

Секція А4 Середня освіта	
УДК 378.011.3-051:37.091.3	
Дата першого надходження статті до видання	2026-06-30
Дата прийняття статті до друку після рецензування	2026-07-30
Дата публікації/оприлюднення	2026-07-30

**Рівні природничо-педагогічної інтеграції
у контексті підготовки майбутнього педагога**

Упатова Ірина Петрівна

доктор педагогічних наук, професор,

КЗ «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради, Харків,
Україна

e-mail: handiy63@hgpakh.ukr.education

<https://orcid.org/0000-0002-0060-1186>

Широких Олена Олександрівна

кандидат біологічних наук, доцент,

КЗ «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради, Харків,
Україна

e-mail: elena.dekhtiarova@hgpakh.ukr.education

<https://orcid.org/0000-0001-9617-3333>

Москальов Віталій Борисович

доктор філософії з біології,

КЗ «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради, Харків,
Україна

e-mail: vitmoskalov93@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9831-3173>

Купіна Оксана Вячеславівна

доктор філософії з освітніх, педагогічних наук,

КЗ «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради, Харків,
Україна

e-mail: kupina.okssana.khgpa@hgpakh.ukr.education

<https://orcid.org/0000-0002-0847-0002>

Анотація. Метою дослідження є теоретичне обґрунтування концептуальної моделі природничо-педагогічної інтеграції у професійній підготовці майбутніх педагогів, визначення її рівнів, критеріїв їх розмежування, функціонального призначення та логіки переходу від епізодичних міжпредметних зв'язків до формування інтегрованої професійної компетентності. Дослідження має теоретико-концептуальний характер і ґрунтується на положеннях інтегративного, міждисциплінарного, компетентнісного та системного підходів. Використано концептуальний, порівняльний і структурно-функціональний аналіз, синтез наукових положень, класифікацію, типологізацію та концептуальне моделювання. Джерельну базу становили 20 наукових праць, опублікованих у 2000–2026 роках, які аналізувалися за авторською матрицею параметрів міждисциплінарної взаємодії.

Обґрунтовано ієрархічну модель, що передбачає три взаємопов'язані рівні: ілюстративно-демонстраційний, системно-модульний і світоглядно-інтегративний. Критеріями їх розмежування визначено ступінь взаємопроникнення природничого та педагогічного компонентів, характер їх дидактичної взаємодії та рівень трансформації

фундаментальних знань у професійно-педагогічні компетентності. Встановлено, що на ілюстративно-демонстраційному рівні знання суміжних дисциплін виконують переважно пояснювальну, ілюстративну та мотиваційну функції, не змінюючи структури окремих освітніх компонентів. Системно-модульний рівень характеризується цілеспрямованим поєднанням природничого і педагогічного змісту в межах інтегрованих тем, модулів, бінарних занять, міжпредметних проєктів і професійно орієнтованих завдань. На світоглядно-інтегративному рівні взаємодія набуває двостороннього характеру: природничі закономірності стають методологічним підґрунтям педагогічної діяльності, а педагогічні підходи забезпечують їх осмислення, трансляцію та практичне застосування. Кожний наступний рівень зберігає функціональні можливості попереднього, але передбачає вищий ступінь системності, професійної спрямованості та взаємного перетворення змісту.

Наукова новизна полягає в інтерпретації природничо-педагогічної інтеграції як ієрархічного процесу розвитку, а не лише як окремого методу, принципу чи організаційної форми навчання. Запропонована модель конкретизує логіку переходу від епізодичних міжпредметних зв'язків до виникнення інтегрованих освітніх компонентів і формування цілісного професійного світогляду.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання моделі для аналізу й оновлення освітніх програм, силабусів, навчальних дисциплін, інтегрованих модулів і методичних матеріалів. Вона може бути застосована під час проєктування освітніх компонентів із нейропедагогіки, здоров'язбереження, STEM-освіти, цифрової дидактики та цифрової безпеки, а також слугувати основою для розроблення діагностичного інструментарію оцінювання інтегративного професійного мислення.

Ключові слова: інтегроване навчання, трансдисциплінарність, міжпредметні зв'язки, природничі дисципліни, педагогічні дисципліни, інтегрована професійна компетентність, дидактичне моделювання, STEM-освіта, цифрова дидактика, цифрова безпека.

