

Анічкіна Олена Василівна

кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії
Житомирського державного університету імені Івана Франка, Житомир, Україна

E-mail: anichkina-o@zu.edu.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4843-0707>

Scopus: 58550565100

Структурно-функціональна модель підготовки майбутніх викладачів природничих дисциплін: теоретико-методичні засади формування професійної компетентності

Стаття присвячена проблемі модернізації професійної підготовки майбутніх викладачів природничих дисциплін у закладах вищої освіти України в умовах оновлення нормативної бази діяльності вищої освіти та цифрової трансформації. Актуальність зумовлена необхідністю подолання розриву між фундаментальною природничою підготовкою та вимогами педагогічної компетентності викладача. Метою статті є теоретичне обґрунтування структури професійної підготовки майбутніх викладачів природничих дисциплін та визначення її ключових змістових складників. Зміст охоплює аналіз нормативної бази, освітніх програм спеціальності ЕЗ «Хімія» другого (магістерського) рівня вищої освіти та кластеризацію закладів вищої освіти за популярністю освітніх програм серед вступників і включенням до змісту педагогічного складника професійної підготовки майбутніх викладачів. Виявлено варіативність та дефіцит педагогічної підготовки у частині програм. Обґрунтовано центральну позицію в формуванні професійної компетентності майбутніх викладачів природничих дисциплін саме методика викладання, яка забезпечує інтеграцію фундаментальних наукових знань і сучасних андрагогічних підходів у готовність майбутнього викладача до повноцінної педагогічної діяльності. Результатом дослідження виступає формування структурно-функціональної моделі професійної компетентності викладача природничих дисциплін, що включає проєктувально-технологічний, педагогічно-праксеологічний і контрольний-рефлексивний блоки. Подано зміст діяльності, значення та відповідність трудовим функціям Професійного стандарту кожного блоку запропонованої моделі. Обґрунтовано необхідність інтеграції цифрової, методичної та експериментальної складових у підготовці викладача, ефективної рефлексії та постійного професійного розвитку. Отримані результати можуть бути використані для конструювання освітніх програм і вдосконалення стандартів вищої освіти природничих спеціальностей та підвищення якості освітнього процесу в умовах сучасних викликів вищої освіти, цифровізації та подолання освітніх втрат.

Ключові слова: професійна підготовка викладача, викладач природничих дисциплін, професійна компетентність, методика викладання, структурно-функціональна модель, заклад вищої освіти, природнича освіта.

Вступ. Сучасний етап розвитку вищої освіти в Україні характеризується системним посиленням вимог до якості професійної підготовки викладачів закладів вищої освіти. Це зумовлено інтенсивними внутрішніми трансформаціями та необхідністю нормативної відповідності діяльності педагогічних / науково-педагогічних працівників вимогам актуального Професійного стандарту, який інтенсивно оновлюється. Особливої значущості набуває проблема підготовки майбутніх викладачів природничих дисциплін, чия професійна компетентність вимагає складної конвергенції фундаментальних наукових знань, академічної педагогіки, цифрової обізнаності та розвинутої експериментальної майстерності.

Сучасні міжнародні дослідження акцентують увагу на інтеграції предметно-наукового, андрагогічного та технологічного знання як основи професіоналізму викладача вищої школи. Цей підхід концептуалізовано у моделі технологічно-педагогічного змістового знання (TRACK), яка в умовах університетської освіти виступає інструментом дидактичного проєктування складного теоретичного та дослідницького контенту (Herring, Koehler, Mishra, 2016). Зокрема, у природничій освіті така інтеграція дозволяє реалізувати студентоцентроване конструювання освітніх програм через призму STEM-підходу, де навчання стає базою для розв'язання реальних технологічних та екологічних викликів (UNESCO, 2020). Питання ефективності академічного викладання та забезпечення його високої якості ґрунтуються на принципах доказової педагогіки, спрямованих на стимулювання дослідницької автономії здобувачів (Hattie, 2023). Водночас європейські рамки професійної діяльності визначають цифрову компетентність як невід'ємну ознаку профілю сучасного педагога, здатного створювати гібридні освітньо-наукові простори (Redecker,

2017). В умовах стрімкої цифровізації це передбачає не лише технічне опанування інструментів, а й переосмислення ролі викладача як ментора та дизайнера освітнього процесу в умовах активного впровадження систем штучного інтелекту (ШІ) (Zawacki-Richter et al., 2019).

