



**Теорія і методика професійної освіти**

УДК 378.147:54:619:664

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.19002487>

**Міждисциплінарна інтеграція хіміко-біологічних дисциплін у системі  
формування фахових компетентностей майбутніх фахівців**

**Ямборак Раїса Семенівна**

кандидат географічних наук, доцент кафедри хімії, доцент кафедри хімії

навчально-наукового інституту харчових технологій,

ЗВО «Подільський державний університет»

Індекс: 32316, м. Кам'янець-Подільський, вул. Шевченка, 12,

Хмельницька область, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1865-9308>

**Коваль Тетяна В'ячеславівна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри хімії, доцент  
кафедри хімії навчально-наукового інституту харчових технологій,

ЗВО «Подільський державний університет»

Індекс: 32316, м. Кам'янець-Подільський, вул. 12,

Хмельницька область, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7132-5887>

**Прийнято: 12.02.2026 | Опубліковано: 28.02.2026**

**Анотація:** *Мета. Метою цього дослідження є комплексне теоретичне обґрунтування, розробка та практична реалізація системно-інтегрованої моделі викладання фундаментальних хіміко-біологічних дисциплін. Дослідження спрямоване на оптимізацію процесу фахової підготовки студентів першого*



курсу спеціальностей «Ветеринарна медицина» та «Харчові технології» шляхом подолання фрагментарності базових знань та формування цілісного розуміння міждисциплінарних зв'язків. *Методи.* Методологічне підґрунтя роботи базується на синергії компетентнісного та студентоцентрованого підходів. Застосовано комплекс технологій: проблемно-орієнтоване навчання, кейс-метод та елементи 3D-візуалізації молекулярних структур білків. Апробація здійснювалася шляхом педагогічного експерименту протягом семестру на вибірці з 22 студентів-першокурсників. Навчальний процес інтегрував вивчення колігативних властивостей розчинів з біохімією білків. Ефективність оцінювалася методами педагогічного спостереження, порівняльного аналізу академічної успішності та анкетування здобувачів. *Результати.* Апробація моделі продемонструвала високу результативність поєднання теоретичного матеріалу з профільними кейсами. Студенти-ветеринари успішно застосовували знання про осмотичний тиск для аналізу клінічних випадків виникнення набряків у тварин. Здобувачі спеціальності «Харчові технології» опанували методи контролю якості молока методом кріоскопії. Кількісний аналіз засвідчив підвищення середнього бала успішності у групі ветеринарної медицини на 15 %, а харчових технологій – на 12 %. Анкетування підтвердило позитивне сприйняття: 86 % респондентів відзначили високий рівень зрозумілості матеріалу, 91 % вказали на практичну користь знань, а 82 % констатували підвищення інтересу до природничих дисциплін. *Висновки.* Експериментально перевірена системно-інтегрована модель доводить свою життєздатність та високу педагогічну ефективність. Вона долає традиційну фрагментарність засвоєння наук, трансформуючи абстрактні фізико-хімічні поняття у дієвий інструментарій фахівця. Впровадження такого підходу на початкових етапах закладає міцний фундамент для формування стійких професійних компетентностей та



*стимулює здатність студентів до екстраполяції теоретичних знань на вирішення нестандартних завдань.*

***Ключові слова:** системно-інтегрована модель, біохімія білків, фізична хімія, колігативні властивості, осмос, кріоскопія, ебуліоскопія, кейс-метод, архітектоніка.*

## **Interdisciplinary Integration of Chemical and Biological Disciplines in the System of Forming Professional Competencies of Future Specialists**

**Raisa Yamborak**

PhD in Geography, Associate Professor of the Department of Chemistry, Associate Professor of the Department of Chemistry, Educational and Scientific Institute of Food Technologies,  
Podillia State University

Postal code: 32316, 12 Shevchenko St., Kamianets-Podilskyi, Khmelnytskyi region,  
Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1865-9308>

**Tetiana Koval**

PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, Associate Professor of the Department of Chemistry, Educational and Scientific Institute of Food Technologies,  
Podillia State University

Postal code: 32316, 12 Shevchenko St., Kamianets-Podilskyi, Khmelnytskyi region,  
Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7132-5887>