Levels of Science-Pedagogical Integration in the Context of Pre-Service Teacher Education

Iryna Upatova

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Municipal Establishment «Kharkiv Humanitarian-Pedagogical Academy»
of the Kharkiv Regional Council, Kharkiv, Ukraine
e-mail: handiy63@hgpakh.ukr.education
<https://orcid.org/0000-0002-0060-1186>

Olena Shyrokykh

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Municipal Establishment «Kharkiv Humanitarian-Pedagogical Academy»
of the Kharkiv Regional Council, Kharkiv, Ukraine
e-mail: elena.dekhtiarova@hgpakh.ukr.education
<https://orcid.org/0000-0001-9617-3333>

Vitalii Moskalov

Philosophy Doctor in Biology
Municipal Establishment «Kharkiv Humanitarian-Pedagogical Academy»
of the Kharkiv Regional Council, Kharkiv, Ukraine
e-mail: vitmoskalov93@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9831-3173>

Oksana Kupina

Philosophy Doctor in Educational and Pedagogical Sciences,
Municipal Establishment «Kharkiv Humanitarian-Pedagogical Academy»
of the Kharkiv Regional Council, Kharkiv, Ukraine
e-mail: kupina.okssana.khgpa@hgpakh.ukr.education
<https://orcid.org/0000-0002-0847-0002>

Abstract. The purpose of the study is to provide a theoretical substantiation of a conceptual model of natural science–pedagogical integration in the professional training of preservice teachers, to identify its levels, differentiation criteria, functional roles, and the logic of transition from episodic interdisciplinary links to the formation of integrated professional competence. The study has a theoretical and conceptual character and is based on the principles of integrative, interdisciplinary, competence-based, and systems approaches. The research methods included conceptual, comparative, and structural-functional analysis, synthesis of theoretical provisions, classification, typology, and conceptual modelling. The source base comprised 20 scientific publications published between 2000 and 2026, which were analysed using the author's analytical framework for interdisciplinary interaction.

The study substantiates a hierarchical model consisting of three interconnected levels: illustrative-demonstrative, system-modular, and worldview-integrative. The levels are differentiated according to the degree of interaction between natural science and pedagogical components, the nature of their didactic interaction, and the level of transformation of fundamental scientific knowledge into professional pedagogical competences. It was established that, at the illustrative-demonstrative level, knowledge from related disciplines performs primarily explanatory, illustrative, and motivational functions without changing the structure of individual educational components. The system-modular level is characterised by the purposeful integration of natural science and pedagogical content within integrated topics, modules, binary classes, interdisciplinary projects, and professionally oriented learning tasks. At the worldview-integrative level, integration becomes bidirectional: natural science principles serve as the methodological foundation of pedagogical activity, while pedagogical approaches ensure their interpretation, transfer, and practical application. Each successive level preserves the functional potential of the previous one while representing a higher degree of systematicity, professional orientation, and mutual transformation of educational content.

The scientific novelty of the study lies in interpreting natural science–pedagogical integration as a hierarchical developmental process rather than merely a teaching method, principle, or organisational form of instruction. The proposed conceptual model specifies the transition from episodic interdisciplinary links to integrated educational components and the formation of a holistic professional worldview of future teachers.

The practical significance of the findings lies in the possibility of applying the proposed model to the analysis and improvement of educational programmes, syllabi, academic disciplines, integrated modules, and teaching materials. The model may also be used for designing educational components in neuropedagogy, health-preserving education, STEM education, digital didactics, and digital safety, as well as for developing diagnostic tools to assess integrated professional thinking.

Keywords: integrated learning, transdisciplinarity, interdisciplinary links, natural science disciplines, pedagogical disciplines, integrated professional competence, didactic modelling, STEM education, digital didactics, digital safety.

Вступ

Актуальність проблеми. Сучасний розвиток вищої педагогічної освіти пов'язаний із переходом від переважно предметно орієнтованої підготовки до компетентнісної, міждисциплінарної та практикоорієнтованої моделі. Професійна діяльність педагога

дедалі частіше передбачає не лише ґрунтовне володіння змістом окремої дисципліни, а й здатність встановлювати зв'язки між різними галузями знань, пояснювати комплексні явища, проєктувати інтегровані освітні компоненти та застосовувати фундаментальні знання під час розв'язання педагогічних завдань. Відповідно, підготовка сучасного вчителя має забезпечувати поєднання предметних знань, педагогічної теорії та практичного досвіду їх використання в освітньому процесі [2; 3; 8].

Особливого значення ця проблема набуває у підготовці майбутніх педагогів природничого профілю. Викладання інтегрованих природничих курсів, реалізація STEM-підходів, організація здоров'язбережувального та інклюзивного освітнього середовища потребують взаємодії біологічних, психофізіологічних, педагогічних і методичних знань. Проте в освітніх програмах закладів вищої освіти природничі та психолого-педагогічні дисципліни нерідко зберігають відносну автономність. Це може посилювати фрагментарність професійної підготовки та ускладнювати перенесення фундаментальних природничих знань у практику педагогічного проєктування.