Український науковий дискурс (Петренко, Кучерявий та Лавріненко, 2024), поглиблює ці положення, обґрунтовуючи теоретико-методичні засади підготовки майбутнього викладача закладу вищої освіти в умовах цифрової трансформації, зокрема через формування «педагогічно-цифрового професіоналізму», що базується на синергії традицій класичного університету та інноваційного цифрового освітнього простору.

Нормативно-правове забезпечення вищої освіти визначає ступеневу траєкторію формування професійної компетентності викладача. Відповідно до Закону України «Про вищу освіту» (ст. 5) (Про вищу освіту), підготовка на третьому (освітньо-науковому) рівні передбачає обов'язкове опанування методології, як наукової, так і педагогічної діяльності. Проте оновлення змісту предметних областей спеціальностей у 2025 році (Про затвердження Методичних рекомендацій...), засвідчує чітку тенденцію до зміщення акцентів: інтеграція викладацької складової транспортується на інші рівні, оскільки опис є наскрізним. Зокрема, у межах спеціальності Е3 «Хімія» акцентовано необхідність опанування методології наукових і прикладних досліджень, а також науково-педагогічної діяльності, як наскрізного складника спеціальності. Для спеціальності Е6 «Прикладна фізика та наноматеріали» прямо передбачено формування методичної готовності до викладання у разі присвоєння професійної кваліфікації. Тобто дві з шести природничих спеціальностей передбачають наскрізне формування професійної компетентності викладача в ході реалізації освітніх програм, зокрема і на другому (магістерському) рівні, що відповідає 7-му рівню НРК.

Попри наявність нормативних передумов, у практиці підготовки магістрів природничих спеціальностей спостерігається суттєва варіативність у представленості педагогічного складника. Відсутність уніфікованого підходу до побудови професійної підготовки та формування професійної компетентності викладача призводить до розриву між теоретичною готовністю випускника та реальними вимогами освітнього процесу у вищій школі. Це зумовлює гостру необхідність теоретичного обґрунтування змісту підготовки та визначення ключових компетентностей, що забезпечать успішність майбутнього викладача в умовах сучасних викликів.

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є теоретичне обґрунтування структури професійної підготовки майбутніх викладачів природничих дисциплін та визначення її ключових змістових складників у контексті сучасних нормативних вимог і глобальних тенденцій розвитку вищої освіти.

Досягнення поставленої мети зумовило необхідність розв'язання комплексу взаємопов'язаних завдань: ретроспективний та компаративний аналіз нормативно-правового забезпечення професійної підготовки викладачів у системі вищої освіти України; дослідження змісту актуальних освітніх програм природничих спеціальностей (зокрема спеціальності Е3 «Хімія») на предмет інтеграції науково-педагогічного компонента у фахову підготовку магістрів; обґрунтування структурно-функціональної моделі професійної компетентності викладача природничих дисциплін, що враховує сучасні тенденції модернізації та виклики вищої освіти; визначення та верифікування сукупності освітніх компонентів і ключових професійних компетентностей, що забезпечують успішність та конкурентоспроможність викладача в академічному середовищі.

Матеріали та методи дослідження. Нормативно-правову та емпіричну основу дослідження становлять засадничі документи, що регламентують функціонування системи вищої освіти України та визначають вимоги до кваліфікації викладача закладу вищої освіти.

Джерельною базою дослідження також слугували верифіковані статистичні дані Єдиної державної електронної бази з питань освіти (ЄДЕБО) щодо результатів вступної кампанії 2025 року. Аналітичному опрацюванню було піддано освітні програми, навчальні плани та силабуси/робочі програми освітніх компонентів психолого-педагогічного та методичного спрямування усіх закладів вищої освіти України, що здійснили набір здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю Е3 «Хімія» в 2025 році.

