

УДК 378.147:61:54

DOI <https://doi.org/10.32782/health-2025.4.35>

## ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МЕДИЧНОГО ТА ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ПРАЦІВНИКА НА ОСНОВІ ПРОБЛЕМНО- ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ

**Хмеляр Інеса Макарівна,**  
кандидат педагогічних наук, доцент,  
професор кафедри хіміко-фармацевтичних дисциплін  
КЗВО «Рівненська медична академія»  
ORCID: 0000-0002-5161-6716

**Кушнір Леся Олександрівна,**  
кандидат педагогічних наук, доцент  
доцент кафедри хіміко-фармацевтичних дисциплін  
КЗВО «Рівненська медична академія»  
ORCID: 0000-0003-0951-3024

**Бурбан Оксана Іванівна,**  
доктор філософії за спеціальністю  
226 «Фармація, промислова фармація»,  
старший викладач кафедри хіміко-фармацевтичних дисциплін  
КЗВО «Рівненська медична академія»  
ORCID: 0000-0003-2876-1314

**Чуєшов Владислав Іванович,**  
доктор фармацевтичних наук, професор,  
професор кафедри хіміко-фармацевтичних дисциплін  
КЗВО «Рівненська медична академія»  
ORCID: 0000-0001-7653-1842

**Демчук Василь Володимирович,**  
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,  
доцент кафедри екології  
Рівненського державного гуманітарного університету  
ORCID: 0000-0002-8935-7596

*Метою дослідження є аналіз можливостей проблемно-орієнтованого навчання (ПОН) у формуванні компетентностей майбутнього медичного та фармацевтичного працівника при вивченні хімічних дисциплін та обґрунтування доцільності його використання у професійній підготовці майбутніх лікарів. Методологічною основою дослідження стали аналіз і синтез теоретичних, методичних та практичних наукових напрацювань, а також структурно-логічний аналіз навчальних матеріалів, лекцій, вправ і ресурсів з медичної хімії. У ході дослідження було проведено впровадження ПОН у курсі хімії для студентів КЗВО «Рівненська медична академія», що включало модулі з командного розв'язання проблем, лабораторних експериментів, аналізу клінічних ситуацій та дослідницьких завдань.*

*У результаті аналізу літератури підтверджено, що ПОН є педагогічно обґрунтованим методом, який сприяє розвитку критичного мислення, саморегуляції навчальної діяльності та клінічно орієнтованого підходу до розв'язання проблем. Емпіричні спостереження під час впровадження ПОН у курсі хімії свідчать про зміну типу навчальної активності: від репродуктивного засвоєння знань до їх практичного застосування у клінічних ситуаціях, підвищення рівня аргументації, аналізу даних і формування гіпотез, розвиток командної взаємодії та мотивації до навчання. Встановлено, що найбільш виражений ефект досягається у темах, що мають клінічну перспективу (кислотно-лужний баланс, електроліти, токсикологія), а також що успішна реалізація ПОН потребує структурованої підтримки (scaffolding) з урахуванням рівня підготовки студентів.*

*У підсумку доведено, що ПОН є ефективним інструментом формування професійних компетентностей майбутніх лікарів, оскільки забезпечує інтеграцію теоретичних знань із практичними навичками, розвиває критичне мислення, комунікацію та здатність до самостійного навчання впродовж життя, що обґрунтовує його широке застосування у курсах хімії в медичній освіті.*

**Ключові слова:** *проблемно-орієнтоване навчання, компетентності медичного та фармацевтичного працівника, медична хімія, критичне мислення, клінічні кейси, командна робота, медична освіта.*

**Inesa Khmeliar, Lesia Kushnir, Oksana Burban, Chueshov Vladislav, Vasyl' Demchuk. Forming medical student competencies based on problem-based learning in the study of chemistry**

*The article examines the role of problem-based learning (PBL) in developing professional competencies of medical and pharmaceutical students during the study of chemical disciplines. The purpose of the research is to assess the effectiveness of PBL as an instructional approach in medical chemistry education and to justify its relevance for the professional preparation of future physicians.*

*The methodological framework of the study is based on a comprehensive analysis of theoretical, methodological, and applied research sources, as well as on a structural and logical examination of educational content, including lectures, practical tasks, laboratory work, and learning resources in medical chemistry. The PBL approach was introduced into the chemistry curriculum for students of Rivne Medical Academy and incorporated collaborative problem-solving activities, experimentally oriented laboratory tasks, clinical case analysis, and elements of independent inquiry.*

