

УДК 37.091.33-027.22:001]:378.016:54
DOI: 10.31652/2786-5754-2025-8-100-107

Шиян Н.І.

доктор педагогічних наук, професор,
завідувачка кафедри хімії та методики викладання хімії
Полтавський національний педагогічний
університет імені В.Г. Короленка
ORCID ID 0000-0002-8139-996X
e-mail: Pnpu25@gmail.com

Титаренко О.О.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцентка кафедри теорії і методики технологічної освіти
Полтавський національний педагогічний
університет імені В.Г. Короленка
ORCID ID 0000-0002-0156-8330
e-mail: otitarenko@gsuite.pnpu.edu.ua

ІНТЕГРАЦІЙНИЙ ПІДХІД У ФОРМУВАННІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗНАНЬ ЗАСОБАМИ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІН ХІМІЧНОГО СПРЯМУВАННЯ

У статті здійснено теоретичний аналіз інтеграційного підходу до формування функціональних знань у процесі дослідницького вивчення хімічних дисциплін. Поняття «функціональні знання» розглядається як багаторівневе інтегроване утворення, що поєднує когнітивні концепти, операційні вміння та рефлексивно-ціннісні установки, забезпечуючи їх мобільність у нових навчальних, міждисциплінарних і професійних контекстах. Акцентовано, що функціональні знання відрізняються від декларативних та процедурних високим рівнем інтегрованості, контекстуальності та здатністю до переносу. Обґрунтовано, що саме дослідницька діяльність, організована за трирівневою моделлю (репродуктивний – реконструктивний – евристичний рівні), виступає ключовим механізмом формування функціонального знання в освітньому процесі. Представлено сукупність дидактичних умов ефективного впровадження інтеграційного підходу: проблемно-орієнтований зміст, цифрові експериментальні платформи, гнучка модульна структура курикулуму, багаторівнева система оцінювання. Виокремлено три складові моделі інтеграційно-дослідницького середовища: контентну (наскрізні теми, міждисциплінарні узгодження), процесуальну (змішане навчання, STEM-проекти, цифрові лабораторії) та оцінювально-рефлексивну (портфоліо, само- й взаємооцінювання, цифрові форми контролю). Зазначено потенційні ризики імплементації моделі (контентне перевантаження, недостатня готовність викладачів, обмеження лабораторної бази) й окреслено шляхи їх мінімізації через цифровізацію досліджень і підвищення педагогічної кваліфікації. Модель забезпечує трансформацію предметного знання у функціональне, орієнтована на розвиток дослідницької автономії здобувачів освіти, і відповідає вимогам компетентнісної та STEM-орієнтованої хімічної освіти. Особливу увагу приділено ролі міждисциплінарних кейсів, які стимулюють застосування знань у нових контекстах. Показано, що ефективність моделі зростає за умов залучення здобувачів до етичного осмислення результатів досліджень. Окреслено перспективи масштабування інтеграційної моделі у систему фахової передвищої та вищої хімічної освіти.

Ключові слова: інтеграційний підхід, функціональні знання, дослідницька діяльність, хімічна освіта, цифрові лабораторії

Shiyan N.I.

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Head of the Department of Chemistry and Chemistry Teaching Methods
Poltava National Pedagogical
University named after V.G. Korolenko
ORCID ID 0000-0002-8139-996X
e-mail: Pnpu25@gmail.com

Titarenko O.O.