**Abstract:** *Purpose.* The purpose of this study is a comprehensive theoretical justification, development and practical implementation of a system-integrated model of teaching fundamental chemical and biological disciplines. The study is aimed at optimizing the process of professional training of first-year students of the specialties "Veterinary Medicine" and "Food Technology" by overcoming the fragmentation of basic knowledge and forming a holistic understanding of interdisciplinary connections. *Methods.* The methodological basis of the work is based on the synergy of competency-based and student-centered approaches. A set of technologies was applied: problem-oriented learning, case method and elements of 3D visualization of molecular structures of proteins. The testing was carried out through a pedagogical experiment during the semester on a sample of 22 first-year students. The educational process integrated the study of colligative properties of solutions with protein biochemistry. The effectiveness was assessed by methods of pedagogical observation, comparative analysis of academic success and questionnaires of applicants. *Results.* The model testing demonstrated the high effectiveness of combining theoretical material with profile cases. Veterinary students successfully applied knowledge about osmotic pressure to analyze clinical cases of edema in animals. Applicants for the specialty "Food Technologies" mastered methods of milk quality control using cryoscopy. Quantitative analysis showed an increase in the average score in the veterinary medicine group by 15%, and in food technologies - by 12%. The survey confirmed the positive perception: 86% of respondents noted a high level of understanding of the material, 91% indicated the practical benefit of knowledge, and 82% noted an increase in interest in natural sciences. *Conclusions.* The experimentally tested system-integrated model proves its viability and high pedagogical efficiency. It overcomes the traditional fragmentation of science learning, transforming abstract physical and chemical concepts into an effective toolkit for a specialist. The implementation of such an approach at the initial stages lays a solid foundation for the formation of sustainable professional competencies



*and stimulates students' ability to extrapolate theoretical knowledge to solve non-standard tasks.*

**Keywords:** *system-integrated model, protein biochemistry, physical chemistry, colligative properties, osmosis, cryoscopy, ebullioscopy, case method, architectonics.*

**Постановка проблеми.** Сучасна парадигма вищої освіти в Україні розвивається в умовах інтенсивних технологічних змін та євроінтеграційних процесів, що вимагає докорінного перегляду методологічних підходів до підготовки фахівців природничого та технологічного профілів. Головним завданням університетів є не просто подання масиву теоретичних знань, а формування у здобувачів вищої освіти здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності. Для студентів першого курсу спеціальностей «Ветеринарна медицина» та «Харчові технології» фундаментальною базою для такого професійного становлення є глибоке розуміння хімічних та біохімічних процесів, що відбуваються у живих організмах та харчовій сировині [1, с. 46].

Традиційна система викладання базових хімічних дисциплін на початкових курсах часто характеризується надмірною абстрактністю та відірваністю від майбутньої професії. Навчальний процес нерідко зводиться до механічного запам'ятовування властивостей чи розв'язання формалізованих завдань без розуміння їхнього прикладного значення. Як наслідок, під час переходу до вивчення фахових дисциплін студенти стикаються з так званим «когнітивним розривом», не маючи здатності екстраполювати базові закони хімії на складні біохімічні системи. Зокрема, фундаментальні поняття про колігативні властивості розчинів рідко розглядаються у тісному взаємозв'язку з властивостями біологічних макромолекул. Подолання цієї фрагментарності вимагає розробки нової архітектоніки навчання, де теоретичний матеріал



інтегрується з професійними кейсами у суцільну логічну структуру, що дозволяє студенту бачити прикладне значення кожної хімічної константи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз сучасних наукових досліджень за останні 5 років підтверджує активний пошук методологічних інструментів для фундаменталізації вищої освіти. О. Устянська та співавтори зазначають, що роль біохімії у підготовці фахівців є ключовою для розвитку наукового мислення [2, с. 283]. Важливість міждисциплінарної інтеграції при викладанні хімічних дисциплін детально обґрунтована у працях І. Яремій, де акцентується на необхідності зв'язку теорії з клінічною діагностикою [3, с. 19]. Питання інноваційних підходів у ветеринарній дидактиці висвітлені у дослідженнях С. Ліщука та співавторів., які вказують на ефективність активних методів навчання та необхідність трансформації фундаментальної підготовки [4, с. 43]. Прикладна значущість моделювання біологічних процесів та вивчення фізіологічних основ регуляції функцій організму підтверджується роботами Ю. Беспалова та ін. [5, с. 99], а також О. Бобрицької та ін. [6, с. 62]. Важливим складником успіху є також правильна організація самостійної роботи студентів, що сприяє глибшому засвоєнню міждисциплінарного матеріалу [7, с. 14]. Методологічні аспекти перспективного навчання в умовах Індустрії 5.0 розкрито Н. Ржевською [8, с. 35], а розвиток асоціативного мислення у хімії — К. Буренковою та співавторами [9, с. 24]. Сучасні біохімічні дослідження крові [10, с. 39] та аналіз амінокислотного складу соєвих білків [11, с. 70] створюють необхідну базу для розробки професійно орієнтованих кейсів. Досвід використання кейс-методу (Л. Ойцюсь, М. Яцюк) [12, с. 142] доводить його високу мотиваційну роль. Дослідження інноваційного розвитку харчової хімії та біотехнології, представлені О. Мельником [13, с. 25] та М. Бойком [14, с. 88], диктують потребу у постійному оновленні змісту вищої освіти відповідно до світових стандартів, що підтверджується і дослідженнями інтерактивних стратегій [15, с. 154].