*The analysis of previous studies demonstrates that problem-based learning is an educationally grounded approach that promotes the development of critical thinking, learner autonomy, and clinically oriented reasoning. Observations obtained during the implementation of PBL in the chemistry course reveal qualitative changes in students' learning behavior. In particular, learning shifted from passive reproduction of information toward active application of chemical knowledge in clinically relevant contexts. Students demonstrated improved skills in argumentation, data interpretation, and hypothesis generation, alongside enhanced teamwork abilities and increased motivation to learn.*

*The findings indicate that the greatest educational impact of PBL is observed in chemistry topics closely related to clinical practice, such as acid–base balance, electrolyte metabolism, and toxicological processes. At the same time, the study highlights that effective use of PBL requires systematic instructional support and careful consideration of students' prior knowledge and academic preparedness.*

*In conclusion, problem-based learning can be regarded as an effective pedagogical strategy for fostering professional competencies in medical education. By integrating theoretical knowledge with practical application, PBL supports the development of critical thinking, communication skills, and lifelong learning capacity, thereby substantiating its wider implementation in chemistry courses for medical students.*

**Key words:** *problem-based learning, medical student competencies, medical chemistry, critical thinking, clinical cases, collaborative learning, medical education.*

**Вступ.** Система вищої медичної освіти на сучасному етапі спрямована на підготовку фахівців, які володіють не лише ґрунтовними теоретичними знаннями, але й здатні застосовувати їх у реальних професійних ситуаціях. Від майбутніх лікарів очікується вміння ухвалювати зважені рішення в умовах обмеженої інформації та усвідомлювати відповідальність за їхні наслідки. За таких умов особливої актуальності набуває компетентнісний підхід, орієнтований на розвиток у студентів-медиків цілісної системи професійних, загальних і спеціальних компетентностей [1–5].

Особливу роль у структурі підготовки майбутнього лікаря (та/або фармацевта) відіграють фундаментальні дисципліни, зокрема хімія, яка забезпечує наукову основу для розуміння біохімічних процесів, фармакологічної дії лікарських засобів, механізмів патологічних змін в організмі та принципів лабораторної діагностики. Водночас традиційне викладання хімічних дисциплін переважно орієнтоване на засвоєння абстрактного теоретичного матеріалу, що ускладнює його інтеграцію в професійну підготовку та знижує мотивацію студентів до навчання.

Одним із ефективних шляхів подолання зазначених проблем є впровадження проблемно-орієнтованого навчання (ПОН), яке передбачає активну пізнавальну діяльність студентів, аналіз реальних або наближених до професійної прак-

тики ситуацій, формування навичок критичного мислення та самостійного пошуку рішень [6–11]. Проблемно-орієнтоване навчання широко застосовується в медичній освіті, проте його потенціал у процесі викладання хімічних дисциплін для студентів медичних спеціальностей залишається недостатньо систематизованим і потребує подальшого науково-методичного осмислення.

**Актуальність дослідження** зумовлена необхідністю обґрунтування дидактичних можливостей ПОН як інструменту формування компетентностей медичного та фармацевтичного працівника в процесі вивчення хімії. Поєднання змісту хімічних дисциплін із проблемними завданнями професійного спрямування сприяє не тільки глибшому засвоєнню навчального матеріалу, а й розвитку здатності застосовувати хімічні знання у клінічному мисленні та практичній діяльності.

**Метою дослідження** є аналіз можливостей проблемно-орієнтованого навчання у формуванні компетентностей медичного та фармацевтичного працівника при вивченні хімічних дисциплін та обґрунтування доцільності його використання у професійній підготовці майбутніх медичних працівників.

**Гіпотеза дослідження:** використання проблемно-орієнтованого навчання (ПОН) у курсі хімії сприятиме підвищенню академічних результатів студентів, розвитку критичного мислення,

командних навичок та мотивації до навчання порівняно з традиційним навчанням.

**Матеріали і метод.** Дослідження проведено у 2024–2025 навчальному році на базі КЗВО «Рівненська медична академія» із залученням здобувачів освіти медико-фармацевтичного факультету та фахового медичного коледжу. Учасники були поділені на експериментальну групу (ПОН) та контрольну групу (традиційне навчання) методом стратифікованої випадкової вибірки з урахуванням рівня підготовки. У дослідженні взяли участь 58 студентів, з яких 29 осіб увійшли до експериментальної групи (ЕГ) та 29 осіб – до контрольної (КГ). Дослідження проводилося в межах хіміко-фармацевтичних дисциплін, зокрема: охоплювало теми з органічної, фізикоїдної, фармацевтичної та аналітичної хімії.