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Theory and Methods of Technological Education
Poltava National Pedagogical
University named after V.G. Korolenko
ORCID ID 0000-0002-0156-8330
e-mail: otitarenko@gsuite.pnpu.edu.ua

INTEGRATIVE APPROACH TO FORMING FUNCTIONAL KNOWLEDGE BY MEANS OF RESEARCH ACTIVITY WHEN STUDYING CHEMICAL DISCIPLINES

The article provides a theoretical analysis of the integration approach to the formation of functional knowledge in the process of research study of chemical disciplines. The concept of "functional knowledge" is considered as a multi-level integrated formation that combines cognitive concepts, operational skills and reflective-value attitudes, ensuring their mobility in new educational, interdisciplinary and professional contexts. It is emphasized that functional knowledge differs from declarative and procedural knowledge in a high level of integration, contextuality and transferability. It is substantiated that it is research activity, organized according to a three-level model (reproductive - reconstructive - heuristic levels), that acts as a key mechanism for the formation of functional knowledge in the educational process. A set of didactic conditions for the effective implementation of the integration approach is presented: problem-oriented content, digital experimental platforms, flexible modular curriculum structure, multi-level assessment system. Three components of the integration and research environment model are identified: content (cross-cutting themes, interdisciplinary coordination), procedural (blended learning, STEM projects, digital laboratories) and evaluative and reflective (portfolio, self- and peer assessment, digital control formats). Potential risks of implementing the model are indicated (content overload, insufficient teacher readiness, limited laboratory facilities) and ways to minimize them through the digitalization of research and improving pedagogical qualifications are outlined. The model ensures the transformation of subject knowledge into functional knowledge, is focused on the development of research autonomy of education seekers, and meets the requirements of competency-based and STEM-oriented chemical education. Particular attention is paid to the role of interdisciplinary cases that stimulate the application of knowledge in new contexts. It is shown that the effectiveness of the model increases when students are involved in ethically understanding research results. The prospects for scaling the integration model into the system of professional pre-university and higher chemical education are outlined.

Keywords: integration approach, functional knowledge, research activities, chemical education, digital laboratories

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сучасна хімічна освіта вимагає не лише засвоєння теоретичних знань, а й формування функціональних умінь, що забезпечують здатність здобувачів освіти застосовувати хіміко-технологічні концепти для розв'язання практичних і дослідницьких завдань. Інтеграційний підхід, поєднаний із системною дослідницькою діяльністю, дає змогу досягти цієї мети, забезпечуючи міждисциплінарне збагачення змісту та розвиток критичного мислення учнів і студентів. Актуальність проблеми посилюється переходом на компетентнісну модель освіти та необхідністю оновлення методик викладання хімічних дисциплін у контексті STEM-орієнтованого навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У працях М. Дзіковської представлено модель безперервної підготовки фахівців-хіміків, що спирається на інтеграцію й наступність освітніх рівнів, водночас орієнтуючись на формування професійних компетентностей засобами проблемно-дослідницьких методів [1, с. 76]. Т. Засекіна довела ефективність інтегративного підходу для створення цілісної природничої картини світу та підвищення якості засвоєння знань учнями [2, с. 45]. П. Нечипуренко зосередив увагу на структурі навчально-дослідницької діяльності старшокласників і виділив рівні їх самостійності, що безпосередньо впливають на формування функціональних знань [3, с. 137].

Монографія Т. Пушкарьової та О. Топузова окреслює інтегративно-діяльнісну педагогіку як методологічну основу поєднання змістової та дослідницької інтеграції, підкреслюючи значення діяльнісних технологій для розвитку ключових і предметних