### **Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми.**

Незважаючи на значну кількість публікацій, присвячених впровадженню інтерактивних методів навчання у вишах, аналіз поточної освітньої практики та наукових джерел свідчить про наявність низки суттєвих прогалин у системі фундаментальної підготовки майбутніх фахівців ветеринарного та технологічного профілів. По-перше, у сучасній педагогічній літературі недостатньо висвітлено питання побудови цілісної архітектури навчального процесу, яка б забезпечувала не просто вивчення окремих розділів фізичної та біохімії, а їх наскрізну конвергенцію. Більшість існуючих методик пропонують вивчення колігативних властивостей розчинів як ізольованих фізико-хімічних закономірностей, що призводить до нездатності студентів-першокурсників бачити в них біологічну основу метаболічних процесів. По-друге, залишається невіршеним питання розробки валідованих наскрізних професійних кейсів, які б одночасно поєднували в собі складний математичний апарат хімії (наприклад, розрахунок осмотичного тиску чи кріоскопічної константи) з текстовим обґрунтуванням патологічних станів у тварин чи технологічних порушень у харчовій промисловості. Відсутність таких інтегрованих інструментів на початкових етапах навчання гальмує розвиток професійно орієнтованого аналітичного мислення здобувачів. По-третє, практично відсутні порівняльні дослідження ефективності системно-інтегрованих моделей викладання одночасно для різних, але змістовно споріднених спеціальностей, таких як «Ветеринарна медицина» та «Харчові технології». Це зумовлює об'єктивну необхідність створення єдиного науково-методичного простору, де фундаментальні закони природничих наук виступають не абстрактною теорією, а дієвим інструментарієм для вирішення нестандартних професійних завдань.



**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Головна мета дослідження полягає у комплексному теоретичному обґрунтуванні, детальній розробці та експериментальній верифікації ефективності авторської системно-інтегрованої моделі викладання хімічних та біохімічних дисциплін. В основі запропонованого підходу лежить створення такої архітекτονіки освітнього процесу, яка б дозволила успішно подолати наявний когнітивний розрив між фундаментальною природничою підготовкою та прикладними фаховими запитами сучасного ринку праці. Основними завданнями дослідження є трансформація абстрактних законів хімії, зокрема колігативних властивостей розчинів, у дієвий аналітичний інструментарій для здобувачів першого курсу спеціальностей «Ветеринарна медицина» та «Харчові технології». Робота спрямована на формування у студентів наскрізних міждисциплінарних компетентностей через впровадження проблемно-орієнтованого навчання та кейс-методу, де кожне наукове поняття (осмос, кріоскопія, ебуліоскопія) отримує своє логічне завершення у формі клінічного діагнозу або технологічного висновку. Крім того, стаття ставить за мету проаналізувати динаміку академічної успішності та мотиваційну готовність майбутніх фахівців до вивчення фундаментальних наук за умов їх повної інтеграції з професійно орієнтованими завданнями в межах єдиного освітнього простору ЗВО «Подільський державний університет».