У дослідженні застосовано теоретичний аналіз і синтез, контент-аналіз освітніх програм, порівняльно-педагогічний аналіз та метод моделювання для обґрунтування структурно-функціональної моделі професійної компетентності викладача природничих дисциплін.

Результати дослідження. Аналіз репрезентативної вибірки освітніх програм другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності Е3 «Хімія» 2025 року вступу, що реалізуються в 21 закладі вищої освіти України, засвідчив суттєву диференціацію за показниками їхньої популярності серед вступників (Статистика вступної кампанії 2025 року) та дозволив здійснити кластерний розподіл мережі підготовки:

- Беззаперечний освітній лідер: заклад вищої освіти, який стабільно здійснює набір здобувачів у кількості, що перевищує одну академічну групу (Київський національний університет імені Тараса Шевченка).

- Кластер «Освітні доміанти»: заклади вищої освіти, які отримали рекомендації для зарахування понад 10 осіб, що забезпечує формування повноцінної академічної підгрупи (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Львівський національний університет імені Івана Франка, Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Житомирський державний університет імені Івана Франка, Національний університет «Києво-Могилянська академія»).

- Кластер «Базова академічна комплектність»: заклад вищої освіти, де кількість рекомендованих вступників (6-9 осіб) досягла мінімально необхідного рівня для формування академічної підгрупи (Волинський національний університет імені Лесі Українки, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького).

- Кластер «Індивідуалізоване навчання»: охоплює 13 закладів вищої освіти з малокомплектними групами (від 1 до 5 осіб) (Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Донбаська державна машинобудівна академія, Донецький національний університет імені Василя Стуса, Запорізький національний університет, Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка, Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Сумський державний університет, Херсонський державний університет, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича).

Аналіз змісту підготовки відповідно до кластерів довів значну варіативність її змісту, передусім у контексті представлення психолого-педагогічного та методичного складників. Виявлено статистично значущу кореляцію: освітні програми, що пропонують чітко виражену траєкторію підготовки викладача, мають вищу привабливість для вступників. Так, з шести закладів вищої освіти, які домінують на ринку освітніх послуг із підготовки магістрів спеціальності ЕЗ «Хімія»: п'ять (83,34 %) мають у структурі професійної підготовки дисципліни методичного спрямування, орієнтовані на викладання хімії у вищій школі; чотири (66,67%) – практику орієнтовану на формування первинного досвіду викладання хімії в закладі вищої освіти; три (50,00%) – дисципліну з педагогічних, а дві (33,34 %) – з психологічних основ діяльності вищої школи.

Проте виявлено системну проблему: у програмах кластера індивідуалізованого навчання спостерігається гострий дефіцит методичної складової. Емпіричний аналіз засвідчив, що у більшості закладів вищої освіти цієї групи (9 з 13 – 69,23 %) педагогічна підготовка повністю виключена з переліку обов'язкових освітніх компонент або переведена у площину вибіркових дисциплін. Така ситуація створює ризик фахової деформації випускника магістратури, який, володіючи фундаментальними знаннями з хімії, залишається невідповідним до виконання трудових функцій викладача ЗВО, що передбачені 7-м рівнем НРК.

Специфіка хімічної освіти зумовлює домінування практико-орієнтованої підготовки. У зв'язку з цим центральне місце в освітній програмі посідає методика викладання хімії у вищій школі, яка інтегрує фундаментальні наукові знання та сучасні андрагогічні підходи, забезпечуючи готовність майбутнього викладача до повноцінної педагогічної діяльності, що засвідчує розуміння проектними групами освітніх програм необхідності поєднання фундаментальних хімічних знань із методикою їхньої трансляції в академічному середовищі, як запоруку успішності професійної діяльності.

Це підтверджує гіпотезу про визнання потреби системного цілеспрямованого формування професійної компетентності викладача закладу вищої освіти не тільки для викладання професійно-значущих хімічних навчальних дисциплін, а й значної кількості дисциплін, які виступають базовими для формування професійних компетентностей фахівців, адже 4 з 11 галузей знань потребують формування хімічних компетентностей різного рівня. Викладач хімії у закладі вищої освіти забезпечує реалізацію освітнього процесу з підготовки не тільки хіміків, а й медиків, аграріїв, екологів, вчителів тощо.

