

УДК 378.147:614.253

DOI <https://doi.org/10.32782/health-2026.1.44>

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОЗРОБЦІ ПРАКТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ З МЕДИЧНОЇ ХІМІЇ: ДОСВІД СТВОРЕННЯ РОБОЧОГО ЗОШИТА

Лукашук Микола Миколайович,
кандидат педагогічних наук, доцент,
викладач хімії фахового коледжу
КЗВО «Рівненська медична академія»
ORCID: 0000-0001-9177-7808

Стернік Віта Миколаївна,
кандидат біологічних наук,
завідувач відділення «Лікувальна справа»
КЗВО «Рівненська медична академія»
ORCID: 0000-0003-2690-3796

Лукашук Валентина Іванівна,
викладач інформатики та інформаційних технологій
КЗВО «Рівненська медична академія»
ORCID: 0000-0001-5763-3691

У статті розглянуто методичні аспекти застосування штучного інтелекту (ШІ) як інструменту розробки практичних навчальних матеріалів з медичної хімії. На основі власного досвіду створення робочого зошита для студентів магістратури за спеціальністю «Лікувальна справа» проаналізовано процес інтеграції ШІ (на прикладі моделі Grok) у підготовку завдань різного типу: алгоритмів виконання дослідів, розрахункових задач, моделювання біохімічних процесів і клінічно орієнтованих кейсів.

Описано послідовність етапів роботи: визначення структури та компетентнісних цілей зошита, формулювання точних промптів для генерації контенту, первинна генерація матеріалів, експертна оцінка викладачами хімії та біології, систематичне редагування з метою забезпечення наукової коректності, безпеки лабораторних дослідів, відповідності освітній програмі та методичній доцільності для майбутніх лікарів.

Виявлено ключові методичні переваги використання ШІ: суттєве скорочення часу на створення різноманітних завдань, підвищення варіативності та індивідуалізації вправ, можливість швидкої адаптації матеріалів до актуальних наукових даних і клінічних контекстів, генерація креативних ідей експериментів, які рідко зустрічаються в традиційних посібниках. Водночас висвітлено типові обмеження ШІ-генерованого контенту (неточності в термінології, надмірна, або недостатня складність, потреба в обов'язковій перевірці достовірності інформації) та ефективні способи їх подолання через багаторівневу перевірку та доопрацювання.

Наведено конкретні приклади завдань: від початкового варіанту, створеного ШІ, до фінальної редакції з поясненням внесених змін і їх педагогічної обґрунтованості. Показано, як такі завдання сприяють розвитку клінічного мислення, навичок критичного аналізу та застосування хімічних знань у практиці доказової медицини.

У висновках сформульовано практичні рекомендації для викладачів природничих дисциплін медичних закладів вищої освіти щодо оптимального використання ШІ: принципи ефективного промпт-інжинірингу, критерії експертної оцінки, раціональне поєднання ШІ-контенту з традиційними методами розробки матеріалів. Підкреслено перспективність подальшого розвитку таких підходів для створення інтерактивних та адаптивних навчальних ресурсів.

Ключові слова: штучний інтелект, медична хімія, робочий зошит, практичні матеріали, методичні аспекти, вища медична освіта.

Mykola Lukashchuk, Vita Sternik, Valentina Lukashchuk. Methodological Aspects of Using Artificial Intelligence in the Development of Practical Materials in Medical Chemistry: Experience in Creating a Workbook

The article examines the methodological aspects of using artificial intelligence (AI) as a tool for developing practical educational materials in medical chemistry. Based on the authors' experience in creating a workbook for master's students in the specialty General Medicine, the process of integrating AI (using the Grok model as an example) into the preparation of various types of tasks is analyzed, including experimental protocols, calculation problems, modeling of biochemical processes, and clinically oriented case studies.

The sequence of workflow stages is described: defining the workbook's structure and competency-based objectives, formulating precise prompts for content generation, initial material generation, expert evaluation by chemistry and biology instructors, and systematic editing to ensure scientific accuracy, laboratory safety, compliance with the educational program, and methodological appropriateness for future physicians.

Key methodological advantages of using AI were identified: significant reduction in the time required to create diverse tasks, increased variability and individualization of exercises, rapid adaptation of materials to current scientific data and clinical contexts, and generation of creative experimental ideas that are rarely found in traditional manuals. At the same time, typical limitations of AI-generated content are discussed, including terminological inaccuracies, excessive or insufficient complexity, and the need for mandatory verification of information accuracy. Effective strategies to overcome these limitations through multi-level review and refinement are also presented.

