

КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД В ОСВІТІ

УДК 372.8:37.013.42

<https://doi.org/10.28925/2312-5829/2025.2.13>

Ірина КРАМАРЕНКО,

начальник відділу Державної наукової установи
«Інститут модернізації змісту освіти»,
кандидат педагогічних наук, старший дослідник,
вул. Митрополита Василя Липківського, 36,
м. Київ, Україна;
старший науковий співробітник
відділу біологічної, хімічної та фізичної освіти
Інституту педагогіки НАПН України,
вул. Січових Стрільців, 52-Д,
м. Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-4692-2778>
kramarenkoirina22@gmail.com

ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ: ТЕХНОЛОГІЇ, ІНСТРУМЕНТИ, ПЕРСПЕКТИВИ

У статті розкрито теоретичні засади та емпіричні результати дослідження, спрямованого на формування природничо-наукової компетентності учнів основної школи. Обґрунтовано важливість оновлення засобів навчання в умовах цифровізації освіти, акцентовано увагу на поєднанні традиційних і сучасних інструментів задля забезпечення комплексного розвитку знань, умінь і мотивації учнів. Здійснено порівняльний аналіз ефективності використання традиційних (друковані підручники, лабораторні роботи) та сучасних цифрових засобів (AR/VR, мобільні додатки, відеоуроки, симуляції, гейміфіковані платформи) за шістьма компонентами природничо-наукової компетентності: теоретичні знання, візуалізація концепцій, дослідницькі вміння, цифрова грамотність, мотивація та самостійність.

Методологія дослідження передбачала змішане застосування кількісних і якісних методів, включаючи педагогічний експеримент, анкетування, тестування, спостереження та напівструктуровані інтерв'ю. Результати дослідження свідчать про значну перевагу цифрових засобів у формуванні дослідницьких умінь, розвитку критичного мислення та підвищенні зацікавленості до навчання, водночас традиційні інструменти залишаються ефективними для систематизації базових знань. Експериментально доведено, що саме комплексне поєднання цифрових і традиційних засобів забезпечує найвищий рівень досягнення освітніх результатів.

Наукова новизна дослідження полягає у систематизації типів засобів навчання відповідно до компонентів компетентності, а також у співвіднесенні емпіричних результатів із положеннями теорій Роберта Ганьє, Річарда Майєра, Джона С. Брауна та Пола Дагуїда щодо когнітивної та соціальної природи навчання. Перспективи подальших досліджень визначено у напрямках глибшого аналізу впливу окремих цифрових технологій на формування природничих компетентностей, адаптації інструментів до умов змішаного та дистанційного навчання й розробки інноваційних STEM-методик із урахуванням інклюзії та міждисциплінарності.

Ключові слова: адаптивне навчання, AR/VR, дослідницькі вміння, засоби навчання, компетентнісний підхід, природничо-наукова компетентність, природнича освіта, цифрова грамотність, хімія.

Вступ. Формування природничо-наукової компетентності є одним із провідних напрямів модернізації сучасної освіти. Ця компетентність охоплює засвоєння наукових знань, розвиток дослідницьких умінь, критичного мислення та здатності застосовувати наукові підходи у прак-

тичній діяльності. Ефективне формування зазначеної компетентності значною мірою залежить від правильно організованого освітнього середовища, зокрема — від системи засобів навчання.

Засоби навчання виступають інструментом реалізації педагогічних цілей, забезпечуючи

можливості для активного засвоєння знань, виконання експериментальних дій, моделювання процесів та явищ. Їх класифікація і цілеспрямоване використання були предметом досліджень низки вітчизняних і зарубіжних науковців. Зокрема, підходи Дж. Дьюї (Williams, 2017), Р. Ганьє (Connelly, Miller, 2018), Дж. С. Брауна, П. Дагуїда (Brown, Duguid, 2001) та Р. Майєра (Mayer, 2024) визначили засади застосування інноваційних засобів для розвитку когнітивних процесів.