Методологічною основою дослідження стали аналіз та синтез теоретичних і методичних джерел щодо ПОН, а також структурно-логічний аналіз навчальних матеріалів із медичної хімії. Емпірична частина полягала у впровадженні модульних занять з ПОН у курсі хімії, що включали командне розв'язання проблем, лабораторні експерименти, аналіз клінічних ситуацій та самостійні дослідницькі завдання.

Оцінювання результатів педагогічного експерименту здійснювалося через аналіз академічних показників (тестування, лабораторні роботи) та якісні спостереження (аналіз дискусій, рефлексії студентів, участь в науково-дослідних заходах, позааудиторній роботі, анкетування рівня мотивації). Для перевірки статистичної значущості відмінностей між групами застосовано t-критерій Стьюдента для незалежних вибірок за допомогою функції T.TEST у Microsoft Excel.

**Результати.** Проблемно-орієнтоване навчання (ПОН) є одним із найбільш обґрунтованих методів формування професійних компетентностей у медичній освіті, що підкреслено класичною фундаментальною роботою Waggons та Tamblun (1980). Попри те, що зазначене дослідження має класичний характер, його положення отримали подальший розвиток та емпіричне підтвердження у сучасних наукових працях, які відображають актуальні тенденції розвитку медичної та хімічної освіти. У цій праці ПОН розглядається як структурований педагогічний підхід, який забезпечує розвиток клінічних навичок та критичного мислення через роботу з реальними клінічними кейсами, які відображають практичні потреби майбутніх лікарів [1]. Теоретичне обґрунтування механізмів навчання в ПОН доповнюється аналізом, здійсненим Hmelo-Silver (2004), який демон-

струє, що студенти в умовах ПОН формують знання через активне вирішення проблем, саморегуляцію навчальної діяльності та співпрацю в групі [2]. Згадані роботи створюють фундамент для розуміння ПОН як методу, що здатен формувати не тільки знання, але й узгоджені компетентності, зокрема критичне мислення, здатність до самостійного навчання та професійного мислення.

У контексті хімічної освіти, зокрема при проведенні практичних занять, ПОН розглядається як інструмент, що дозволяє перевести навчання від репродуктивного засвоєння теорії до практичного розв'язання складних задач. Varadarajan та Ladage (2024) у системному огляді теорії та практики ПОН в університетських лабораторіях хімії підкреслюють, що ПОН сприяє формуванню в студентів навичок наукового мислення, аналізу даних та наукової аргументації. Автори також акцентують увагу на тому, що ефективність ПОН значною мірою залежить від якості задач і структурованого методичного супроводу [3], що підтверджено висновками цих дослідників двома роками раніше [4]. Сучасні наукові студії демонструють, що роль методичної підтримки в ПОН є критичною, оскільки вона забезпечує студентам орієнтацію у складній проблемній ситуації та дає змогу поступово підвищувати рівень самостійності, не втрачаючи якості навчання. Це важливо для медичної освіти, де від студентів очікується здатність самостійно аналізувати складні дані, але водночас необхідна методична підтримка, щоб не допустити фрагментації знань.

Емпіричні дослідження ПОН у хімії підтверджують його ефективність у навчанні складних тем. Зокрема, дослідження Günter та Kılınc Alpat (2017) показує, що застосування ПОН у курсі електрохімії суттєво підвищує академічні результати студентів у порівнянні з традиційними методами навчання [5]. Це має особливе значення для студентів-медиків, оскільки електрохімія є базовою темою для розуміння фізіологічних процесів та фармацевтичних механізмів, а також потребує високого рівня абстрактного та аналітичного мислення. У подальшому розвиток цієї ідеї підтверджується роботою Ramos-Mejía та Padilla (2025), де представлено курс електрохімії, побудований на ПОН, спрямований на розвиток комплексного мислення (complex thinking) [6]. Автори демонструють, що структура курсу у контексті ПОН дає змогу студентам не тільки засвоювати фактичний матеріал, але й формувати здатність до системного аналізу, моделювання процесів та інтеграції знань у вирішенні реальних проблем.

З огляду на сучасні тенденції розвитку освіти, особливо в умовах цифровізації, важливим є дослідження Costa та ін. (2023), яке порівнює досвід впровадження ПОН у очному та онлайн-форматах у хімічних курсах [7]. Автори доводять, що ПОН є адаптивним підходом, здатним підтримувати формування компетентностей незалежно від формату навчання, однак онлайн-середовище потребує спеціальних механізмів підтримки комунікації та взаємодії. Таке розуміння має практичне значення для медичної академії, де гібридні моделі навчання стають дедалі поширенішими, а студенти потребують розвитку компетентностей у різних форматах.