Синтез отриманих емпіричних даних став підґрунтям для розроблення цілісної структурно-функціональної моделі професійної компетентності викладача природничих дисциплін закладу вищої освіти – педагогічного працівника.

Аналіз Професійного стандарту «Викладач закладу вищої освіти» (Про затвердження професійного стандарту...) дозволив визначити п'ять трудових функцій та вісім компетентностей які мають стати елементом професійної підготовки фахівців природничих спеціальностей другого (магістерського) рівня вищої освіти для забезпечення професійної компетентності викладача закладу вищої освіти – педагогічного працівника.

Узагальнення отриманих результатів дало змогу обґрунтувати структурно-функціональну модель професійної компетентності викладача природничих дисциплін, що відображає логіку переходу від проектування освітнього середовища до реалізації та рефлексії (табл. 1).

Таблиця 1

Блоки структурно-функціональної моделі професійної компетентності викладача

Блок моделі	Трудова функція Професійного стандарту	Зміст та стратегічні орієнтири
Проектувально-технологічний	В – Створення навчально-методичного забезпечення	Дидактичний дизайн: адаптація наукових досліджень у безпечні навчальні алгоритми; створення віртуальних двійників та симуляцій для візуалізації мікропроцесів; впровадження динамічних систем (кейс-технології, QR-коди).
Педагогічно-праксеологічний	А – Викладання, консультування; Є – Організація заходів	Професійна взаємодія: модерація дослідницького навчання та фасилітація автономії здобувачів; управління експериментальною діяльністю в лабораторіях; соціально-професійна інтеграція через наукові та інші осередки.
Контрольно-рефлексивний	Б – Оцінювання; Ж – Професійний розвиток	Моніторинг і саморозвиток: валідація комплексних навичок; дидактичний фідбек для подолання освітніх втрат; системна рефлексія та планування траєкторії професійного зростання.

Реалізація проектувально-технологічного блоку моделі передбачає якісну трансформацію навчально-методичного супроводу природничих дисциплін, що досягається шляхом синергії трьох стратегічних напрямів. Першочергове значення має модернізація реального експериментального практикуму, що передбачає рішучий перехід від репродуктивного виконання лабораторних робіт за регламентованими інструкціями до проектування авторських дослідницьких алгоритмів і пошуку власних способів вирішення задач. Така адаптація актуальних наукових методів у безпечні для освітнього середовища процедури безпосередньо стимулює розвиток аналітичного мислення та закладає підґрунтя для самостійного наукового пошуку здобувачів.

Паралельно з оновленням лабораторного простору відбувається розробка віртуальних двійників та інтерактивних симуляцій. Створення такого високотехнологічного цифрового контенту дозволяє не лише візуалізувати приховані мікропроцеси, але й забезпечує безпечне тренування професійних навичок у віртуальному середовищі, мінімізуючи ризики та витрати дороговартісних реактивів перед роботою з реальним обладнанням.

Завершальним етапом технологізації є впровадження динамічних методичних систем, які приходять на зміну традиційним статичним матеріалам. Завдяки використанню кейс-технологій, проектного навчання, інтеграції QR-кодів, електронних форм лабораторних журналів для миттєвої навігації в навчальних матеріалах, інтерактивному контенті та з метою реалізації самоперевірки та використання сучасних інструментів зворотного зв'язку, викладач отримує можливість вибудувати гнучку та адаптивну комунікацію зі здобувачами. Це забезпечує безперервність і високу ефективність освітнього процесу за будь-яких умов організації освітнього процесу.

Педагогічно-праксеологічний блок моделі фокусується на процесі безпосередньої реалізації спроектованих дидактичних стратегій, перетворюючи теоретичні знання на ефективну професійну дію. У межах цього блоку відбувається фундаментальна зміна парадигми: від монологічної трансляції знань до фасилітації дослідницького навчання з постійно зростаючою часткою самостійної роботи. Викладач трансформує свою роль у ментора та консультанта, чії поради стимулюють розвиток пізнавальної автономії здобувачів вищої освіти, формуючи їхню готовність до самостійного розв'язання складних навчальних і наукових завдань.