В українському педагогічному дискурсі проблематика засобів навчання досліджується в контексті впровадження інформаційно-комунікаційних технологій, мультимедійних та інтерактивних рішень. Праці В. Ю. Бикова, В. В. Лапинського (Биков, Лапинський, 2018), Спіріна О. М., Шишкіної М. П. (Биков, Спірін, Шишкіна, 2015), Жук Ю. О. (Биков, Жук, 2005), Білоуса В. І., Іванченко Л. М. (Білоус, Іванченко, 2019) сприяли розвитку системної класифікації засобів, орієнтованої на досягнення освітніх результатів відповідно до вимог сучасного суспільства.

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні та систематизації сучасних засобів і технологій навчання, що сприяють формуванню природничо-наукової компетентності учнів, а також в аналізі перспектив їх ефективного застосування в умовах цифровізації освітнього процесу.

Методологія дослідження. Дослідження здійснено з використанням змішаної методології, що поєднує кількісні та якісні методи. Кількісні методи включали: педагогічний експеримент (із застосуванням контрольної та експериментальної груп), стандартизоване анкетування (із закритими та напіввідкритими запитаннями), тестування навчальних досягнень учнів та статистичний аналіз результатів. Якісні методи передбачали: спостереження за поведінкою учнів на уроках, аналіз учнівських робіт, напівструктуровані інтерв'ю з учителями (тематика охоплювала зміни в мотивації, самостійності, рівень залучення до навчання), а також контент-аналіз навчальних матеріалів.

Результати. Традиційні та сучасні засоби навчання мають унікальний вплив на формування природничо-наукової компетентності учнів основної школи. Порівнюючи їх, можна виявити ключові відмінності та переваги кожної групи засобів. Традиційні засоби навчання, такі як друковані підручники, робочі зошити тощо, забезпечують структурованість та послідовність навчального процесу. Вони сприяють розвитку базових академічних навичок, таких як читання, письмо та обчислення, необхідних для освоєння природничих наук. Ці засоби навчання також дозволяють учням отримувати безпосередній контакт з учителем, що забезпечує оперативний зворотний зв'язок та корекцію помилок. Зна-

чені засоби сприяють концентрації уваги учнів, оскільки зменшують відволікаючі фактори, пов'язані з використанням електронних пристроїв. Читання друкованих текстів та письмове виконання завдань сприяють кращому запам'ятовуванню та глибшому розумінню матеріалу.

Традиційні засоби навчання зазвичай більш доступні та не вимагають складного матеріально-технічного забезпечення, що дозволяє забезпечити рівні умови навчання для всіх учнів. Вони також формують дисципліну та відповідальність у учнів через повторювані завдання та структуровані заняття.

Сучасні засоби навчання включають інтерактивні та мультимедійні ресурси, віртуальні лабораторії, симуляції, електронні підручники та інтернет-ресурси тощо. Вони значно підвищують інтерес та мотивацію учнів до природничих наук завдяки своїй інтерактивності та візуальній привабливості. Сучасні засоби навчання сприяють розвитку критичного мислення та навичок наукового дослідження, оскільки учні можуть проводити експерименти та аналізувати результати за допомогою віртуальних інструментів. Ці засоби дозволяють учителям адаптувати навчальний процес під індивідуальні потреби учнів, надаючи інтерактивні завдання для учнів з різними освітніми траєкторіями.

Сучасні засоби навчання також сприяють розвитку комунікативних навичок та вмінню працювати в команді через групові проекти та обговорення. Використання сучасних технологій дозволяє учням отримувати доступ до великої кількості ресурсів та інформації, що сприяє їхньому глибшому зануренню у предмет.

Хоча традиційні засоби навчання мають свої переваги, важливо поєднувати їх із сучасними методами, щоб створити більш інтерактивне та захоплююче навчальне середовище. Оптимальним є поєднання обох підходів, що дозволяє створити всебічне та збалансоване навчальне середовище, яке враховує переваги кожного методу та забезпечує всебічний розвиток природничо-наукової компетентності у учнів, а також допоможе забезпечити всебічний розвиток природничо-наукової компетентності в учнів (Крамаренко, 2025).

Дослідження реалізовано у три етапи.