компетентностей [4, с. 76]. І. Солошич розкрила дидактичні умови формування науково-дослідницької компетентності у студентів природничих спеціальностей і наголосила на необхідності цілеспрямованого проектування досліджень у навчальному процесі [5, с. 112]. Степанюк А. та Степанюк Т. обґрунтували інтеграційно-системний підхід до підготовки магістрів природничих наук, акцентуючи на синтезі фізики, хімії та біології як передумові формування комплексного уявлення про природничі явища [6, с. 211]. Стрижак Д. з колегами запропонували технологію формування дослідницької компетентності учнів, що поєднує мотиваційно-цільовий, змістовий та діяльнісний компоненти, забезпечуючи трансфер функціональних знань у практичну площину [7, с. 156].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри суттєві напрацювання щодо інтеграції змісту природничих дисциплін [2, с. 45] і наступності підготовки фахівців-хіміків [1, с. 76], концепт функціональних знань у хімічній освіті досі не отримав чіткого методологічного окреслення. По-перше, залишається неузгодженим термінологічний апарат: у публікаціях трапляється ототожнення функціональних знань із предметними, що знижує аналітичну точність досліджень. По-друге, більшість робіт зосереджується на шкільному або студентському рівні окремо, тоді як інтеграційний підхід вимагає вертикальної цілісності змісту й методів від базової до фахової підготовки [7, с. 156]. По-третє, у дослідницькій діяльності учнів і студентів акцент робиться переважно на процедурних аспектах (постановка експерименту, інтерпретація результатів) [3, с. 137], тоді як складники, що забезпечують перенос знань у нові міждисциплінарні контексти, опрацьовані фрагментарно. Нарешті, мало досліджено роль цифрових інструментів інтенсивного запиту та оброблення даних (онлайн-лабораторії, ІКТ-сенсори) у формуванні саме функціональних знань через інтегровані дослідження [5, с. 112]. Ці прогалини зумовлюють потребу в теоретично-аналітичному дослідженні, що синтезує різнорівневі аспекти інтеграції й дослідницької діяльності у хімічній освіті.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та аналітичний опис інтеграційного підходу до формування функціональних знань хімічного спрямування засобами дослідницької діяльності.

Виклад основного матеріалу. Інтеграційний підхід у сучасній природничій освіті формується на перехресті системного, компетентнісного та діяльнісного модусів пізнання, що зумовлює потребу у цілісному переосмисленні методологічних засад викладання хімічних дисциплін. Генеза ідеї інтеграції сягає початку ХХ ст., проте її концептуальне усталення відбулося у другій половині століття, коли дослідники поставили питання про подолання фрагментарності предметно орієнтованих знань і необхідність формування наукової картини світу, здатної відобразити структурно-функціональні та причинно-наслідкові зв'язки між природничими явищами [2, с. 13]. В українському освітньому дискурсі інтеграційна парадигма посилена положеннями «Нової української школи», яка визначає ключовими принципами міждисциплінарність, дослідницьку спрямованість і компетентнісну зорієнтованість змісту природничих дисциплін.

Системний підхід забезпечує макрологічний погляд на освітній процес, інтерпретуючи його як цілісну ієрархічну структуру взаємопов'язаних елементів, що детермінують виникнення нової якості – інтегрованого знання, недоступного у рамках окремої дисципліни [1, с. 105]. Компетентнісний підхід, у свою чергу, репрезентує навчальний результат через здатність суб'єкта виконувати певні професійні та соціально значущі дії на основі інтегративного поєднання знань, умінь і цінностей, фокусуючи увагу на функціональних, а не лише на декларативних параметрах знання [7, с. 155]. Діяльнісна інтерпретація навчання, розвинена у контексті інтегративно-діялісної педагогіки, трактує пізнання як процес перетворювальної активності, де саме дослідницька практика є каталізатором трансформації предметних знань у функціональні, тобто мобільні й переносимі між різними галузями та професійними ситуаціями [4, с. 76].

На стику згаданих підходів вибудовується сукупність методологічних принципів, що регламентують інтеграційний дизайн хімічної освіти. Принцип вертикальної наступності забезпечує безрозривну єдність базового, поглибленого та фахового рівнів підготовки, узгоджуючи цілі та результати на всіх етапах навчання [1, с. 127]. Міждисциплінарна кореляція вимагає системного узгодження тематичних і понятійних блоків хімії з фізикою, біологією, екологією та технологією, завдяки чому створюється когерентний змістовий простір, відображений у наскрізних лініях «Речовина – енергія», «Хімія та довкілля», «Хімічні технології і суспільство» [2, с. 45]. Принцип дослідницької детермінації актуалізує пріоритет проблемно-пошукових, експериментальних і проєктно-технологічних методів, що поступово переводять здобувача із репродуктивної у евристичну площину пізнавальної активності [3, с. 138].