Важливою складовою блоку є управління експериментальною діяльністю в умовах хімічної лабораторії. Тут педагогічна прaxeологія виявляється через безпосереднє керівництво практичною підготовкою, де відпрацювання мануальних навичок роботи з речовинами нерозривно поєднується з жорстким дотриманням безпекових протоколів. Особливий акцент зміщується на навчання методології наукового спостереження та інтерпретації отриманих експериментальних результатів, що є критичним для формування дослідницької культури майбутнього викладача.

Завершальним напрямом цього блоку є соціально-професійна інтеграція, що реалізується через активну позааудиторну роботу. Залучення здобувачів до наукових гуртків, проблемних груп, професійних конкурсів, змагань, проектів забезпечує простір для ранньої соціалізації в академічному середовищі. Це дозволяє здобувачам не лише адаптуватися до вимог закладу вищої освіти, а й апробувати власні стратегії професійного самовизначення, перетворюючи навчальну діяльність на досвід реального професійного зростання.

Функціонування контрольно-рефлексивного блоку моделі спрямоване на забезпечення високої якості результатів навчання та формування стійкої культури неперервного професійного самовдосконалення викладача. Ключовим вектором цього процесу є валідація та об'єктивна діагностика результатів,

що передбачає впровадження науково обґрунтованого інструментарію для оцінювання не лише когнітивного складника, а й складних практичних умінь здобувачів. Особлива увага приділяється створенню критеріїв верифікації здатності здобувачів розв'язувати комплексні задачі природничих наук, що вимагають глибокої інтеграції знань із різних розділів хімії та суміжних наук.

Важливим інструментом корекції освітнього процесу стає дидактичний фідбек, покликаний нівелювати наявні освітні втрати. У межах цього підходу акцент зміщується з формальної констатації помилок на надання конструктивного зворотного зв'язку, що стимулює рефлексію здобувача. Це допомагає майбутньому фахівцю самостійно ідентифікувати прогалини та спільно з викладачем-ментором вибудувати ефективну стратегію їх подолання, що є критично важливим у сучасних кризових умовах функціонування вищої школи.

Завершальним складником блоку є управління вектором неперервного професійного зростання, що вимагає здатності до глибокої системної рефлексії власної діяльності. Такий підхід передбачає проєктування індивідуальної траєкторії розвитку, заснованої на готовності до швидкої адаптації: від опанування новітніх наукових концепцій, як-от зелена хімія чи нанотехнології, до інтеграції передових цифрових інструментів (ШІ-тьюторів, хмарних лабораторій) та інноваційних методик викладання. Це забезпечує не лише стабільність професійного профілю викладача, а й його постійну відповідність динамічним вимогам академічного середовища.

Функціонування моделі базується на синергії ключових компетентностей викладача природничих дисциплін, кожна з яких відіграє специфічну роль у структурі професійної діяльності:

- Методична (предметно-дидактична): здатність до дидактичної трансформації складного хімічного контенту, проєктування логіки викладання дисципліни та вибору адекватних методів і засобів навчання відповідно до методологічних підходів і принципів.
- Цифрова: готовність до створення та використання високотехнологічного освітнього середовища, включаючи роботу з віртуальними симуляціями, ШІ-інструментами та хмарними сервісами управління навчанням.
- Діагностично-корекційна: уміння розробляти валідний інструментарій для оцінювання комплексних навичок здобувачів, ідентифікувати освітні втрати та надавати конструктивний фідбек для їх подолання.
- Експериментально-безпекова: володіння методологією наукового експерименту, здатністю ефективно керувати практичною діяльністю здобувачів у лабораторії, забезпечуючи безумовне дотримання безпекових протоколів.
- Комунікативно-проєктивна: здатність до фасилітації дослідницького навчання, побудови партнерської взаємодії (менторства) та проєктування індивідуальних траєкторій професійного розвитку – як власного, так і здобувачів.