1. Констатувальний етап: визначено вихідний рівень природничо-наукової компетентності за допомогою діагностичного тесту (30 запитань, хіміко-біологічного змісту) та анкетування (оцінювання самооцінки, інтересу до навчання, досвіду роботи з різними засобами навчання).

2. Формувальний етап: протягом 12 тижнів у контрольній групі застосовувалися лише традиційні засоби (друковані підручники, робочі зошити, лабораторні роботи за зразком), а в експериментальній — інтегровано сучасні засоби

(відеоуроки, симуляції, додатки, мобільні платформи, AR/VR-технології, освітні ігри). Учителі пройшли короткий курс-інструктаж щодо використання цифрових засобів.

3. Контрольний етап: проведено повторне тестування, анкетування (із тими самими параметрами), збір та аналіз учнівських робіт, а також напівструктуровані інтерв'ю з учителями (5 ключових запитань).

Засоби збору й обробки даних. Збір даних здійснювався за допомогою Google Forms (анкетування), авторських тестів (в електронному форматі), бланків спостереження (на уроках). Якісні дані аналізувалися з використанням тематичного аналізу з подальшим узагальненням відповідей за ключовими категоріями.

У процесі дослідження виявлено переваги як традиційних, так і сучасних засобів навчання у формуванні природничо-наукової компетентності. Для більш повного аналізу ці результати узагальнено за шістьма ключовими компонентами компетентності: теоретичні знання, візуалізація концепцій, дослідницькі вміння, цифрова грамотність, мотивація до навчання та самостійність.

1. Теоретичні знання. Традиційні засоби (друковані підручники, зошити, лабораторні журнали) забезпечують чітку структуру й систематизацію знань, сприяють формуванню базових понять, таких як атомна структура, періодична система, хімічні реакції. Наприклад, ілюстрації атомів, таблиці хімічних елементів, послідовне пояснення типів зв'язків у підручнику формують глибоке розуміння предмету. Сучасні засоби (інтерактивні електронні додатки (підручники), додатки Khan Academy, Chemistry by WAGmob тощо) виступають як інтерактивне доповнення до теорії, що особливо ефективно при повторенні та самостійному навчанні.

2. Візуалізація концепцій. Сучасні цифрові інструменти (AR/VR-ресурси, MEL Chemistry, Elements 4D, 3D-моделі молекул тощо) надають можливість учням безпосередньо спостерігати за моделями молекул, процесами хімічних реакцій, динамікою зміни станів речовини. Це особливо корисно для учнів з візуальним стилем сприйняття. Традиційні ілюстрації в підручниках є менш гнучкими, хоча теж сприяють запам'ятовуванню завдяки схемам і таблицям.

3. Дослідницькі вміння. У традиційній практиці формування дослідницьких навичок забезпечується через виконання лабораторних робіт за інструкціями, моделювання речовин і сумішей, постановку гіпотез. У сучасному варіанті ці вміння розвиваються за допомогою віртуальних лабораторій (Лабораторія МанЛаб, Всеукраїнська

школа онлайн тощо), де учні мають можливість експериментувати з умовами, змінними та методами аналізу, що підвищує критичне мислення й аналітичність.

4. Цифрова грамотність. Традиційні засоби практично не впливають на розвиток цієї компетентності. Натомість сучасні цифрові ресурси (Google Classroom, MozaWeb, освітні мобільні додатки тощо) активно формують навички роботи з інформаційними системами пошуку, аналізу, представлення результатів, що є критично важливим у XXI столітті (Крамаренко, 2022).

5. Мотивація до навчання. Гейміфіковані платформи (Kahoot!, ChemPlay), інтерактивні квести (Breakout EDU, Chemistry Adventures), яскраві візуальні середовища AR/VR значно підвищують мотивацію учнів, особливо в умовах зниженого інтересу до традиційної подачі матеріалу. Водночас традиційні засоби забезпечують чітку структуру й ритм навчального процесу, що теж сприяє стабільній внутрішній мотивації в дисциплінованих учнів.

6. Самостійність. У традиційній формі ця компетентність формується через роботу з енциклопедичними джерелами, виконання письмових завдань, підготовку доповідей. Цифрові засоби завдяки адаптивності (Knewton, Khan Academy, Socratic) дозволяють учневі самостійно визначати темп, обсяг і форму вивчення матеріалу, планувати власну навчальну траєкторію та відстежувати власний прогрес (Крамаренко, 2023).