Concrete examples of tasks are provided, from the initial AI-generated version to the final edited version, with explanations of the changes made and their pedagogical justification. The article demonstrates how such tasks contribute to the development of clinical thinking, critical analysis skills, and the application of chemical knowledge in evidence-based medical practice.

The conclusions formulate practical recommendations for instructors of natural science disciplines in medical higher education institutions regarding the optimal use of AI: principles of effective prompt engineering, criteria for expert evaluation, and the rational combination of AI-generated content with traditional material development methods. The prospects for further development of these approaches in creating interactive and adaptive educational resources are emphasized.

Key words: artificial intelligence, medical chemistry, workbook, practical materials, methodological aspects, medical higher education.

Вступ. Медична хімія як фундаментальна дисципліна відіграє корінну роль у підготовці сучасних лікарів, забезпечуючи вичерпне розуміння хімічних основ біологічних процесів, механізмів дії лікарських засобів та взаємодії речовин в організмі людини. Вона безпосередньо пов'язана з біохімією, фармакологією та клінічною практикою, оскільки формує у майбутніх фахівців здатність інтерпретувати біохімічні порушення, прогнозувати фармакологічні ефекти та обґрунтовувати раціональну терапію [1]. Сучасний етап розвитку медицини характеризується інтенсивним оновленням діагностичних підходів, удосконаленням терапевтичних стратегій та активним впровадженням інноваційних фармакологічних засобів. За таких умов опанування медичної хімії набуває принципового значення у підготовці магістрів медицини. Її вивчення забезпечує формування системного розуміння хімічних механізмів, що лежать в основі патологічних процесів, а також сприяє розвитку здатності обґрунтовано застосовувати хімічні знання в клінічній практиці – під час діагностики, лікування та профілактики захворювань.

Особливого значення в зазначеному контексті набувають практичні та розрахункові завдання, що сприяють розвитку критичного мислення, формуванню навичок кількісного аналізу та інтерпретації експериментальних даних, а також становленню клінічно орієнтованого підходу. Зазначені форми навчальної діяльності забезпечують не лише засвоєння теоретичних положень, а й формування професійних умінь щодо розв'язання прикладних завдань, пов'язаних із розрахунком дозування лікарських засобів, оці-

нюванням їхньої токсичності, аналізом і моделюванням біохімічних процесів. У цьому контексті саме практичні матеріали відіграють провідну роль в інтеграції знань із різних навчальних дисциплін та формуванні цілісного клінічного мислення. Такий підхід відповідає ключовим вимогам до підготовки лікарів, визначеним сучасними освітніми стандартами вищої медичної освіти.

Традиційний підхід до розроблення навчально-методичних матеріалів з медичної хімії супроводжується низкою проблемних аспектів, зокрема значними часовими витратами викладачів на створення нових завдань, обмеженою варіативністю вправ у наявних навчальних виданнях, а також швидкою втратою актуальності змісту у зв'язку з постійним оновленням наукових даних і клінічних рекомендацій. Зазначені чинники ускладнюють реалізацію принципу індивідуалізації навчання та адаптацію освітніх матеріалів до потреб конкретних академічних груп здобувачів освіти.

У цьому контексті вагомий потенціал має застосування технологій генеративного ШІ як інструменту методичної підтримки викладачів. Генеративні моделі забезпечують можливість оперативного створення різноманітних розрахункових задач, лабораторних робіт, клінічних кейсів і пояснювальних матеріалів, адаптованих до змісту освітньої програми, що сприяє оптимізації часових витрат і розширенню варіативності навчального контенту.

Водночас ефективне впровадження таких технологій потребує чітко визначеної методичної стратегії, яка передбачає коректне формулювання запитів, обов'язкову експертну верифікацію та

подальше доопрацювання згенерованих матеріалів з метою забезпечення їх наукової достовірності й педагогічної доцільності.