Запропонована модель та відповідна сукупність компетентностей становлять цілісну структуру, яка забезпечує ефективну підготовку магістрів природничих спеціальностей, спрямовуючи їх від репродуктивного засвоєння знань до активного фахового самовизначення. Синергія складників дозволяє випускнику ефективно функціонувати в умовах високотехнологічного та динамічного освітнього середовища сучасної вищої школи. Такий підхід гарантує високу якість природничої освіти через формування викладача, здатного до безперервного професійного зростання.

Обговорення результатів. Отримані результати дослідження дозволяють констатувати, що сучасна практика підготовки майбутніх викладачів природничих дисциплін в Україні перебуває у фазі активної трансформації. Цей процес супроводжується пошуком балансу між класичними університетськими традиціями фундаментальної наукової підготовки за природничими спеціальностями та новими вимогами щодо формування професійної компетентності викладача, зокрема в умовах ступеневої освіти.

Виявлена нами кореляція між привабливістю освітніх програм для вступників та наявністю в них методичного складника знаходить теоретичне підтвердження в межах уточненої консенсусної моделі педагогічного змістового знання. Сучасні дослідники (Carlson, 2019) наголошують, що професіоналізм викладача природничих наук полягає у здатності до дидактичної трансформації – перетворення складного наукового контенту на форму, доступну для сприйняття здобувачами через специфічні методичні стратегії (Raihanah, Putri, Fatmawati, Nurjayadi, 2024). Оскільки випускники магістратури часто стають викладачами закладів вищої освіти, популярність програм із вираженим методичним складником засвідчує запит на формування готовності до такої трансформації вже на етапі здобуття освіти на другому рівні.

Подальша еволюція цієї ідеї в моделі технологічно-педагогічного змістового знання (TRACK) підкреслює критичну роль цифрової компоненти. Визначений проєктувально-технологічний блок моделі прямо відповідає сучасним вимогам інтеграції технологій у природничу освіту, що є особливо актуальним для безпечного проведення експерименту в умовах реального та дистанційного навчання (Rifa, Nahadi & Sjaeful, 2025).

Результати дослідження також корелюють із глобальними підходами до забезпечення якості вищої освіти, орієнтованими на результати навчання (Learning Outcomes) та розвиток дослідницької автономії здобувачів (Hattie, 2023). Запропонована структурно-функціональна модель дозволяє подолати виявлену фрагментарність підготовки, систематизуючи процес формування професійної компетентності викладача закладу вищої освіти через поєднання трудових функцій Професійного стандарту з реальними дидактичними викликами.

Водночас критичне осмислення результатів кластеризації закладів вищої освіти вказує на наявність суттєвого розриву в методичній підготовці між лідерами ринку та малокомплектними програмами, що свідчить про нагальну потребу інституційного визнання методичної підготовки. Це актуалізує розроблення уніфікованих стандартів вищої освіти непедагогічних (природничих) спеціальностей з включенням методичних компонент у магістерські програми, що, у контексті системної модернізації вищої освіти України, має стати пріоритетом для забезпечення високої якості та конкурентоспроможності фахівців (Кремень, Луговий & Саух, 2023).

Висновки. Узагальнення результатів проведеного дослідження дозволяє стверджувати, що трансформація системи вищої освіти України вимагає якісно нових підходів до підготовки викладачів природничих дисциплін, де інтеграція наукового та методичного компонентів стає критичною вимогою магістерського рівня. Аналіз чинного нормативного поля та сучасних освітніх програм засвідчив, що посилення викладацької складової є не лише формальною відповідністю Професійному стандарту, а й вагомим чинником конкурентоспроможності закладів вищої освіти.

Обґрунтована структурно-функціональна модель професійної компетентності викладача дозволяє систематизувати цей процес, поєднуючи дидактичне проектування, операційну майстерність у лабораторії та здатність до системної рефлексії. Запропонована сукупність компетентностей створює надійний фундамент для успішної діяльності викладача закладу вищої освіти – педагогічного працівника в умовах сучасних викликів цифрової трансформації.

Перспективи подальших наукових пошуків полягають у практичній реалізації цієї моделі через комплексне оновлення змісту та методичного забезпечення дисципліни «Методика викладання хімії у вищій школі». Пріоритетним завданням є приведення навчально-методичного забезпечення дисципліни у повну відповідність до вимог Професійного стандарту викладача закладу вищої освіти. Це передбачає розроблення нових дидактичних модулів, орієнтованих на супровід освітніх програм, участі в проєктній та експертній діяльності, цифровізацію освітнього середовища та впровадження гнучких методик подолання освітніх втрат у природничій освіті.