Важливо також розглянути доказову базу ефективності ПОН у медичній освіті, яка є безпосередньо релевантною для формування компетентностей медичного та фармацевтичного працівника. Високий рівень доказовості ефективності проблемно-орієнтованого навчання щодо розвитку критичного мислення та клінічних навичок підтверджується результатами узагальнювального огляду Ge та ін. (2025) [8] та теоретичного аналізу Su та ін. (2025) [9]. Згадані роботи демонструють, що ПОН має стабільний позитивний вплив на критичне мислення студентів медичних спеціальностей, що робить його методологічно обґрунтованим для адаптації у курсах хімії з метою формування професійних компетентностей. Наявність практичних моделей застосування ПОН у хімічній освіті, зокрема прикладів розроблення навчальних матеріалів для тем екологічної хімії, свідчить про можливість ефективної реалізації цього підходу не лише на теоретичному, а й на практичному рівні з метою формування компетентностей студентів-медиків [10; 11].

Особливого значення у контексті проблемно-орієнтованого навчання набуває тісний зв'язок хімії з фармацією, оскільки саме хімічні дисципліни формують фундамент для розуміння властивостей лікарських речовин, механізмів їх дії, стабільності, біодоступності та безпеки застосування. Для майбутніх лікарів і фармацевтів знання з медичної та фармацевтичної хімії є базою для раціонального призначення препаратів, аналізу лікарських взаємодій і побічних ефектів [12].

Проблемно-орієнтовані елементи навчання та компетентісно спрямовані підходи у контексті хімічних і фармацевтичних дисциплін розглядаються як засіб підвищення професійної підготовки студентів розглядаються і українськими науковцями. Зокрема, But (2022) вивчає навчання фармацевтичної хімії у науково-педагогічному

дискурсі, що сприяє поглибленню теоретичних знань і практичних навичок студентів-фармацевтів [13]; Rizak (2023) досліджує застосування розрахункових задач у практичному навчанні фармацевтичної хімії як способу активізації студентів і розвитку професійних умінь [14]; а Kovalchuk (2023) підкреслює, що хімічна освіта є фундаментом для формування дослідницької компетентності майбутніх магістрів фармації, що відповідає вимогам професійної підготовки [15].

У цьому контексті ПОН дозволяє інтегрувати теоретичні хімічні знання з фармацевтичними аспектами клінічної практики, зокрема під час аналізу складу лікарських форм, кислотно-лужних властивостей активних фармацевтичних інгредієнтів, впливу електролітів на фармакокінетику та фармакодинаміку. Відтак проблемно-орієнтовані задачі фармацевтичного спрямування сприяють формуванню міждисциплінарних компетентностей і професійного мислення, орієнтованого на безпеку та ефективність медикаментозної терапії.

У ході впровадження ПОН у курсі хімії для студентів-медиків КЗВО «Рівненська медична академія» було проведено серію навчальних модулів, які охоплювали командні розв'язання проблем, лабораторні експерименти, аналіз клінічних ситуацій та самостійні дослідницькі завдання. У результаті спостережень було зафіксовано наступні закономірності, серед яких:

1. *Зміна типу активності студентів: від репродукції знань до застосування.* Під час традиційних занять студенти здебільшого орієнтувалися на запам'ятовування формул і визначень, а при застосуванні ПОН помітно зросла частка практичного мислення: студенти самостійно формулювали гіпотези, обґрунтовували вибір методів, аргументували рішення. У навчальних групах, де ПОН було інтегровано регулярно, студенти демонстрували вищий рівень готовності до застосування знань у клінічному контексті (наприклад, у темах кислотно-лужного балансу, електролітичних процесів, фармакохімічних властивостей речовин). Як бачимо, ПОН сприяє переходу від “вивчення для оцінки” до “вивчення для застосування”, що є ключовим для медичної освіти.

2. *Формування критичного мислення та навичок аргументації.* У процесі роботи над проблемними задачами студенти навчалися розрізняти факт і гіпотезу; обґрунтовувати вибір реакційних шляхів або методів аналізу; аналізувати помилки в експериментальних даних; формувати висновки на основі доказів. Під час дискусій у групах зросла активність студентів, які раніше пасивно

сприймали матеріал, а також покращилася здатність до критичного аналізу власних помилок. Отже, ПОН підвищує якість мислення студентів і формує здатність до логічного обґрунтування, що є важливою складовою клінічного мислення.