Суттєвим чинником, що підсилює інтегративний ефект, постає інструментальний компонент – цифрові експериментальні платформи, сенсорні датчики та віртуальні лабораторії, які розширюють емпіричну базу і стимулюють статистичне та хіміометричне опрацювання даних, уможливлючи тим самим цілісний аналіз складних хімічних процесів [5, с. 169]. Проєктно-технологічний вимір інтеграції дістає завершення у модульно-суб'єктній гнучкості курикулуму, що дозволяє варіативно компонувати змістові блоки відповідно до інтересів здобувачів та потреб регіонального ринку праці, водночас зберігаючи системну логіку й міждисциплінарну узгодженість [6, с. 211].

Рефлексивно-ціннісна орієнтація інтеграційної моделі, посилена етичними й екологічними вимірами хімічної діяльності, сприяє усвідомленню соціальних наслідків технологічних рішень та формуванню відповідального ставлення до використання хімічних знань у професійній практиці [4, с. 83]. Відтак інтеграційний підхід, зумовлений системним, компетентнісним і діяльнісним баченням освіти, створює методологічний фундамент для конструктивної реконфігурації змісту та технологій викладання хімії, забезпечуючи перехід від фрагментарних предметних знань до функціональних, здатних до мобільного переносу й творчої трансформації у міждисциплінарних і професійних контекстах.

Категорія «функціональні знання» дедалі частіше розглядається як ключовий індикатор результативності природничої підготовки, оскільки відображає здатність суб'єкта не лише відтворювати навчальний матеріал, а й мобілізувати його для розв'язання дослідницьких, технологічних і соціально-значущих завдань. На відміну від декларативних (фактологічних) знань, що фіксують ізольовані відомості про хімічні явища, і процедурних, що обмежуються набором алгоритмів виконання лабораторних операцій, функціональні знання характеризуються високим ступенем мобільності, інтегрованості та трансферності й ґрунтуються на усвідомленні міжгалузевих зв'язків і контекстів застосування [2, с. 45].

У контексті компетентнісної парадигми функціональні знання слід інтерпретувати як ядро фахової компетентності, що поєднує систематизовані уявлення про речовини й процеси з уміннями їх критично аналізувати, моделювати та прогнозувати наслідки хімічних трансформацій [1, с. 76]. З опорою на емпіричні та теоретичні дослідження структуру функціональних знань доцільно розглядати крізь призму трьох взаємозалежних блоків: когнітивного, операційного та рефлексивно-оцінного.

До когнітивного блоку входять інтегровані понятійні системи, що об'єднують фізико-хімічні, біохімічні й екологічні концепти у єдине смислове поле. Його ядро становлять узагальнені категорії «речовина – енергія», «структура – властивості – функції», «процес – рівновага – керування», які забезпечують багатоаспектне пояснення хімічних явищ та їхніх технологічних застосувань. Формування такого блоку потребує орієнтації освітнього процесу на міждисциплінарні кейси та проблемні ситуації, що висвітлюють реальні виробничі або екологічні контексти [7, с. 156].

Операційний блок є сукупністю дослідницьких, проєктно-технологічних і аналітичних умінь, які дають можливість застосовувати когнітивні схеми для планування та реалізації

експерименту, оброблення емпіричних даних і валідації результатів. Його формування забезпечується переходом від репродуктивної до евристичної стратегії навчально-дослідницької діяльності, що передбачає зростання частки самостійності здобувача в постановці гіпотези, виборі методик та інтерпретації висновків [3, с. 137]. Інструментальною опорою виступають цифрові лабораторії, віддалені експериментальні платформи та хіміометричні пакети, які актуалізують статистичну обробку даних і підвищують достовірність висновків [5, с. 170].