Література

Кремень В. Г., Луговий В. І., Саух П. Ю. Вища освіта України в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення: виклики і відповіді. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2023. Т. 5. № 2. С. 1–5. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2023.5228>

Петренко Л., Кучерявий О., Лавріненко О. Теоретичні і методичні засади підготовки майбутнього викладача закладу вищої педагогічної освіти до професійної діяльності в умовах цифровізації суспільства [Електронний ресурс] : монографія. Київ : ТОВ «Юрка Любченка», 2024. 246 с. URL: <https://tinyurl.com/3caswasu> (дата звернення 17.04.2026)

Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII (зі змін.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (дата звернення: 17.04.2026).

Про затвердження Методичних рекомендацій щодо відповідності освітніх програм спеціальностям, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, та деталізованим галузям Міжнародної стандартної класифікації освіти ISCED-F 2013 та описів предметних областей спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти : Наказ МОН України від 31.12.2025 № 1734. URL: <https://tinyurl.com/mrubbfwd> (дата звернення: 17.04.2026).

Про затвердження професійного стандарту «Викладач закладу вищої освіти» : Наказ МОН України від 16.10.2024 № 1466. URL: <https://tinyurl.com/3rt86rj7> (дата звернення: 17.04.2026).

Єдина державна електронна база з питань освіти (ЄДЕБО). Статистика вступної кампанії 2025 року. URL: <https://vstup2025.edbo.gov.ua/statistics/> (дата звернення: 17.04.2026).

Carlson J. *et al.* The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In: Hume A., Cooper R., Borowski A. (Eds.) *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Singapore : Springer, 2019. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2

Hattie J. *Visible Learning: The Sequel. A Synthesis of Over 2, 100 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Routledge. 2023. <https://doi.org/10.4324/9781003380542>

Herring M. C., Koehler M. J., Mishra P. Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for educators. Routledge. 2016 –2nd ed. <https://doi.org/10.4324/9781315771328>

Raihanah D., Putri N. M., Fatmawati T. K., Nurjayadi M. Analysis of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Ability for Prospective Chemistry Teacher Students and Chemistry Teachers: A Literature Review. *Jurnal Pijar Mipa*. 2024. Vol. 19, № 1. 67–74. <https://doi.org/10.29303/jpm.v19i1.6395>

Redecker C. European framework for the digital competence of educators – DigCompEdu. Punie, Y. (editor). Publications Office of the European Union, 2017. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>

Rifa, Nahadi Sjaeful. Development and validation of technological pedagogical content knowledge (TPACK) test instruments for prospective chemistry teachers. *Jurnal EDUCATIO: Jurnal Pendidikan Indonesia*. 2025. Vol. 11, № 1. P. 378–386. <https://doi.org/10.29210/1202526003>

UNESCO. STEM education for sustainable development. UNESCO. 2020. <https://doi.org/10.54675/QRGE5985>

Zawacki-Richter O., Marín V. I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2020. Vol. 16, Art. 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Structural and functional model of pre-service training of future teachers of natural sciences: theoretical and methodological foundations for the formation of professional competence

Anichkina Olena

*PhD in Pedagogy (Candidate of Pedagogical Sciences), Associate Professor,
Head of the Department of Chemistry
Ivan Franko State University of Zhytomyr, Zhytomyr, Ukraine*

The article addresses the modernization of professional training of future teachers of natural sciences in higher education institutions of Ukraine in the context of updated regulatory frameworks and ongoing digital transformation. Its relevance is determined by the need to bridge the gap between fundamental natural science preparation and the requirements of pedagogical competence for university teachers.

The aim of the article is to theoretically substantiate the structure of professional training for future teachers of natural sciences and identify its key content components. The study includes analysis of regulatory documents, educational programmes of the E3 “Chemistry” specialty at the Master’s level, and clustering of higher education institutions based on programme popularity and the presence of pedagogical components in training.