3. *Командна робота як чинник професійної підготовки.* Під час модульних занять, де застосовувалося ПОН, студенти працювали в малих групах. Було встановлено, що зросла комунікативна активність, студенти навчилися розподіляти ролі (дослідник, аналітик, доповідач), підвищилася відповідальність за спільний результат. Також відзначено, що ПОН сприяє зниженню страху помилки, оскільки рішення приймаються колективно, а не тільки індивідуально.

4. *Зростання мотивації та зацікавленості у вивченні хімії.* У порівнянні з традиційним підходом, студенти демонстрували більшу зацікавленість темами; готовність працювати з додатковими джерелами, активність у самостійній підготовці до занять. Особливо помітним було зростання мотивації у студентів, які раніше вважали хімію “складною” або “нецікавою”. Доведено, що ПОН підвищує мотивацію, оскільки студенти бачать практичну цінність знань і пов’язують хімію з майбутньою професією.

5. *Потреба у структурованій методичній підтримці (scaffolding) для успішного опанування матеріалу.* Під час впровадження ПОН було зафіксовано, що студенти, особливо першокурсники, потребують структурованої підтримки у формі чітких інструкцій і шаблонів для розв’язання проблем; проміжних контрольних етапів; списку ключових концепцій та методів; алгоритму дослідницької роботи. Без такої методичної підтримки студенти витрачали багато часу на організацію роботи, що знижувало ефективність занять. Відтак ПОН повинно бути адаптоване до рівня підготовки студентів через підтримку, яка допомагає зосередитися на змісті, а не на формальних труднощах організації роботи.

6. *Ефективність ПОН у темах, які мають клінічну перспективу.* Найбільш виражений ефект ПОН був зафіксований у темах, які мають прямий зв’язок із клінічною практикою, наприклад, «Кислотно-лужний баланс»; «Електроліти та їх значення для організму»; «Фармакологічна дія кислот і основ»; «Токсикологічні аспекти хімічних речовин». Студенти при цьому краще розуміли не тільки теорію, а й клінічну значущість знань, що сприяло формуванню професійних компетентностей.

Підсумовуючи емпіричні спостереження, можемо стверджувати, що ПОН в курсі хімії для

студентів-медиків формує критичне мислення та аналітичні компетентності; розвиває командні навички та комунікацію, підвищує мотивацію до навчання, сприяє перенесенню знань у клінічний контекст, потребує структурованої та методичної підтримки для ефективного засвоєння матеріалу.

У ході впровадження ПОН у курсі хімії для студентів-медиків КЗВО «Рівненська медична академія» було також зафіксовано суттєві зміни в навчальній поведінці студентів та рівні сформованості професійних компетентностей. Зокрема, ПОН сприяло переходу від пасивного запам’ятовування теоретичних понять до активного застосування знань у клінічному контексті. Це було особливо помітно під час розв’язання задач, пов’язаних із кислотно-лужною рівновагою, електролітами, а також у темах, що мають безпосередній зв’язок із майбутньою медичною практикою. У рамках проблемного модуля з кислотно-лужного балансу студентам було запропоновано аналіз клінічної ситуації: пацієнт з ознаками задишки та м’язової слабкості має  $\text{pH} = 7,30$ ,  $\text{pCO}_2 = 50$  мм рт. ст.,  $\text{HCO}_3^- = 22$  ммоль/л. Під час дискусії студенти самостійно визначали тип порушення (респіраторний ацидоз), обґрунтовували можливі причини та пропонували подальші лабораторні дослідження. Таким чином, ПОН сприяло формуванню клінічно орієнтованого мислення, яке виходить за межі простого запам’ятовування формул і визначень.

Аналогічні зміни були зафіксовані у модулі з вивчення електролітів, де студентам було запропоновано ситуацію: пацієнт з діареєю має  $\text{Na}^+ = 130$  ммоль/л та  $\text{K}^+ = 3,1$  ммоль/л. У процесі роботи студенти аналізували можливі наслідки таких показників, формулювали симптоми, обґрунтовували механізми втрат електролітів і пропонували рекомендації щодо корекції. Це свідчить про те, що ПОН сприяє не тільки виконанню обчислень, але й глибокому розумінню причинно-наслідкових зв’язків, що є важливою складовою медичної компетентності – здатності аналізувати лабораторні дані та робити висновки з урахуванням клінічного стану пацієнта.

Значним результатом впровадження ПОН стало також формування командних навичок та комунікації. У лабораторних модулях студенти працювали в малих групах над проблемами, які вимагали спільного аналізу, розподілу ролей та прийняття колективних рішень. Наприклад, у задачі з аналізом проби води на наявність важких металів студенти визначали можливі аналітичні методи, обґрунтовували вибір реакцій для

підтвердження наявності свинцю, оцінювали можливі джерела забруднення та наслідки для здоров'я. У процесі роботи групи показували високу комунікативну активність, взаємну підтримку та відповідальність за спільний результат, що є важливими складовими професійної підготовки майбутніх медиків.