Рефлексивно-оцінний блок охоплює здатність до критичного самоаналізу й оцінювання власної дослідницької діяльності у світлі соціальних, етичних та екологічних наслідків хімічних інновацій. Він передбачає усвідомлення особистої відповідальності за рішення, що впливають на довкілля та здоров'я суспільства, і формується через постійне залучення здобувачів до експертних обговорень, дискусій і колегіальних форм оцінювання результатів експерименту [4, с. 83].

Дидактичне впровадження концепту функціональних знань потребує корекції змісту та методів навчання. Передусім це стосується тематичного структурування матеріалу за принципом «наскрізних ліній», що інтегрують базові поняття з їхніми прикладними проєкціями (наприклад, від хімії елементів – до матеріалознавства й енергетики). Другою умовою є переведення традиційних лабораторних робіт у формат проблемних та дослідницьких проєктів, які мають незадані наперед результати й потребують вибору адекватних методик, інтерпретації неоднозначних даних та обґрунтування висновків для фахової аудиторії. Нарешті, необхідною є інтеграція рефлексивних практик (портфоліо, дослідницькі щоденники, критичні огляди літератури), що сприяють усвідомленню шляхів трансформації предметного знання у функціональне.

Таким чином, функціональні знання постають як багаторівнева система, котра поєднує концептуальний апарат хімії з операціональною спроможністю та ціннісною рефлексією. Їхнє цілеспрямоване формування можливе лише в інтеграційному освітньому середовищі, де дослідницька діяльність виконує роль механізму, що конвертує фрагментарні відомості у цілісні, мобільні та соціально релевантні смислові конструкції.

Ключовим чинником, що перетворює фрагментарне предметне знання на інтегровану функціональну систему, виступає дослідницька діяльність, яка моделює повний цикл наукового пізнання – від постановки проблеми до інтерпретації результатів. Методологічною основою її організації є концепція трирівневої самостійності учня або студента: репродуктивного, реконструктивного та евристичного рівнів [3, с. 137]. На репродуктивному рівні суб'єкт виконує експеримент за чітким алгоритмом, що забезпечує первинну предметну обізнаність. Перехід до реконструктивного рівня супроводжується частковою автономією у виборі методики, а завершальний евристичний рівень передбачає самостійне формулювання гіпотези й варіативне проєктування досліду, що ініціює інтеграцію міждисциплінарних знань і когнітивних стратегій. Особливу роль відіграє проблематизація змісту, коли навчальні кейси окреслюються через прикладні екотоксикологічні, фармацевтичні чи матеріалознавчі задачі, що потребують синтетичного залучення хімічних, біологічних та фізичних концептів [7, с. 156]. В умовах цифровізації освіти реалізація таких кейсів ґрунтується на використанні віддалених лабораторій, сенсорних платформ та хіміометричного програмного забезпечення, які розширюють спектр емпіричних даних, підвищують точність вимірювань і формують у здобувачів навичку статистичного опрацювання результатів [5, с. 169].

Критично важливою є рефлексивна компонента дослідницької діяльності: ведення електронних лабораторних щоденників, публічна презентація даних, рецензування колегами. Такі процедури сприяють усвідомленню етичних та екологічних аспектів експериментальної роботи, а відтак – ціннісній інтеграції знань [4, с. 83]. У сукупності зазначені елементи забезпечують перехід від статичних інформаційних блоків до мобільної системи функціональних знань, здатної до гнучкого переносу у нові професійні та міждисциплінарні

контексти.

Систематизація теоретичних положень та емпіричних результатів дозволила сконструювати модель інтеграційно-дослідницького середовища хімічної освіти, що включає три взаємопов'язані підсистеми – контентну, процесуальну та оцінювально-рефлексивну.