Метою цієї статті є опис та аналіз методичних аспектів використання ШІ в розробці практичних матеріалів з медичної хімії на прикладі створення робочого зошита для студентів магістратури за спеціальністю «Лікувальна справа». Для досягнення цієї мети передбачено розв'язання низки дослідницьких завдань: обґрунтувати актуальність та методичну значущість використання генеративного ШІ в розробці практичних матеріалів з медичної хімії для підготовки магістрів лікувальної справи; описати послідовність етапів створення робочого зошита з медичної хімії за допомогою ШІ (на прикладі моделі Grok); проаналізувати методичні переваги застосування ШІ у створенні різноманітних типів практичних завдань (розрахункових, якісних, клінічно орієнтованих, моделювання біохімічних процесів тощо) порівняно з традиційними підходами; виявити типові обмеження та недоліки ШІ-генерованих матеріалів з медичної хімії та обґрунтувати ефективні способи їх подолання через експертну перевірку та редагування викладачами; узагальнити отриманий досвід та сформулювати практичні методичні рекомендації для викладачів природничих дисциплін медичних закладів вищої освіти щодо раціонального використання генеративного ШІ в розробці навчальних матеріалів.

Дослідження проведено з використанням комплексу теоретичних та емпіричних методів.

Теоретичні методи:

– аналіз та систематизація наукової літератури з викладання медичної хімії, компетентнісного підходу в медичній освіті, традиційних методик створення навчальних матеріалів та застосування генеративного ШІ в природничій освіті;

– порівняльний аналіз традиційних і ШІ-орієнтованих підходів до розробки практичних завдань;

– узагальнення даних та моделювання процесу створення контенту за допомогою генеративних моделей.

Емпіричні методи:

– метод кейс-стаді: детальний опис і аналіз досвіду створення робочого зошита з медичної хімії для магістрів лікувальної справи за допомогою моделі Grok;

– експериментальна розробка: формулювання промптів, генерація матеріалів ШІ, багаторівнева експертна перевірка та редагування викладачами;

– якісний контент-аналіз завдань на етапах «до» і «після» редагування (оцінка наукової точності, педагогічної доцільності, безпеки та відповідності програмі);

– критична оцінка та класифікація типових недоліків ШІ-генерованого контенту з визначенням способів їх усунення.

Дослідження має якісний характер і базується на описово-аналітичному підході з елементами action research.

Результати дослідження. Робочий зошит є важливим компонентом навчально-методичного комплексу, що забезпечує дидактичну підтримку опанування навчальним матеріалом, формування практичних навичок, організацію самостійної роботи студентів та контроль і корекцію засвоєння знань. У педагогічній науці його визначають як авторську розробку викладача (або колективу), спрямовану на систематизацію знань, активізацію пізнавальної діяльності та розвиток компетентностей. Функції зошита включають інформаційну (подання матеріалу), систематизуючу (схеми, конспекти), контролюючу (тести, завдання), розвиваючу (критичне мислення) та інтегративну (зв'язок теорії з практикою). Такий підхід сприяє переходу від репродуктивного до компетентнісного навчання, де зошит стає інструментом саморегуляції та самоосвіти.

У нашому розумінні робочий зошит з Медичної хімії – це спеціалізований навчально-методичний посібник, розроблений для забезпечення аудиторної та позааудиторної роботи студентів. Він інтегрує в собі функції лабораторного журналу для протоколювання результатів експериментів, збірника типових розрахункових задач, клініко-орієнтованих кейсів та засобів контролю знань для самоперевірки. Окрім того, посібник виступає інструментом зворотного зв'язку та засобом комунікації в системі взаємодії викладача і студента».

Для вибору стратегії і тактики укладання робочого зошита із Медичної хімії нами проведено аналіз підходів до створення такого зошита. У педагогічній літературі виокремлюють кілька ключових підходів до створення робочих зошитів, що ґрунтуються на принципах сучасної дидактики:

1. Традиційний (інформаційно-контролюючий) підхід: Фокусується на поданні навчальної інформації та перевірці знань. Зошит слугує як збірник завдань для фіксації результатів, конспектів та тестів. Цей підхід поширений у професійно-технічній освіті, де матеріал розосереджений по

кількох джерелах, і зошит компенсує відсутність єдиного підручника. Наприклад, у медичній хімії зошит використовується для самостійної роботи, забезпечуючи систематизацію та узагальнення знань. Аналогічно, для гуманітарних дисциплін (наприклад, українська література) зошит інтегрує функції посібника для вивчення текстів, аналізу та контролю [2].

2. Компетентнісний підхід: Спрямований на формування системи професійних компетентностей, зокрема когнітивної, комунікативної та соціально-трудової. Використання робочого зошита передбачає впровадження багаторівневих завдань – від репродуктивних до евристичних, що стимулює розвиток критичного мислення, навичок аналізу та самостійного прийняття рішень. У контексті вищої медичної освіти це реалізується через розв'язання клінічно орієнтованих кейсів, виконання розрахункових задач та моделювання фахових ситуацій. Теоретичним підґрунтям підходу виступають концепції активного та саморегульованого навчання, де зошит трансформується в інструмент дизайн-мислення та персоналізації освітньої траєкторії. Зокрема, у професійній підготовці здобувачів освіти робочий зошит забезпечує формування вмінь розв'язувати прикладні завдання фахового спрямування [3].