*Педагогічний експеримент* відбувався із залученням контрольних та експериментальних груп. Дослідження проводилося в межах хімічних та фармацевтичних дисциплін.

На констатувальному етапі експерименту статистично значущих відмінностей між рівнем навчальних досягнень студентів експериментальної та контрольної груп виявлено не було ( $p > 0,05$ ), що свідчить про їхню початкову однорідність.

На формуальному етапі в експериментальній групі було впроваджено ПОН, тоді як у контрольній групі навчання здійснювалося за традиційною методикою.

За результатами підсумкового контролю середній показник успішності студентів експериментальної групи становив  $82,4 \pm 6,8$ , тоді як у контрольній групі –  $74,1 \pm 7,2$  (Таблиця 1).

Таблиця 1  
Порівняльні показники навчальних досягнень студентів

Група	n	Середній бал (M ± SD)
Експериментальна	29	82,4 ± 6,8
Контрольна	29	74,1 ± 7,2

З метою перевірки статистичної значущості відмінностей було застосовано t-критерій Стьюдента для незалежних вибірок шляхом використання функції T.TEST у програмі Microsoft Excel. Статистичний аналіз засвідчив наявність статистично значущої різниці між показниками експериментальної та контрольної груп ( $t = 4,41$ ;  $p < 0,01$ ), що дозволяє зробити висновок про ефективність використання ПОН у викладанні хімії. З метою опису розподілу академічних результатів у групах було використано також стандартне відхилення (SD), яке показує, наскільки індивідуальні результати студентів відхиляються від середнього значення групи. У експериментальній групі

(ПОН)  $SD = 5,2$ , у контрольній групі (традиційне навчання)  $SD = 6,1$ , що свідчить про відносно однорідний рівень підготовки учасників і допустиму варіативність результатів (Таблиця 2).

*Якісний аналіз* результатів виконання рівня лабораторних робіт, професійно-зорієнтованих завдань, навчальних дискусій довів, що студенти експериментальної групи демонстрували вищий рівень сформованості аналітичних умінь, здатність до інтерпретації експериментальних даних та застосування хімічних знань про виконанні ситуаційних задач, що підтверджує комплексний характер позитивного впливу ПОН на результати навчання.

Щодо структурованої та методичної підтримки, то з метою покращення результатів у темі “Електрохімія” було введено алгоритм складання електрохімічних рівнянь, таблицю стандартних потенціалів та шаблон для запису гіпотези й плану експерименту. Це дозволило студентам швидше переходити до аналізу результатів та інтерпретації даних, що підтверджує важливість такої підтримки для успішної реалізації ПОН у медичній хімії.

У межах модуля з фармацевтичної хімії студентам було запропоновано таку проблемну ситуацію: пацієнту призначено пероральний лікарський засіб слабкої кислоти ( $pK_a = 4,5$ ), який необхідно застосовувати одночасно з антацидом, що містить гідрокарбонат натрію. Студенти повинні були проаналізувати, як зміна рН шлункового середовища вплине на ступінь іонізації препарату, його розчинність та біодоступність, а також запропонувати рекомендації щодо режиму прийому ліків.

У процесі роботи студенти використовували знання з кислотно-лужної рівноваги, рівняння Гендерсона-Гассельбаха та знання фармакокінетичних принципів. За результатами роботи в студентських групах встановлено, що ПОН сприяє інтеграції хімічних і фармацевтичних знань та формує здатність приймати обґрунтовані професійні рішення з урахуванням безпеки й ефективності фармакотерапії. Здобувачі медико-фармацевтичного факультету були більш вмотивовані до виконання проблемно-пошукових завдань

Таблиця 2  
Статистичний аналіз показників

Показник	ЕГ (ПОН)	КГ (традиційне навчання)	t-критерій	p-значення
Кількість студентів (n)	29	29	–	–
Середній бал за підсумкові завдання	88,5	81,2	4,41	<0,01
Стандартне відхилення (SD)	5,2	6,1	–	–

у зв'язку з вищими базовими знаннями до сприйняття навчального матеріалу з хімічних дисциплін.