Контентна підсистема передбачає модульне структурування навчального матеріалу за наскрізними темами («Хімія і сталий розвиток», «Молекулярна інженерія», «Аналітичні технології в охороні довкілля»), що інтегрують базові хімічні поняття з фізичними, біологічними й екологічними аспектами [2, с. 167]. Кожен модуль містить семантичні ядра, побудовані за принципом «структура – властивості – функції», що забезпечує когерентність знань і полегшує їх перенесення у прикладні сфери.

Процесуальна підсистема організована на основі змішаного навчання та проєктно-дослідницьких технологій. Лекційні блоки з теоретичними узагальненнями поєднуються з лабораторними дослідженнями *in vitro* та *in silico*, польовими вимірюваннями і творчими STEM-проєктами. Цифрові інструменти (віртуальні реактори, віддалені спектрометри, системи оброблення «big-data») слугують засобом інтенсифікації експерименту і допомагають моделювати реальні технологічні процеси [5, с. 170]. Важливим елементом є колаборативні хмарні середовища, що забезпечують горизонтальні зв'язки між студентами різних спеціальностей і сприяють формуванню мультидисциплінарних команд.

Оцінювально-рефлексивна підсистема ґрунтується на багаторівневій діагностиці сформованості функціональних знань за критеріями когнітивної цілісності, операційної варіативності та рефлексивної зрілості. Інструментарій оцінювання включає рубрики для само- і взаємооцінки дослідницьких проєктів, портфоліо, кейсові завдання відкритого типу та цифрові формати контролю (онлайн-тести з адаптивною складністю). Відкритість результатів дозволяє корегувати індивідуальні освітні траєкторії й посилювати особистісну відповідальність здобувачів за власний навчальний поступ [1, с. 127].

Модель передбачає наявність інституційно-ресурсного контуру: оновленої лабораторної бази, доступу до міжнародних наукових баз даних, програм підвищення педагогічної кваліфікації та системи академічного наставництва. Запровадження моделі зумовлює якісні зміни у навчальному процесі, зокрема: підвищення рівня міждисциплінарної інтеграції, зростання дослідницької автономії студентів, а також посилення проєктно-технологічної складової фахової підготовки. Одночасно визначено потенційні ризики – перевантаженість змісту та недостатня готовність викладацького складу до міжгалузевої координації – які можуть бути мінімізовані через системні курси підвищення кваліфікації та партнерські STEM-центри [6, с. 211].

Отже, запропонована інтеграційно-дослідницька модель, орієнтована на формування функціональних знань, забезпечує синергетичну єдність змісту, діяльності й оцінювання та відповідає сучасним вимогам компетентнісної і STEM-орієнтованої хімічної освіти.

Оцінювання результативності інтеграційно-дослідницької моделі ґрунтується на сукупності чотирьох взаємопов'язаних критеріїв, кожен з яких відбиває специфічний вимір функціональних знань і корелює з відповідними показниками.

1) *Когнітивно-системний критерій* фіксує глибину та цілісність інтегрованих уявлень про речовинно-енергетичні перетворення. Показниками виступають здатність до побудови міжгалузевих концептуальних карт, до реконструкції причинно-наслідкових ланцюгів «структура – властивості – функції» та до аргументованого вибору теоретичних моделей для пояснення комплексних явищ [2, с. 45].

2) *Дослідницько-процедурний критерій* відображає рівень володіння експериментальними та проєктно-технологічними методиками. Операційними показниками виступають уміння планувати досліди з невизначеним результатом, застосовувати цифрові сенсорні системи, опрацьовувати дані статистичними і хіміометричними методами та презентувати результати у форматі міжнародної наукової комунікації [5, с. 170].

3) *Аналітико-прогностичний критерій* характеризує здатність інтерпретувати й екстраполювати результати на нові контексти. Індикаторами є використання багатофакторних математичних моделей для прогнозування перебігу процесів, розрахунків ризиків технологічних рішень і формулювання рекомендацій щодо оптимізації виробничих параметрів [4, с. 83].