3. Індивідуалізований та диференційований підходи: Передбачають урахування вихідного рівня підготовки студентів шляхом пропонування завдань варіативної складності: алгоритмічних (із системою підказок), конструктивних (без допоміжних елементів) та контролюючих. Такий підхід забезпечує ефективну індивідуалізацію навчання, що є особливо актуальним для природничих дисциплін (хімія, фізика), де використання робочих зошитів на друкованій основі сприяє активізації самостійної пізнавальної діяльності та адаптації змісту до освітніх потреб групи. Теоретичним фундаментом зазначених підходів є положення Ю. Бабанського, згідно з якими індивідуалізація розглядається не лише як механізм адаптації, а й як засіб інтенсивного розвитку суб'єктної самостійності того, хто навчається [4].

4. Інтегративний та інноваційний підхід: Поєднує теорію з практикою, включаючи ігрові елементи, тести та додаткові матеріали (гlossenарії, критерії оцінювання). У сучасній педагогіці акцент на електронних версіях для дистанційного навчання, що розширює доступність. Цей підхід активізує самостійну роботу, підвищує ефективність та мотивує через креативні завдання [5].

Ґрунтуючись на зазначених підходах та власного досвіду використання ІІІ в освітньому процесі [6], було прийнято рішення укласти поліфункціональний робочий зошит, у якому подання інформації побудовано за оптимальним алгоритмом. Структура зошита включає передмову, мотиваційний блок, короткі теоретичні відомості, різнорівневі завдання (від репродуктивних до творчих), контрольні запитання, висновки та список літератури.

Методологічною основою визначення ролі зошита є розроблення дослідів і завдань, планування контролю та організація коригування студентом власної освітньої траєкторії, створення схем і добір ілюстративного матеріалу.

Основними вимогами до структури робочого зошита є логічна послідовність подання матеріалу, а також наявність достатнього простору для відповідей і формулювання висновків. Основою для розроблення структури слугував робочий зошит з медичної хімії Полтавського медичного університету [7]. Ми адаптували цю модель до потреб магістратури лікувальної справи, посиливши клінічну спрямованість завдань (інтеграція з фармакологією, патологічною фізіологією та доказовою медициною) та додавши частину завдань на моделювання біохімічних порушень при захворюваннях.

При розробці робочого зошита з медичної хімії для здобувачів другого (магістерського) рівня освіти спеціальності 222 «Медицина» було імplementовано інструментарій генеративного штучного інтелекту (модель Grok від xAI). Використання ІІІ як базового середовища генерації контенту дозволило оптимізувати етапи проектування навчальних матеріалів та забезпечити їхню високу варіативність.

Результати та ефективність застосування ІІІ:

- Контентне наповнення: за допомогою ІІІ сформовано понад 70% первинного масиву завдань, зокрема: постановка хімічного експерименту, типові розрахункові задачі, клініко-орієнтовані кейси з інтерпретацією біохімічних показників.

- Дидактичні переваги: встановлено скорочення часових витрат на підготовку одиничного завдання в середньому в 3–5 разів порівняно з традиційним авторським методом. ІІІ забезпечив створення багаторівневих систем завдань (3–5 ступенів складності для кожної теми) та запропонував інноваційні підходи до інтеграції хімії з клінічними дисциплінами.

- Верифікація та корекція: у 30–45% згенерованих матеріалів зафіксовано термінологічні

неточності (порушення номенклатури IUPAC), стилістичну нерівномірність або дефіцит специфічного клінічного контексту.

- Експертний контроль: мінімізація ризиків генерування недостовірних даних (спотворень) та фактологічних помилок у фізико-хімічних константах забезпечувалася через тривірневу систему експертної оцінки (профільні викладачі хімії → біохімії → фармакологи та клініцисти), що гарантувало високу валідність фінального навчального продукту

Конкретні приклади демонструють трансформацію: початковий III-варіант задачі на буферні системи містив надмірно загальні умови; після редагування додано клінічний сценарій (ацидоз при діабетичному кетоацидозі), що підвищило професійну спрямованість. Аналогічно, завдання на спектрофотометрію переорієнтовано з абстрактних речовин на визначення концентрації гемоглобіну чи білірубину в сироватці крові.