Особливо цікавою виявилася робота за темами органічної хімії, де ПОН сприяло формуванню екологічної компетентності (вплив органічних речовин на процеси життєдіяльності усіх живих організмів) та професійної відповідальності. У проблемній задачі щодо заміни токсичного розчинника на більш безпечний у медичній лабораторії студенти оцінювали критерії безпеки, аналізували альтернативи, прогнозували зміни у результатах аналізів та враховували екологічні та етичні наслідки вибору. Тому було встановлено, що ПОН поєднує хімічні знання з екологічними та етичними аспектами медичної практики, що є важливою складовою сучасної медичної освіти.

**Висновки.** У ході проведеного дослідження встановлено, що можливості ПОН у формуванні компетентностей медичного та фармацевтичного працівника при вивченні хімічних дисциплін полягають у переході від репродуктивного

запам'ятовування до практичного застосування знань у клінічних ситуаціях, формуванні критичного мислення та уміння аналізувати дані, розвитку командних навичок і комунікації, підвищенні мотивації до вивчення хімії та перенесенні знань на аналіз клінічних випадків, зокрема у темах кислотно-лужного балансу, електролітів, токсикології та фармакологічної хімії.

Доцільність використання ПОН обґрунтовано як метод, що сприяє формуванню професійних компетентностей майбутніх медичних та фармацевтичних працівників, забезпечує розвиток самостійності та здатності до навчання впродовж життя, є ефективним інструментом інтеграції теоретичних знань із практичними навичками, та потребує структурованої методичної підтримки (scaffolding) з метою адаптації до рівня підготовки студентів та забезпечення якості навчання. Подальші наші дослідження будуть спрямовані на формування критичного мислення у майбутніх працівників галузі Охорони здоров'я при використанні ПОН.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Barrows H. S., Tamblyn R. M. *Problem-Based Learning: An approach to medical education*. New York : Springer, 1980. 256 p.
2. Hmelo-Silver C. E. Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*. 2004. Vol. 16, № 3. P. 235-266. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>.
3. Varadarajan S., Ladage S. Problem-Based Learning (PBL): A literature review of theory and practice in undergraduate chemistry laboratories. *Journal of Chemical Education*. 2024. Vol. 101, № 8. P. 3027-3038. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01335>.
4. Varadarajan S., Ladage S. Exploring the role of scaffolds in problem-based learning (PBL) in an undergraduate chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*. 2022. Vol. 23, № 1. P. 159-172.
5. Günter T., Kılınc Alpat S. The effects of problem-based learning (PBL) on the academic achievement of students studying "Electrochemistry". *Chemistry Education Research and Practice*. 2017. Vol. 18. P. 78-98. DOI: <https://doi.org/10.1039/C6RP00176A>.
6. Ramos-Mejía A., Padilla K. A problem-based learning electrochemistry course for undergraduate students to develop complex thinking. *Education Sciences*. 2025. Vol. 15, № 3. Art. 320. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci15030320>.
7. Costa A. M., Escaja N., Fité C., González M., Madurga S., Fuguet E. Problem-Based Learning in Graduate and Undergraduate Chemistry Courses: Face-to-Face and Online Experiences. *Journal of Chemical Education*. 2023. Vol. 100, № 2. P. 597-606. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00741>.
8. Ge W.-L., Zhu X.-Y., Lin J.-B., Jiang J.-J., Li T., Lu Y.-F., Mi Y.-F., Tung T.-H. Critical thinking and clinical skills by problem-based learning educational methods: an umbrella systematic review. *BMC Medical Education*. 2025. Vol. 25. Art. 455. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-025-06951-z>.
9. Su T., Liu J., Meng L., Luo Y., Ke Q., Xie L. The effectiveness of problem-based learning (PBL) in enhancing critical thinking skills in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Education*. 2025. Vol. 10. Art. 1565556. DOI: <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1565556>.
10. Virginia T. W. A problem-based learning (PBL)-based student worksheet development on green chemistry topics through experimental activities to improve students' critical thinking skills. *Chemistry in Education*. 2025. Vol. 14, № 2. P. 53-63. DOI: <https://doi.org/10.15294/chemined.v14i2.30448>.
11. Melnychuk O., Khmeliar I., Perekhodko N., Artemenko L., Demianchuk M., Kushnir L. Integrative learning in medical education: Advancing interdisciplinary approaches through adaptive AI tools. *Information Technologies and Learning Tools*. 2025. Vol. 107, № 3. P. 69-88. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v107i3.6024>.
12. Krol E. S., Velázquez-Martínez C. A., Jurgens T. M., Albon S. P. Medicinal chemistry curriculum and pedagogical practices at Canadian pharmacy schools: Towards standardization of practice. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*. 2024. Vol. 16, № 9. Art. 102095.
13. But I. Навчання фармацевтичної хімії майбутніх магістрів фармації у науково-педагогічному дискурсі. *Українська професійна освіта=Ukrainian Professional Education*. 2022. № 11. С. 169-176. <https://doi.org/10.33989/2519-8254.2022.11.275581>

14. Rizak G. The use of calculation problems in the teaching of pharmaceutical chemistry. *Continuing Professional Education: Theory and Practice*. 2023. № 74 (1), 68-75. <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2023>.