4) *Рефлексивно-ціннісний критерій* фіксує внутрішню мотивацію та етичну зрілість здобувача. Показниками виступають усвідомлення соціально-екологічних наслідків хімічних інновацій, готовність дотримуватися принципів «зеленої хімії» та здатність до критичного самооцінювання власної діяльності у співвіднесенні з професійними стандартами [1, с. 191].

Комплексна діагностика реалізується через модульно-рейтингову систему: портфоліо дослідницьких проєктів, стандартизовані open-ended tasks, рубрики само- та взаємооцінювання, а також електронні тести з алгоритмами адаптивної складності. Валідність інструментарію забезпечує кореляційний аналіз показників, отриманих різними методами, та експертна верифікація межових рівнів «адаптивний – продуктивний – креативний» за кожним критерієм [7, с. 160].

Стратегічні перспективи впровадження інтеграційно-дослідницької моделі вбачаються у кількох вимірах. По-перше, інституційному: розгортання міжкафедральних STEM-центрів, здатних забезпечити ресурсну конвергенцію лабораторних баз та спільні міждисциплінарні проєкти, прискорює поширення моделі у закладах передвищої та вищої освіти [6, с. 211]. По-друге, науково-педагогічному: залучення викладачів до програм підвищення кваліфікації з освітньої аналітики, проєктного менеджменту й цифрової хіміометрики формує кадрове підґрунтя для сталого функціонування моделі [5, с. 190]. По-третє, мережевому: співпраця з регіональними і міжнародними промисловими партнерами відкриває можливості для дуальної освіти і трансферу технологічних інновацій у навчальний процес, що підсилює компетентнісну цінність функціональних знань [2, с. 167].

Водночас окреслено низку ризиків. Контентне перевантаження виникає через надмірну кількість інтегрованих тем; його мінімізація досягається шляхом модульної параметризації курикулуму та використання принципу «core + option». Психолого-дидактичний опір частини викладачів обумовлений необхідністю змінити традиційні ролі й увійти у позицію фасилітатора досліджень; він долається через менторські програми та спільноти практик [4, с. 91]. Матеріально-технічні обмеження (нестача сучасного обладнання) компенсуються поетапною цифровізацією: використанням віртуальних реакторів, відкритих баз експериментальних даних і віддалених лабораторних комплексів. Оцінювальні дискореляції (невідповідність традиційних форм контролю критеріям функціональних знань) усуваються інтеграцією портфоліо-підходу та автоматизованих аналітичних платформ, що забезпечують багатовимірне відстеження прогресу [1, с. 127].

Отже, потенціал інтеграційно-дослідницької моделі полягає у можливості якісно оновити хімічну освіту, скорелювати її з глобальними STEM-тенденціями та сформувати у здобувачів мобільні, відповідальні й соціально релевантні функціональні знання. Системне опрацювання окреслених ризиків через кадрові, технологічні та організаційні механізми є ключовою умовою ефективного й сталого впровадження запропонованої моделі.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Таким чином, здійснений теоретично-аналітичний огляд засвідчив, що інтеграційний підхід, заснований на системному, компетентнісному та діяльнісному засадах, є концептуально обґрунтованою основою модернізації хімічної освіти. Функціональні знання визначено як мобільне утворення, що поєднує інтегровані когнітивні уявлення, дослідницько-операційні вміння та рефлексивно-ціннісні установки, забезпечуючи їх переносимість у міждисциплінарних і професійних контекстах. Доведено, що поетапно організована дослідницька діяльність виступає головним механізмом трансформації декларативного змісту у функціональний формат, формуючи критичне мислення та здатність до прогнозування хімічних процесів.