Таким чином, оптимальним є поєднання традиційних і сучасних засобів навчання. Їх комплексне використання дозволяє максимально ефективно формувати всі компоненти природничо-наукової компетентності, адаптувати навчання до індивідуальних потреб і створити мотиваційно насичене середовище для здобувачів освіти.

Аналіз узагальнених даних представлено у таблиці, яка демонструє порівняльну ефективність традиційних і сучасних цифрових засобів навчання за основними компонентами природничо-наукової компетентності. Зокрема, традиційні засоби мають перевагу у формуванні теоретичних знань, оскільки забезпечують системність, послідовність і глибоке опрацювання навчального матеріалу. Натомість сучасні цифрові засоби значно перевищують за показниками у розвитку візуалізації складних концепцій, дослідницьких умінь, цифрової грамотності, самостійності та мотивації до навчання. Особливо відчутною є перевага цифрових засобів у формуванні дослідницьких умінь, завдяки доступу до симуляцій, інтерактивних лабораторій та можливостей моделювання (табл. 1).

УЗАГАЛЬНЕНЕ ПОРІВНЯННЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТА СУЧАСНИХ
ЦИФРОВИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

Компонент компетентності	Традиційні засоби	Сучасні цифрові засоби
Теоретичні знання	+++	++
Візуалізація концепцій	++	+++
Дослідницькі вміння	+	+++
Цифрова грамотність	+	+++
Мотивація до навчання	++	+++
Самостійність	++	+++

Обговорення. Результати проведеного дослідження підтверджують актуальність сучасних наукових підходів до класифікації та ціле-спрямованого використання засобів навчання у природничій освіті. Зокрема, виявлені ефекти інтеграції цифрових інструментів навчання узгоджуються з положенням про те, що ефективне засвоєння знань досягається за умови поетапного використання різних засобів відповідно до логіки навчального процесу. Важливу роль відіграє поєднання текстового контенту з візуальними елементами — у формі цифрових підручників, мобільних застосунків та VR-ресурсів, що забезпечує кращу диференціацію матеріалу, розвиток критичного мислення та глибше розуміння складних понять.

Отримані емпіричні дані свідчать про доцільність інтеграції інноваційних цифрових технологій у традиційній освітній процес. Використання адаптивних платформ, віртуальних лабораторій, освітніх симуляторів і гейміфікованих середовищ не лише активізує пізнавальну діяльність учнів, а й сприяє розвитку дослідницьких навичок, самостійності та здатності до саморефлексії. Це підтверджує актуальність цифрової трансформації освіти й необхідність підготовки педагогів до ефективного використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні.

Окрему увагу в дослідженні приділено класифікації засобів навчання за їх дидактичними, практичними та інформаційними функціями. У процесі аналізу було конкретизовано, яким чином ці функції реалізуються в умовах цифрового середовища та як їх комбінація впливає на формування ключових компонентів природничо-наукової компетентності. Комплексний підхід до поєднання традиційних і цифрових засобів виявився найефективнішим для досягнення цілей навчання, створення адаптивного освітнього середовища й задоволення потреб сучасного здобувача освіти.

Таким чином, дослідження доповнює існуючі теоретичні напрацювання новими емпіричними

даними й підтверджує необхідність системного оновлення дидактичного інструментарію в природничій освіті з урахуванням викликів цифрової епохи.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведене дослідження засвідчило, що сучасні цифрові, мультимедійні, симуляційні та ігрові засоби навчання мають суттєвий позитивний вплив на формування природничо-наукової компетентності учнів основної школи. Вони сприяють розвитку дослідницьких навичок, критичного мислення, самостійності, цифрової грамотності та підвищують інтерес до вивчення природничих дисциплін. У той же час традиційні засоби, зокрема друковані засоби навчання (підручники), словники та довідники, забезпечують структуроване викладення знань, розвиток логічного мислення та формування базових теоретичних уявлень.