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Практична реалізація системно-інтегрованої моделі навчання в освітньому просторі ЗВО «Подільський державний університет» базувалася на фундаментальному переосмисленні викладання природничих дисциплін. В основу дослідження було покладено гіпотезу про те, що формування фахових компетентностей на початковому етапі можливе лише за умови створення цілісної архітекτονіки освітнього процесу, де фізико-хімічні закономірності виступають не об'єктом запам'ятовування, а інструментом дедуктивного аналізу біологічних та



технологічних систем. Наукове обґрунтування моделі спирається на теорію контекстного навчання, згідно з якою засвоєння фундаментальних знань відбувається ефективніше, якщо вони подані в межах квазіпрофесійної діяльності. Для реалізації цього підходу було розроблено серію інтегрованих кейсів, що охоплюють розділ «Колігативні властивості розчинів». Методологія дослідження передбачала відмову від стандартних алгоритмічних задач на користь проблемних завдань, які вимагають глибокої інтелектуальної конвергенції знань із хімії, біохімії та фізіології. У межах підготовки здобувачів спеціальності «Ветеринарна медицина» архітектоніка заняття була вибудована навколо інтегрованого кейсу «Фізико-хімічні аспекти білків плазми крові». Робоча гіпотеза полягала в тому, що розуміння законів дифузії та осмосу через призму функціонування білків плазми крові дозволить студентам самостійно вивести патогенез набрякових явищ. Використовуючи 3D-візуалізацію архітектоніки молекул альбумінів, студенти досліджували їхню гідрофільність та здатність створювати онкотичний тиск. Аналітичний підхід до розв'язання клінічного кейсу «Гіпопротеїнемія» дозволив студентам довести, що зниження концентрації білка призводить до неминучого переходу рідини з судинного русла в інтерстицій згідно з градієнтом осмотичного тиску [5, с. 101]. Для спеціальності «Харчові технології» фокус дослідження було зміщено на кріоскопічні властивості біологічних рідин. Методологічним інструментом виступив порівняльний аналіз фазових переходів у складних багатокомпонентних системах, таких як молоко. Студенти обґрунтовували науковий факт стабільності кріоскопічної константи молока як інтегрального показника його натуральності. Гіпотеза про те, що вивчення фальсифікації через зміну активності розчинника підвищить мотивацію до навчання, повністю підтвердилася: студенти продемонстрували здатність до аналітичного розрахунку масової частки доданої води, опираючись на відхилення температури замерзання.



**Таблиця 1**

*Динаміка академічної успішності здобувачів вищої освіти*

Спеціальність	Кількість студентів (n)	Середній бал (до експерименту)	Середній бал (після експерименту)	Приріст успішності (%)
Ветеринарна медицина	12	3,8	4,4	+15%
Харчові технології	10	4,0	4,5	+12%

Джерело: власна розробка авторів

Окремим важливим складником викладу матеріалу стало використання елементів 3D-візуалізації молекулярних структур білків. Це дозволило студентам наочно простежити просторову архітектуру макромолекул та зрозуміти, як зміна конформації білка під впливом рН чи температури впливає на його гідрофільність та здатність утримувати розчинник. Аналіз результатів педагогічного експерименту, представлений у Таблиці 1, підтверджує ефективність впровадженої архітектури навчання.

Кількісні дані Таблиці 1 свідчать про те, що інтегрований підхід стимулює краще засвоєння матеріалу незалежно від специфіки групи. Вищий приріст у групі ветеринарної медицини пояснюється високою емоційною залученістю здобувачів під час розгляду реальних клінічних випадків та патологій. Окрім оцінки знаннєвого компонента, було оцінено суб'єктивне сприйняття інновації самими здобувачами освіти шляхом анонімного анкетування.

Як свідчать дані Таблиці 2, переважна більшість респондентів (91 %) чітко усвідомили зв'язок між фундаментальною хімією та майбутньою професійною діяльністю.



**Таблиця 2**

*Результати анкетування здобувачів щодо ефективності інтегрованого підходу*

Спеціальність	Кількість студентів (n)	Середній бал (до експерименту)	Середній бал (після експерименту)	Приріст успішності (%)
Ветеринарна медицина	12	3,8	4,4	+15%
Харчові технології	10	4,0	4,5	+12%

Джерело: власна розробка авторів

Студенти відзначали, що розгляд абстрактних законів крізь призму фахових кейсів знімає психологічний бар'єр перед складністю природничих дисциплін. Перевагою обраної методології є її висока адаптивність до запитів ринку праці, що відповідає сучасним інноваціям в освіті. Однак, аналіз виявив і певні виклики: складність розробки якісного контенту та потреба у високій міждисциплінарній кваліфікації самого викладача. Використання інструментів 3D-моделювання та проблемно-орієнтованого підходу дозволило перетворити навчання з пасивного споживання інформації на процес активного конструювання професійного досвіду, що є наріжним каменем сучасної вищої школи.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження була успішно розроблена та верифікована системно-інтегрована модель викладання фундаментальних хімічних дисциплін. Побудована архітектоніка навчання довела свою здатність долати традиційну фрагментарність базової освіти, трансформуючи абстрактну фізико-хімічну теорію у дієвий професійний інструментарій майбутнього фахівця. Аналіз отриманих результатів дозволяє стверджувати, що всі завдання, поставлені на початку дослідження, були повністю досягнуті. Використання кейс-методу та текстового обґрунтування процесів замість сухого математичного розрахунку стимулювало розвиток