Ефективність інтеграційної парадигми визначається реалізацією проблемно орієнтованого змісту, використанням цифрових експериментальних платформ і багатовимірним оцінюванням за когнітивно-системними, процедурними, прогностичними та ціннісними критеріями. Виявлені ризики контентного перевантаження, ресурсних обмежень і недостатньої методичної готовності викладачів можуть бути мінімізовані шляхом модульної логістики навчання, поетапної цифровізації лабораторної бази та цільових програм підвищення педагогічної кваліфікації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дзіковська М. І. Наступність формування фахових компетентностей студентів хімічних спеціальностей у системі «коледж – університет» : дис. ... д-ра філос. : 011 – Освітні, педагогічні науки. Львів : Львів. нац. ун-т ім. І. Франка, 2024. 229 с.
2. Засєкіна Т. М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика : монографія. Київ: Педагогічна думка, 2020. 400 с.
3. Нечипуренко П. П. Навчально-дослідницька діяльність учнів з хімії у профільній школі як засіб формування дослідницьких компетентностей. *Інформаційно-комунікаційні технології в освіті*. 2021. С. 135–143.
4. Пушкарьова Т. О., Топузов О. М. Інтегративно-діяльнісна педагогіка : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2019. 304 с.
5. Солошич І. О. Дидактичні засади формування науково-дослідницької компетентності студентів екологічних спеціальностей : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.09. Полтава, 2020. 442 с.
6. Степанюк А. В., Степанюк Т. О. Інтеграційно-системний підхід як основа проектування підготовки магістрів спеціальності «Середня освіта (Природничі науки)». *Зб. тез II Міжнар. конф. «Підготовка майбутніх учителів»*. 2020. С. 210–214.
7. Стрижак Д. О., Шиян Н. І., Стрижак С. В., Криворучко А. В. Формування дослідницької компетентності учнів при вивченні хімії. *Наукові записки ВДПУ ім. М. Коцюбинського*. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук. 2023. № 4. С. 154–164.

REFERENCES

1. Dzikovska, M.I. (2024). Nastupnist' formuvannia fakhovykh kompetentnostei studentiv khimichnykh spetsial'nostei u systemi "koledzh – universytet". Doctor's thesis. Ivan Franko National University of Lviv [in Ukrainian].
2. Zasiekina, T.M. (2020). Intehratsiia v shkil'ni pryrodnychi osviti: teoriia i praktyka. Monograph. Pedahohichna dumka [in Ukrainian].
3. Nechypurenko, P.P. (2021). Navchal'no-doslidnyts'ka diial'nist' uchniv z khimii u profil'ni shkoli yak zasib formuvannia doslidnyts'kykh kompetentnostei. *Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii v osviti*, 135–143.
4. Pushkar'ova, T.O., Topuzov, O.M. (2019). Intehrativno-diial'nisna pedahohika. Monograph. Pedahohichna dumka [in Ukrainian].
5. Soloshych, I.O. (2020). Dydaktychni zasady formuvannia naukovo-doslidnyts'koi kompetentnosti studentiv ekolohichnykh spetsial'nostei. Doctor's thesis. V.G. Korolenko Poltava National Pedagogical University [in Ukrainian].
6. Stepaniuk, A.V., Stepaniuk, T.O. (2020). Intehratsiino-systemnyi pidkhid yak osnova proiektuvannia pidhotovky mahistriv spetsial'nosti "Serednia osvita (Pryrodnychi nauky)". In *Pidgotovka maibutnikh uchyteliv: Proceedings of the 2nd International Conference*, 210–214. [in Ukrainian].
7. Stryzhak, D.O., Shyian, N.I., Stryzhak, S.V., Kryvoruchko, A.V. (2023). Formuvannia doslidnyts'koi kompetentnosti uchniv pry vyvchenni khimii. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu im. M. Kotsiubyns'koho*. Serii: Teoriia ta metodyka navchannia pryrodnych nauk, 4, 154–164 [in Ukrainian].

Статтю надіслано до редколегії 10.03.2025 р.
Статтю рекомендовано до друку 07.04.2025 р.