The analysis revealed significant variability and a deficit of pedagogical training in a number of programmes. A central finding is the key role of teaching methodology in shaping professional competence, as it ensures integration of fundamental scientific knowledge with contemporary andragogical approaches necessary for effective pedagogical activity in higher education.

The result of the study is the development of a structural and functional model of professional competence of a teacher of natural sciences, comprising design-technological, pedagogical-praxeological, and control-reflective blocks. Each block is characterized in terms of content, function, and correspondence to labour functions defined by the Professional Standard. The necessity of integrating digital, methodological, and experimental components in teacher education is substantiated, alongside the importance of reflection and continuous professional development.

The obtained results may be used for designing educational programmes, improving higher education standards for natural science specialties, and enhancing the quality of the educational process under conditions of digital transformation and learning loss mitigation.

Keywords: teacher training, natural science teacher, professional competence, teaching methodology, structural and functional model, higher education institution, science education.

References

Kremen, V. H., Luhovyi, V. I., & Saukh, P. Yu. (2023). Vyshcha osvita Ukrainy v umovakh voiennoho stanu ta pislivoiennoho vidnovlennia: vyklyky i vidpovidi [Higher education in Ukraine under martial law and post-war recovery: Challenges and responses]. *Visnyk Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy*, 5(2), 1–5. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2023.5228> [in Ukrainian]

Petrenko, L., Kucheriavyi, O., & Lavrinenko, O. (2024). Teoretychni i metodychni zasady pidhotovky maibutnoho vykladacha zakladu vyshchoi pedahohichnoi osvity do profesiinoi diialnosti v umovakh tsyfrovizatsii

suspilstva [Theoretical and methodological foundations of training future teachers for professional activity in the context of digitalisation]. Monohrafiia. Kyiv: TOV “Yurka Liubchenka”. <https://tinyurl.com/3caswasu> [in Ukrainian]

Pro vyshchu osvitu [On higher education]. (2014). Zakon Ukrainy No. 1556-VII (zi zminamy). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> [in Ukrainian]

Pro zatverdzhennia metodychnykh rekomendatsii shchodo vidpovidnosti osvitnykh prohram spetsialnostiam... [On approval of methodological recommendations for educational programmes compliance...]. (2025). Nakaz MON Ukrainy No. 1734. <https://tinyurl.com/mrubbfwdw> [in Ukrainian]

Pro zatverdzhennia profesiinoho standartu “Vykladach zakladu vyshchoi osvity” [On approval of the professional standard “Teacher of higher education institution”]. (2024). Nakaz MON Ukrainy No. 1466. <https://tinyurl.com/3rt86rj7> [in Ukrainian]

Yedyna derzhavna elektronna baza z pytan osvity (YeDEBO). Statystyka vstupnoi kampanii 2025 roku [Unified state electronic database on education: Admission statistics 2025]. (2025). <https://vstup2025.edbo.gov.ua/statistics/> [in Ukrainian]

Carlson, J., et al. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers’ knowledge for teaching science*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2

Hattie, J. (2023). *Visible learning: The sequel: A synthesis of over 2,100 meta-analyses relating to achievement*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003380542>

Herring, M. C., Koehler, M. J., & Mishra, P. (2016). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators (2nd ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315771328>

Raihanah, D., Putri, N. M., Fatmawati, T. K., & Nurjayadi, M. (2024). Analysis of technological pedagogical content knowledge (TPACK) ability for prospective chemistry teacher students and chemistry teachers: A literature review. *Jurnal Pijar Mipa*, 19(1), 67–74. <https://doi.org/10.29303/jpm.v19i1.6395>

Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators – DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>

Rifa, N., Nahadi, & Sjaeful, S. (2025). Development and validation of technological pedagogical content knowledge (TPACK) test instruments for prospective chemistry teachers. *Jurnal EDUCATIO: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 11(1), 378–386. <https://doi.org/10.29210/1202526003>

UNESCO. (2020). *STEM education for sustainable development*. <https://doi.org/10.54675/QRGE5985>

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2020). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, Article 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

Received: April 20, 2026

Accepted: May 14, 2026

Published: May 28, 2026