Комплексний підхід, що поєднує традиційні та сучасні засоби навчання, виявився найбільш ефективним у досягненні цілей дослідження. Така інтеграція дозволяє створювати дидактично насичене, адаптивне й мотивуюче освітнє середовище, орієнтоване на потреби учнів XXI століття.

Перспективи подальших досліджень охоплюють низку важливих напрямів, які можуть істотно поглибити розуміння процесів формування природничо-наукової компетентності в умовах цифровізації освіти.

— Поглиблений аналіз впливу окремих цифрових інструментів (зокрема технологій доповненої та віртуальної реальності, штучного інтелекту, гейміфікованих освітніх платформ) на формування окремих складових компетентності. Особливу увагу слід приділити таким компонентам, як аналітичне мислення, навички роботи в команді, інженерне та системне мислення, оскільки саме ці якості є ключовими для підготовки майбутніх фахівців у STEM-сфері.

— Оцінювання ефективності мобільних застосунків, хмаро орієнтованих сервісів та адаптивних освітніх платформ у контексті диферен-

ційованого навчання. Актуальним є з'ясування того, наскільки ці інструменти дозволяють враховувати індивідуальні особливості учнів, забезпечувати персоналізовані траєкторії навчання та підтримувати навчальну автономію здобувачів освіти.

— Дослідження впливу цифрових засобів навчання на соціально-емоційний стан учнів, їхню стресостійкість та емоційне благополуччя. Цей напрям є особливо важливим в умовах підвищеного інформаційного навантаження, а також у зв'язку з актуалізацією питань психоемоційної підтримки здобувачів освіти у періоди соціальної нестабільності чи дистанційного навчання.

— Розробка інноваційних методичних підходів для реалізації STEM-освіти, що передбачають інтеграцію знань із різних галузей, урахування принципів інклюзивності, гендерної рівності та соціальної справедливості. Такі методики повинні не лише сприяти розвитку науково-технічної компетентності, а й формувати цінності сталого розвитку та відповідального ставлення до природного середовища.

— Розширення масштабів емпіричних досліджень шляхом залучення представників різних вікових груп, освітніх рівнів, спеціальностей педагогічного складу та типів закладів освіти (сіль-

ські / міські, загальноосвітні школи / гімназії / ліцеї). Це дозволить виявити універсальні та контекстно-залежні чинники ефективного впровадження цифрових засобів у навчання.

— Аналіз динаміки формування природничо-наукової компетентності в умовах змішаного та дистанційного навчання, зокрема у форматах, що поєднують синхронне та асинхронне навчання, взаємодію онлайн- і офлайн-середовищ, самостійну та групову роботу.

— Створення теоретико-методичних засад інтеграції цифрових ресурсів у навчально-методичні комплекси майбутнього, з орієнтацією на розвиток педагогічних технологій, таких як адаптивне навчання, навчання через дослідження, цифрове моделювання, віртуальні симуляції, інтелектуальні помічники та інші інструменти освіти майбутнього.