У контексті цифрової трансформації освіти сфера застосування природничо-педагогічної інтеграції може бути поширена на проєктування цифрових освітніх середовищ. У межах запропонованого підходу цифрову безпеку доцільно розглядати як один із напрямів інтеграції цифрової дидактики з педагогічними, психофізіологічними, етичними та здоров'язбережувальними складниками професійної підготовки майбутнього педагога.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні засади освітньої інтеграції розкрито у працях, у яких вона трактується як засіб подолання фрагментарності знань, формування цілісного світогляду та встановлення змістових, методологічних і діяльнісних зв'язків між різними галузями пізнання. О. Вознюк визначає знанневу інтеграцію як основу інтердисциплінарності педагогіки [9]. Т. Засекіна систематизує теоретичні й практичні основи інтеграції у природничій освіті та розглядає педагогічну інтеграцію як специфічний процес, що реалізується відповідно до закономірностей освітньої теорії і практики [11]. Сутність інтегративного підходу у вищій освіті та можливості його реалізації розкрито О. Лавніковим і А. Лесик [16]. Інтегративно-діялісна педагогіка, представлена у праці Т. Пушкарьової та О. Топузова, ґрунтується на розумінні цілісності світу, взаємозв'язку освітнього змісту та діялісного характеру його засвоєння [18]. Вихід інтеграційних процесів за межі окремих дисциплін та їх перехід до трансдисциплінарного рівня аналізує Я. Чайка [20].

У дослідженнях професійної підготовки педагогів міждисциплінарність розглядається як необхідна умова формування здатності діяти у складному освітньому середовищі. L. Darling-Hammond наголошує на необхідності поєднання змістової, педагогічної та практичної складових підготовки вчителя [3]. За результатами систематичного огляду Н. Wang і L. Sang, міждисциплінарна компетентність учителя охоплює не лише знання з кількох дисциплін, а й здатність до їх синтезу, професійної співпраці та розв'язання комплексних проблем [8]. Т. Swist та співавтори пов'язують розвиток міждисциплінарної експертності педагогів зі спеціально організованими формами професійного навчання, взаємодією учасників освітнього процесу та відповідним дизайном освітнього середовища [2].

Питання інтеграції у професійній підготовці майбутніх педагогів висвітлюються також у сучасних українських дослідженнях. С. Кутова й О. Свідерська характеризують інтегративний підхід як один із напрямів оновлення змісту та методів підготовки майбутніх учителів [15]. Н. Іванова, Т. Єльчанінова і Т. Жванія обґрунтовують значення міждисциплінарної інтеграції для розвитку професійного мислення здобувачів освіти [12]. О. Кміть пропонує модель формування професійного мислення майбутніх педагогів [13]. Можливості застосування закономірностей інтеграції у викладанні різних циклів дисциплін розглянуто у працях М. Гаврилюк та співавторів, а також І. Козловської і М. Гаврилюк [10; 14].

Окремий напрям досліджень становить інтеграція природничого змісту та підготовка вчителів до викладання комплексних природничих курсів. В. Оніпко й О. Ханнанова аналізують особливості освітньої програми «Середня освіта (Природничі науки)», побудованої на засадах міждисциплінарності [17]. Р. Романюк обґрунтовує теоретичні й практичні засади підготовки вчителя біології до професійної діяльності у профільній школі [19]. Дослідження V. L. Akerson і J. Flanigan свідчить, що здатність майбутніх учителів застосовувати міждисциплінарний підхід потребує цілеспрямованої підготовки та не формується автоматично внаслідок паралельного вивчення різних дисциплін [1].

Важливе місце у сучасному науковому дискурсі посідає інтегрована STEM-освіта. М. Stohlmann, Т. Moore і G. Roehrig пов'язують її ефективність з узгодженням змісту, педагогічних підходів, навчальних ресурсів та професійної готовності вчителя [7]. V. Millar розглядає можливості й обмеження міждисциплінарної побудови STEM-курикулуму [6]. W. McComas звертає увагу на необхідність чіткого визначення і розмежування форм міждисциплінарної взаємодії [4], тоді як W. McComas і S. Burgin критикують невиправдано широке використання поняття STEM для позначення формального поєднання кількох дисциплін [5]. Такі застереження вказують на необхідність чітких критеріїв, за якими можна розмежовувати різні за глибиною форми міждисциплінарної взаємодії.