аналітичного мислення, що підтверджується зростанням академічної успішності у групах ветеринарної медицини (на 15 %) та харчових технологій (на 12 %). Крім того, суттєво підвищилася мотивація здобувачів вищої освіти до опанування природничих наук. Перспективи подальших досліджень у цьому напрямку полягають у масштабуванні розробленої моделі на інші дисципліни природничого циклу, а також у глибшій цифровізації навчального контенту, зокрема розробці віртуальних лабораторних симуляцій для аграрних та технологічних спеціальностей.

### **Список використаних джерел**

1. Мельник О. В. Трансформація природничої підготовки фахівців аграрної галузі в умовах євроінтеграції. *Педагогічні науки: теорія та практика*. 2023. № 2. С. 45–51.
2. Ustianska O. V., Hrytsuk O. I., Radaieva I. M. Role of Biochemistry and Molecular Biology in Pharmacy Students' Training. *Ідеї. Практики. Перспективи сучасної освіти*. Одеса : ОНУ імені І. І. Мечникова, 2025. Ч. 2. С. 282–285.
3. Yaremii I. M. Interdisciplinary Integration in Teaching Biological Chemistry and Toxicology to Medical Students. *Природничі, математичні науки та освіта в медицині*. 2024. № 1. С. 17–24.
4. Lishchuk S. H., Savchuk L. B., Kovalova O. M., Dobrovols'kyi V. A. Innovative Approaches to Veterinary Education Training. *Професійно-прикладні дидактики*. 2023. Вип. 15. С. 41–50.
5. Besimalov Yu. G., Hnoievyyi I. V., Hryhor'iev O. Ya. et al. Modeling Impact of Predators on Carp Protective Coloration. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*. Харків, 2024. № 9. С. 97–105.
6. Bobrytska O. M., Forkun V. I., Vodopyanova L. A. et al. Physiological Basis of Nervous-Humoral Regulation of Reproductive Function of Female Dogs.



*Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management.*  
Харків, 2021. № 7. С. 59–68.

7. Bobrytska O. M. Peculiarities of Organizing Independent Work of Students in Revealing Creative Potential. *SWorldJournal*. 2024. Vol. 28. С. 11–16.

8. Ржевська Н. Перспективні методи навчання для вирішення актуальних проблем сучасного суспільства в умовах індустріальної революції 5.0. *Український педагогічний журнал*. 2020. № 1. С. 32–40.

9. Буренкова К. В., Горліченко М. Г., Шевченко С. В. Розвиток асоціативного мислення під час викладання хімії для курсантів. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Вип. 46. С. 23–25.

10. Коржик О., Хомляк О. Біохімічні показники крові у хворих на хронічні ниркові патології. *Освітньо-наукові інновації у сфері біології, збереження здоров'я людини та психосоціальної і фізичної реабілітації*. Рівне, 2024. С. 38–41.

11. Руденко С., Самойлов Є. Аналіз амінокислотного складу соєвих білків та його практичне значення. *Освітньо-наукові інновації у сфері біології, збереження здоров'я людини та психосоціальної і фізичної реабілітації*. Рівне, 2024. С. 69–72.

12. Ойцюсь Л., Яцюк М. Мотивація учнів до навчання біології кейс методом. *Освітньо-наукові інновації у сфері біології, збереження здоров'я людини та психосоціальної і фізичної реабілітації*. Рівне, 2024. С. 141–144.

13. Мельник О. М. Тренди інноваційного розвитку харчової хімії. *Науковий вісник інновацій*. 2023. Вип. 71. С. 20–28.

14. Бойко М. І., Шевченко О. П. Технології контролю якості сировини у харчовій промисловості. *Харчова наука і технологія*. 2023. Вип. 159. С. 85–92.

15. Харитоновна Т. Інтерактивні методи навчання на уроках з природничих предметів. *Освітньо-наукові інновації у сфері біології, збереження здоров'я людини та психосоціальної і фізичної реабілітації*. Рівне, 2024. С. 153–157.