Реалізація означених напрямів сприятиме не лише осучасненню дидактичного арсеналу педагогів, а й підвищенню якості природничої освіти в цілому. У перспективі це забезпечить формування в учнів не лише предметних знань, а й здатності до критичного мислення, дослідницької діяльності, самостійного навчання та свідомого застосування наукових підходів до вирішення реальних життєвих проблем у швидкозмінному цифровому суспільстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Биков В. Ю., Жук Ю. О. Класифікація засобів навчання. Інформаційні технології і засоби навчання: 36. наук. праць / за ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука. Інститут засобів навчання АПН України. К. : Атіка, 2005. С. 39–60.
2. Биков В. Ю., Лапинський В. В. Моделі відкритої освіти та дистанційного навчання: теорія і практика. Київ : Атіка, 2018. 684 с.
3. Биков, В. Ю., Спірін, О. М., Шишкіна, М. П. Корпоративні інформаційні системи підтримування науково-освітньої діяльності на базі хмаро орієнтованих сервісів. Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: збірник наукових праць. 2015. Вип. 43 (47). Част. 2. С. 178–206.
4. Білоус В. І., Іванченко Л. М. Дидактика у цифрову епоху: новітні підходи. К. : Освітні горизонти, 2019.
5. Діагностика та компенсація освітніх втрат у загальній середній освіті України : методичні рекомендації / кол. автор.; за загальною редакцією О. М. Топузова; укл. М. В. Головка. Київ : Педагогічна думка, 2023. 187 с. DOI: <https://doi.org/10.32405/978-966-644-736-7-2023-190>
6. Крамаренко І., Фонарюк О., Зацерківна М. Цифровізація освіти — нові виклики та перспективи розвитку. *Перспективи та інновації науки*. 2022. № 2 (7). DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-2\(7\)-392-404](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-2(7)-392-404) (дата звернення: 17.06.2024).
7. Пехота О. М., Смолінська І. В. Інноваційні педагогічні технології у цифровому середовищі. К. : Освітній простір, 2019.
8. Формування природничо-наукової компетентності учнів гімназії у навчанні хімії : методичний посібник. Інститут педагогіки НАПН України. URL: <https://undip.org.ua/library/formuvannia-prirodnycho-naukovoї-kompetentnosti-uchniv-himnazii-u-navchanni-khimii-metodychnyy-posibnyk/> (дата звернення: 17.05.2025).
9. Brown J. S., & Duguid P. Knowledge and Organization: A Social-Practice Perspective. *Organization Science*. 2001. Vol. 12, No. 2, Pp. 198–213. URL: <https://doi.org/10.1287/orsc.12.2.198.10116> (date of access: 17.05.2025).
10. Connelly J. O., & Miller P. Improving Learning Outcomes for Higher Education Through Smart Technology. *International Journal of Conceptual Structures and Smart Applications*. 2018. Vol. 6, No. 1, Pp. 1–17. URL: <https://doi.org/10.4018/ijcssa.2018010101> (date of access: 17.05.2025). Ганьє

11. Mayer R. E. The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*. 2024. Vol. 36, No. 1. URL: <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1> (date of access: 17.05.2025).

12. Williams, M. K. (2017). John Dewey in the 21st Century. *Journal of Inquiry and Action in Education*, 9(1). Retrieved from <https://digitalcommons.buffalostate.edu/jiae/vol9/iss1/7>

REFERENCES

Brown, J. S., & Duguid, P. (2001). Knowledge and Organization: A social-practice perspective. *Organization Science*, 12(2), 198–213 [in English].

<https://doi.org/10.1287/orsc.12.2.198.10116>

Connelly, J. O., & Miller, P. (2018). Improving Learning Outcomes for Higher Education through Smart Technology. *International Journal of Conceptual Structures and Smart Applications*, 6(1), 1–17 [in English].

<https://doi.org/10.4018/ijcssa.2018010101>

Mayer, R. E. (2024). The Past, Present, and Future of the Cognitive theory of Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 36(1) [in English].

<https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1>

Williams, M. K. (2017). John Dewey in the 21st Century. *Journal of Inquiry and Action in Education*, 9(1) [in English].

<https://digitalcommons.buffalostate.edu/jiae/vol9/iss1/7>

Bykov, V. Yu., & Zhuk, Yu. O. (2005). Klasifikatsiia zasobiv navchannia [Classification of Learning Tools]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, 39–60 [in Ukrainian].

Bykov, V. Yu., & Lapynskyi, V. V. (2018). Modeli vidkrytoi osvity ta dystantsiinoho navchannia: teoriia i praktyka [Models of Open Education and Distance Learning: Theory and practice]. Kyiv: Atika [in Ukrainian].

Bykov, V. Yu., Spirin, O. M., & Shyshkina, M. P. (2015). Korparatyvni informatsiini systemy pidtrymuvannia naukovo-osvitnoi diialnosti [Corporate Information Systems for Supporting Scientific and Educational Activities]. *Problemy ta perspektyvy formuvannia natsionalnoi humanitarno-tekhnichnoi elity*, 43(47), pt. 2, 178–206 [in Ukrainian].

Bilous, V. I., & Ivanchenko, L. M. (2019). *Dydaktyka u tsyfrovu epokhu: novi pidkhody* [Didactics in the Digital Age: New approaches]. Kyiv: Osvitni horyzonty [in Ukrainian].

