ 8.11.2023).
14. Закриття малокомплектних шкіл, або як держава забиває цвяхи у труну села. Спільне. <https://commons.com.ua/uk/zakrittya-malokompletnih-shkil-abo-yak-derzhava-zabivaye-tsvyahi-u-trunu-sela/> (доступ 22.08.2016).
15. Найбільше цифрову трансформацію української освіти гальмує недостатнє фінансування: результати опитування вчителів і директорів. Нова українська школа, 2024. <https://nus.org.ua/news/najbilshe-tyfrovu-transformatsiyu-ukrayinskoyi-osvity-galmuye-ndostatnye-finansuvannya-rezultaty-opytuvannya-vchyteliv-i-dyrektoziv/> (26.12.2024).
16. Anstey L.M., Watson G.P.L. A Rubric for Evaluating E-Learning Tools in Higher Education. *EDUCAUSE Review (Online)*, 2018. P.7.
17. Green L.S., Hechter R.P., Tysinger P.D., Chassereau K.D. Mobile app selection for 5th through 12th grade science: The development of the MASS rubric. *Comput. Educ.*, 2014, 75. 65–71. Doi: 10.1016/j.compedu.2014.02.007.
18. Atlas Educational Software. Periodic Table Quiz (v.1.x). App Store, 2017. <https://apps.apple.com/app/periodic-table-quiz/id1291141314>
19. DOSA Apps. Unreal Chemist - Chemistry Lab (v.3.0.1). Google Play Store, 2021. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.PixelMiller.UnrealChemist>

20. Joazco. V-SPER (v.1.6.0). Google Play Store, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.joazco.vesper>. 2022.

Стаття надійшла до редакції: 24.10.2025 р.

THE ROLE OF MOBILE APPLICATIONS IN CHEMISTRY TEACHER TRAINING AND IN UPPER PRIMARY SCHOOL EDUCATION (GRADES 7-9)

¹Molnar K.A., ¹Filep M.J., ¹Csoma Z.Z., ^{1,2}Sabov M.Yu., ¹Bak E.O.

¹Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian University,
Kossuth Sq. 6, 90200, Beregovo, Ukraine

²Uzhhorod National University, Pidgirna St. 46, 88000, Uzhhorod; Ukraine,
e-mail: molnar.krisztina@kmf.org.ua

In Ukraine, chemistry – similar to most natural science subjects – is not among students' favorite subjects. Several studies show that chemistry is one of the least popular subjects among the 12-15 age group. However, numerous didactic methods and tools are available that could be suitable for fostering love for this science and shaping student attitudes in a positive direction. A fundamental characteristic of chemistry teaching is that experimentation is an indispensable element of the subject's instruction. However, the current generation, which is already growing up as digital natives, has their daily lives interwoven with mobile devices and applications. This generation naturally uses smartphones and tablets for information gathering, communication, and entertainment alike. The integration of modern digital pedagogy tools into chemistry teaching is therefore not merely an opportunity, but also a pedagogical necessity. A key task of teacher training is to prepare prospective educators for 21st-century educational challenges. It is not sufficient for a newly qualified chemistry teacher to possess merely subject-specific and methodological knowledge; it is essential that they be familiar with digital educational tools, understand the pedagogical application possibilities of chemistry mobile applications, and be capable of consciously integrating these into the teaching process in a didactically grounded manner. The aim of this study is to provide a systematic overview of mobile applications applicable in chemistry education, with particular regard to tools relevant for upper primary school (grades 7-9). Through its practice-oriented approach, the article may serve as a reference for both teacher training instructors and practicing educators.

Keywords: mobile applications, chemistry education, subject methodology, teacher training, digital competence, general education school.