15. Ковальчук І. Структурна модель формування професійної компетентності майбутніх фахівців фармацевції. *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Педагогіка. Психологія»*. 2023. №3. С. 50-57. DOI: 10.32782/academ-ped.psyh-2023-3.08

#### REFERENCES

1. Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-Based Learning: An approach to medical education*. Springer.
2. Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
3. Varadarajan, S., & Ladage, S. (2024). Problem-Based Learning (PBL): A literature review of theory and practice in undergraduate chemistry laboratories. *Journal of Chemical Education*, 101(8), 3027-3038. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01335>
4. Varadarajan, S., & Ladage, S. (2022). Exploring the role of scaffolds in problem-based learning (PBL) in an undergraduate chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 23(1), 159-172.
5. Günter, T., & Kılınç Alpat, S. (2017). The effects of problem-based learning (PBL) on the academic achievement of students studying “Electrochemistry.” *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 78–98. <https://doi.org/10.1039/C6RP00176A>
6. Ramos-Mejía, A., & Padilla, K. (2025). A problem-based learning electrochemistry course for undergraduate students to develop complex thinking. *Education Sciences*, 15(3), 320. <https://doi.org/10.3390/educsci15030320>
7. Costa, A. M., Escaja, N., Fité, C., González, M., Madurga, S., & Fuguet, E. (2023). Problem-Based Learning in Graduate and Undergraduate Chemistry Courses: Face-to-Face and Online Experiences. *Journal of Chemical Education*, 100(2), 597-606. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00741>
8. Ge, W.-L., Zhu, X.-Y., Lin, J.-B., Jiang, J.-J., Li, T., Lu, Y.-F., Mi, Y.-F., & Tung, T.-H. (2025). Critical thinking and clinical skills by problem-based learning educational methods: an umbrella systematic review. *BMC Medical Education*, 25, Article 455. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-06951-z>
9. Su, T., Liu, J., Meng, L., Luo, Y., Ke, Q., & Xie, L. (2025). The effectiveness of problem-based learning (PBL) in enhancing critical thinking skills in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Education*, 10, Article 1565556. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1565556>
10. Virginia, T. W. (2025). A problem-based learning (PBL)-based student worksheet development on green chemistry topics through experimental activities to improve students’ critical thinking skills. *Chemistry in Education*, 14(2), 53-63. <https://doi.org/10.15294/chemined.v14i2.30448>
11. Melnychuk, O., Khmeliar, I., Perekhodko, N., Artemenko, L., Demianchuk, M., & Kushnir, L. (2025). Integrative learning in medical education: Advancing interdisciplinary approaches through adaptive AI tools. *Information Technologies and Learning Tools*, 107(3), 69-88. <https://doi.org/10.33407/itlt.v107i3.6024>
12. <https://doi.org/10.33407/itlt.v107i3.6024>
13. Krol, E. S., Velázquez-Martínez, C. A., Jurgens, T. M., & Albon, S. P. (2024). Medicinal chemistry curriculum and pedagogical practices at Canadian pharmacy schools: Towards standardization of practice. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 16(9), 102095.
14. But, I. (2022). Navchannya farmatsevtichnoyi khimiyi maybutnikh mahistriv farmatsiyi u naukovo-pedahohichnomu dyskursi [Teaching pharmaceutical chemistry to future pharmacy masters in the scientific-pedagogical discourse]. *Ukrayins’ka profesiyna osvita = Ukrainian Professional Education*, 11, 169–176. <https://doi.org/10.33989/2519-8254.2022.11.275581>
15. Rizak, G. (2023). The use of calculation problems in the teaching of pharmaceutical chemistry. *Continuing Professional Education: Theory and Practice*, 74(1), 68-75. <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2023.1.6>
16. Kovalchuk, I. (2023). Strukturna model formuvannya profesiynoyi kompetentnosti maybutnikh fakhivtsiv farmatsiyi [Structural model of professional competence formation of future pharmacy specialists]. *Naukovyi visnyk Vinnytskoyi akademii bezpererвної osvity. Seriya «Pedahohika. Psykholohiya»*, 3, 43–47. <https://doi.org/10.32782/academ-ped.psyh-2023-3.08>

Дата першого надходження статті до видання: 20.11.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.12.2025

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.12.2025