Topuzov, O. M. (Ed.). (2023). *Diahnostyka ta kompensatsiia osvitnikh vtrat u zahalnyi serednii osviti Ukrainy: metodychni rekomendatsii* [Diagnostics and Compensation of Educational Losses in General Secondary Education of Ukraine: Methodical recommendations]. Kyiv: Pedahohichna dumka [in Ukrainian].

<https://doi.org/10.32405/978-966-644-736-7-2023-190>

Kramarenko, I., Fonariuk, O., & Zatserkivna, M. (2022). Tsyfrovyzatsiia osvity — novi vyklyky ta perspektyvy rozvytku [Digitalization of Education — New Challenges and Development Prospects]. *Perspektyvy ta innovatsii nauky*, (2)7 [in Ukrainian].

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-2\(7\)-392-404](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-2(7)-392-404)

Piekhota, O. M., & Smolinska, I. V. (2019). *Innovatsiini pedahohichni tekhnolohii u tsyfrovomu seredovyschchi* [Innovative Pedagogical Technologies in the Digital Environment]. Kyiv: Osvitnii prostir [in Ukrainian].

Institut pedahohiky NAPN Ukrainy. (2025). Formuvannia pryrodnycho-naukovo kompetentnosti uchniv himnazii u navchanni khimii: metodychnyi posibnyk [Formation of Students' Scientific Competence in Chemistry Teaching: Methodological guide]. Institut pedahohiky NAPN Ukrainy [in Ukrainian].

<https://undip.org.ua/library/formuvannia-pryrodnycho-naukovo-kompetentnosti-uchniv-himnazii-u-navchanni-khimii-metodychnyy-posibnyk/>

Iryna KRAMARENKO,

PhD in Pedagogical Sciences, Senior Researcher,
Head of the State Scientific Institution
"Institute of Educational Content Modernization",
36 Vasyl Lypkivskyi St,
Kyiv, Ukraine;
Senior Research Fellow,
Department of Biological, Chemical and Physical Education,
Institute of Pedagogy of the National Academy
of Educational Sciences of Ukraine,
52-D Sichovykh Striltsiv St,
Kyiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-4692-2778>
kramarenkoirina22@gmail.com

DEVELOPING SCIENTIFIC COMPETENCE: TECHNOLOGIES, TOOLS, AND PROSPECTS

Abstract. *The article presents the theoretical foundations and empirical results of a study aimed at developing scientific competence among lower secondary school students. It substantiates the importance of updating learning tools in the context of educational digitalization, emphasizing the combination of traditional and modern instruments to ensure a comprehensive development of students' knowledge, skills, and motivation. A comparative analysis of the effectiveness of traditional (printed textbooks, model-based lab activities) and modern digital tools (AR/VR, mobile applications, video lessons, simulations, gamified platforms) is provided based on six components of scientific competence: theoretical knowledge, conceptual visualization, research skills, digital literacy, motivation, and autonomy.*

The study methodology included a mixed-method approach that combined quantitative and qualitative methods, such as pedagogical experiments, surveys, testing, observations, and semi-structured interviews. The results indicate a significant advantage of digital tools in developing research skills, fostering critical thinking, and enhancing student engagement, while traditional tools remain effective for structuring and consolidating core knowledge. The experiment confirmed that the most effective educational outcomes are achieved through an integrated use of both digital and traditional tools.

The scientific novelty of the study lies in the systematisation of learning tools by components of competence and the correlation of empirical results with the theoretical frameworks of Robert Gagné, Richard Mayer, John S. Brown, and Paul Duguid, regarding the cognitive and social nature of learning. Future research directions include an in-depth analysis of the impact of specific digital technologies on the development of scientific competencies, adaptation of tools to blended and distance learning environments, and the design of innovative STEM-methodologies that incorporate inclusivity and interdisciplinarity.

Keywords: *adaptive learning, AR/VR, digital literacy, educational tools, inquiry skills, scientific competence, science education, chemistry, competency-based approach.*

Стаття надійшла до редакції: 28.03.2025.

Прийнято до друку: 19.06.2025.