References

1. Lokshynoi O.I. Monitorynh yakosti osvity: svitovi dosiahnennia ta ukraïnski perspektyvy. Kyiv: K.I.S, 2004. S. 128. (in Ukr.).
2. Likarchuk I. Nepopuliarni nauky: chomu fizyka ta khimiia «ne potribni» bilshosti uchniv. Osvitnii portal, 2021-2022. <https://op.ua/news/osvita-v-ukraini/nepopulyarni-nauki-chomu-fizika-ta-himiya-ne-potribni-bilshosti-uchniv> (dostup 24.04.2023) (in Ukr.).
3. Prensky M. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*. 2001, 9(5). 1–6. Doi: 10.1108/10748120110424816.
4. Bactong G.G., Sabas A.D.H., Salva K.M.M., Lituañas A.J.B., Walag A.M.P. Design, Development, and Evaluation of CHEMBOND: An Educational Mobile Application for the Mastery of Binary Ionic Bonding Topic in Chemistry. *J. Innov. Teach. Learn.* 2021, 1(1). 4–9. Doi: 10.12691/jitl-1-1-2.
5. Cook E., Kennedy E., McGuire S.Y. Effect of teaching metacognitive learning strategies on performance in general chemistry courses. *J. Chem. Educ.* 2013, 90. 961–967. Doi: 10.1021/ed300686h.
6. Woldeamanuel M., Atagana H., Engida T. What makes chemistry difficult? *Afr. J. Chem. Educ.* 2014, 4. 31–43.

7. Alqahtani M., Mohammad H. Mobile applications' impact on student performance and satisfaction. *Turk. Online J. Educ. Technol.*, 2015, 14. 102–112.
8. Pilar R-A., Jorge A., Cristina C. The Use of Current Mobile Learning Applications in EFL. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 2013, 103. 1189–1196. Doi: 10.1016/j.sbspro.2013.10.446.
9. Scornavacca E., Huff S., Marshall S. Mobile phones in the classroom: If you can't beat them, join them. *Commun. ACM.* 2009, 52. 142–146. Doi: 10.1145/1498765.1498803.
10. Postanovy Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 21 liutoho 2018 r. № 87 "Pro zatverdzhennia Derzhavnoho standartu pochatkovoï osvity. Redaktsiia vid 06.10.2020
11. Lashevskia H.A. Modelna navchalna prohrama «Khimiiia. 7–9 klasy» dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy, nakaz №1001, 16.08.2023. (in Ukr.).
12. Hryhorovych O.V. Modelna navchalna prohrama «Khimiiia. 7–9 klasy» dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy, nakaz №1575, 27.12.2023. (in Ukr.).
13. Human Rights Watch. Ukraina: tiazhki naslidky viiny dlia zakladiv osvity ta maibutnoho ditei. Human Rights Watch, 2023. <https://www.hrw.org/uk/news/2023/11/08/ukraine-wars-toll-schools-childrens-future> (dostup 8.11.2023). (in Ukr.).
14. Zakryttia malokomplektnykh shkil, abo yak derzhava zabyvaie tsviakhy u trunu sela. Spilne. <https://commons.com.ua/uk/zakryttia-malokompletnih-shkil-abo-yak-derzhava-zabivaye-tsvyahi-u-trunu-sela/> (dostup 22.08.2016). (in Ukr.).
15. Naibilshe tsyfrovu transformatsiiu ukrainskoi osvity halmuie nedostatnie finansuvannia: rezultaty opytuvannia vchyteliv i dyrektoriv. Nova ukrainska shkola, 2024. <https://nus.org.ua/news/najbilshe-tsifrovu-transformatsiyu-ukrayinskoyi-osvity-galmuye-nedostatnye-finansuvannya-rezultaty-opytuvannya-vchyteliv-i-dyrektoriv/> (26.12.2024). (in Ukr.).
16. Anstey L.M., Watson G.P.L. A Rubric for Evaluating E-Learning Tools in Higher Education. *EDUCAUSE Review (Online)*, 2018. P.7.
17. Green L.S., Hechter R.P., Tysinger P.D., Chassereau K.D. Mobile app selection for 5th through 12th grade science: The development of the MASS rubric. *Comput. Educ.*, 2014, 75. 65–71. Doi: 10.1016/j.compedu.2014.02.007.
18. Atlas Educational Software. Periodic Table Quiz (v.1.x). App Store, 2017. <https://apps.apple.com/app/periodic-table-quiz/id1291141314>
19. DOSA Apps. Unreal Chemist - Chemistry Lab (v.3.0.1). Google Play Store, 2021. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.PixelMiller.UnrealChemist>
20. Joazco. V-SPER (v.1.6.0). Google Play Store, 2022. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.joazco.vesper>