Апробація робочого зошита в освітньому процесі засвідчила, що запропоновані навчально-методичні матеріали сприяють формуванню у студентів елементів клінічного мислення та навичок доказової медицини. Зокрема, це проявляється у здатності застосовувати хімічні розрахунки для обґрунтування діагностичних і терапевтичних рішень, здійснювати критичну оцінку результатів лабораторних досліджень, а також прогнозувати можливі ефекти лікарських втручань.

Використання робочого зошита сприяє активізації пізнавальної діяльності студентів, формуванню аналітичного підходу до інтерпретації біохімічних та клініко-лабораторних показників, а також розвитку навичок самостійної роботи, узагальнення отриманих результатів і формулювання обґрунтованих висновків.

Висновки. Проведене дослідження підтвердило, що генеративний III може виступати ефективним методичним інструментом для розроблення практичних навчальних матеріалів. Використання інструментів III дало змогу суттєво оптимізувати процес створення робочого зошита, забезпечивши високу варіативність завдань, скорочення часових витрат на їх підготовку у 3–5 разів порівняно з традиційними методами, а також можливість оперативної адаптації навчального контенту до сучасних наукових даних і клінічних контекстів.

Водночас проведений аналіз виявив типові обмеження матеріалів, згенерованих із використанням III, зокрема: неточності термінології, порушення правил хімічної номенклатури, недостатню або надмірну складність формулювань, дефіцит

специфічного клінічного контексту, а також поодинокі фактологічні неточності. Зазначені недоліки були усунуті шляхом упровадження обов'язкової багаторівневої експертної перевірки та систематичного редагування матеріалів викладачами профільних дисциплін (хімії, біохімії, фармакології та клінічних кафедр). Такий підхід забезпечує наукову достовірність, безпечність запропонованих дослідів і педагогічну доцільність фінального навчально-методичного продукту.

Апробація робочого зошита в освітньому процесі засвідчила його ефективність у формуванні ключових професійних компетентностей майбутніх лікарів. Зокрема, клінічно орієнтовані розрахункові задачі, моделювання біохімічних процесів та інтерпретація лабораторних показників сприяють розвитку навичок доказової медицини, зокрема обґрунтованого застосування хімічних знань у процесі діагностики та терапії, критичного аналізу біохімічних і лабораторних даних, прогнозування ефектів лікарських втручань і прийняття раціональних клінічних рішень.

Отримані результати дали змогу сформулювати такі практичні методичні рекомендації для викладачів природничих дисциплін медичних закладів вищої освіти:

1. Формулювати запити до систем штучного інтелекту максимально конкретно, із чітким визначенням рівня складності завдань, клінічного контексту, відповідності освітній програмі та вимогам безпеки.

2. Застосовувати обов'язкову тривірневу експертну оцінку матеріалів (наукова точність → педагогічна доцільність → клінічна адекватність) і здійснювати систематичне редагування контенту, згенерованого III.

3. Поєднувати завдання, створені за допомогою штучного інтелекту, з традиційними перевіреними навчальними матеріалами з метою досягнення оптимального балансу між інноваційністю, креативністю та науковою надійністю.

4. Використовувати як основу структуру робочих зошитів провідних медичних університетів, адаптуючи її до магістерського рівня підготовки з посиленням клінічної спрямованості.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у створенні інтерактивних та адаптивних версій робочих зошитів на основі генеративного III, автоматизованому генеруванні індивідуалізованих варіантів контрольних робіт, моделюванні біохімічних процесів у віртуальному середовищі, а також інтеграцію навчальних матеріалів у систему дистанційного та змішаного навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Роль хімічної компоненти «Медична хімія» в системі професійної підготовки майбутнього лікаря / Т. Кузнецова, Д. Стрижак, А. Криворучко та ін. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*. 2023. Т. 23, № 1. С. 122–125. DOI: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.23.1.122>.
2. Овчаренко В. Ю. Робочий зошит як компонент навчально-методичного комплексу вивчення хімічних дисциплін. *Молодий вчений*. 2016. № 11 (38). С. 470–475. URL: molodyvcheny.in.ua (дата звернення: 09.03.2026).
3. Левицька Л. Я., Імбер В. І., Міщенко І. Ю. Використання робочих зошитів під час змішаного навчання у процесі викладання іноземної мови. *Інноваційна педагогіка*. 2024. Вип. 69, т. 2. С. 208–212. DOI: <https://doi.org/10.32782/26636085/2024/69.2.44>
4. Нечволод Л. І. Педагогічні умови впровадження робочих зошитів з друкованою основою в процес індивідуалізації навчання школярів : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.09 / Харків. держ. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. Харків, 2002. 20 с.
5. Utami D. F., Agustini R. Development of Student Worksheets based Assessment for Learning on Chemical Equilibrium to Improve Student Science Process Skills. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*. 2024. Vol. 12, No. 4. P. 834–843. DOI: <https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i4.12617>
6. Лукашук М. М., Лукашук Ю. М., Лукашук В. І. Інтеграція штучного інтелекту в персоналізоване навчання медичної хімії та фармакології: можливості та педагогічні виклики. *Сучасні перспективи розвитку стоматології через призму наукових досліджень молодих вчених*: зб. матеріалів VII всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (м. Рівне, 10–11 лют. 2026 р.) / редкол.: Д. Л. Лисиця, Р. П. Шустик, О. В. Штримайтіс та ін. Рівне : КЗВО «Рівненська медична академія», 2026. С. 79–83.
7. Медична хімія : робочий зошит для студентів медичних факультетів вищих навчальних закладів МОЗ України / О. Д. Іващенко, Ю. Б. Нікозять, С. В. Харченко [та ін.]. Полтава, 2018. 84 с.

REFERENCES

1. Kuznetsova, T., Stryzhak, D., Kryvoruchko, A., Stryzhak, S., & Kulenko, O. (2023). Rol khimichnoi komponenty «Medychna khimii» v systemi profesiinoi pidhotovky maibutnoho likaria [The role of the chemical component «Medical Chemistry» in the system of professional training of a future doctor]. *Aktualni problemy suchasnoi medytsyny: Visnyk Ukrainської medychnoi stomatolohochnoi akademii*, 23(1), 122–125. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.23.1.122>
2. Ovcharenko, V. Yu. (2016). Robochyi zoshyt yak komponent navchalno-metodychnoho kompleksu vyvchennia khimichnykh dystsyplin [Workbook as a component of the educational and methodological complex of studying chemical disciplines]. *Molodyi Vchennyi*, 11(38), 450–453. molodyvcheny.in.ua
3. Levytska, L. Ya., Imber, V. I., & Mishchenko, I. Yu. (2024). Vykorystannia robochykh zoshytiv pid chas zmishanoho navchannia u protsesi vykladannia inozemnoi movy [The use of workbooks during blended learning in the process of teaching a foreign language]. *Innovatsiina pedahohika*, 69(2), 208–212. <https://doi.org/10.32782/26636085/2024/69.2.44>
4. Nechvolod, L. I. (2002). *Pedahohichni umovy vprovadzhennia robochykh zoshytiv z drukovanoiu osnovoiu v protsesi individualizatsii navchannia shkolariv* [Pedagogical conditions for the introduction of printed workbooks into the process of individualization of schoolchildren's learning] (Unpublished doctoral dissertation abstract). H. S. Skovoroda Kharkiv State Pedagogical University, Kharkiv, Ukraine.
5. Utami, D. F., & Agustini, R. (2024). Development of Student Worksheets based Assessment for Learning on Chemical Equilibrium to Improve Student Science Process Skills. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(4), 834–843. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i4.12617>
6. Lukashchuk, M. M., Lukashchuk, Yu. M., & Lukashchuk, V. I. (2026). Intehratsiia shtuchnoho intelektu v personalizovane navchannia medychnoi khimii ta farmakolohii: mozhlyvosti ta pedahohichni vyklyky [Integration of artificial intelligence into personalized medical chemistry and pharmacology education: opportunities and pedagogical challenges]. In D. L. Lysytsia, R. P. Shustyk, & O. V. Shtrimaitis (Eds.), *Suchasni perspektyvy rozvytku stomatolohii cherez pryzmu naukovykh doslidzhen molodykh vchenykh* [Modern perspectives on the development of dentistry through the prism of scientific research of young scientists] (pp. 79–83). Rivne Medical Academy.
7. Ivashchenko, O. D., Nikoiati, Yu. B., Kharchenko, S. V., et al. (2018). *Medychna khimii: robochy zoshyt dlia studentiv medychnykh fakultetiv vyshchykh navchalnykh zakladiv MOZ Ukrainy* [Medical chemistry: a workbook for students of medical faculties of higher educational institutions of the Ministry of Health of Ukraine]. Poltava, Ukraine.

Дата першого надходження статті до видання: 27.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026