Узагальнення наукових публікацій свідчить, що інтеграція дедалі частіше розглядається як механізм розвитку професійного мислення, міждисциплінарної компетентності та готовності педагога до розв'язання комплексних освітніх завдань. Водночас більшість досліджень зосереджена на загальних принципах інтегративного підходу, окремих інтегрованих курсах, STEM-освіті, професійних компетентностях або організаційних формах міждисциплінарної взаємодії.

Виділення невирішеної частини проблеми. Попри значну увагу до інтеграційних процесів, недостатньо розробленим залишається питання логіки розвитку саме природничо-педагогічної інтеграції у професійній підготовці майбутніх педагогів. У науковій літературі описано різні форми міжпредметних зв'язків, інтегровані модулі, курси та компетентнісні результати, однак недостатньо конкретизовано критерії, за якими можна розмежовувати різні за глибиною способи взаємодії природничого і педагогічного змісту.

Відсутність такої диференціації ускладнює визначення того, чи є конкретна освітня практика лише епізодичним залученням матеріалу суміжної дисципліни, системно організованою змістовою інтеграцією або формуванням нового трансдисциплінарного освітнього компонента. Потребує теоретичного обґрунтування моделі, яка відображала б природничо-педагогічну інтеграцію як послідовний ієрархічний процес, визначала рівні її розвитку, критерії їх розмежування, функціональне призначення та очікувані результати професійної підготовки.

Мета статті – теоретично обґрунтувати концептуальну модель природничо-педагогічної інтеграції у професійній підготовці майбутніх педагогів, визначити її рівні, критерії їх розмежування, функціональне призначення та логіку переходу від епізодичних міжпредметних зв'язків до формування інтегрованої професійної компетентності.

Наукова новизна полягає у розробленні концептуальної моделі, яка інтерпретує природничо-педагогічну інтеграцію як ієрархічний процес розвитку та передбачає виокремлення ілюстративно-демонстраційного, системно-модульного і світоглядно-інтегративного рівнів. Критеріями їх розмежування визначено ступінь взаємопроникнення природничого та педагогічного компонентів, характер їх дидактичної взаємодії та рівень трансформації фундаментальних природничих знань у професійно-педагогічні компетентності.

Практичне значення дослідження полягає у можливості використання запропонованої моделі для аналізу й оновлення освітніх програм, навчальних дисциплін, інтегрованих модулів і методичних матеріалів у системі професійної підготовки майбутніх педагогів. Модель може слугувати орієнтиром для розроблення

освітніх компонентів із нейропедагогіки, здоров'язбереження, екологічної та інклюзивної педагогіки, STEM-освіти, цифрової дидактики й цифрової безпеки.

Методологія

Методи дослідження. Дослідження має теоретико-концептуальний характер і спрямоване на визначення логіки розвитку природничо-педагогічної інтеграції у професійній підготовці майбутніх педагогів. Методологічною основою дослідження стали положення інтегративного, міждисциплінарного, компетентнісного та системного підходів, відповідно до яких професійна підготовка педагога розглядається як цілісний процес взаємодії фундаментальних природничих знань, педагогічної теорії та практики освітньої діяльності [3; 11; 16; 18].

Для досягнення мети використано комплекс взаємопов'язаних теоретичних методів:

- **концептуальний аналіз** – для уточнення змісту понять «інтеграція», «міждисциплінарність», «трансдисциплінарність» та «міждисциплінарна компетентність» у контексті професійної підготовки педагогів;

- **аналіз і синтез наукових положень** – для узагальнення теоретичних підходів до інтеграції змісту природничої та педагогічної освіти;

- **порівняльний аналіз** – для зіставлення наявних трактувань, моделей і форм міждисциплінарної взаємодії в педагогічній та природничій освіті;

- **класифікація і типологізація** – для визначення критеріїв розмежування рівнів природничо-педагогічної інтеграції;

- **структурно-функціональний аналіз** – для встановлення характеру взаємодії природничого та педагогічного компонентів, дидактичних функцій кожного рівня та очікуваних освітніх результатів;

- **концептуальне моделювання** – для побудови ієрархічної моделі, що відображає перехід від епізодичних міжпредметних зв'язків до системної інтеграції змісту та формування цілісного професійного світогляду майбутнього педагога.

Одиницею аналізу були теоретичні положення, характеристики й приклади, що відображають: характер взаємодії між дисциплінами; глибину взаємопроникнення природничого та педагогічного змісту; форми дидактичної реалізації інтеграції; трансформацію фундаментальних знань у професійно-педагогічні вміння та компетентності.

Розроблення моделі здійснювалося послідовно. На першому етапі було узагальнено наукові підходи до міждисциплінарності та інтеграції в освіті. На другому – визначено ознаки, за якими форми природничо-педагогічної взаємодії можуть бути зіставлені між собою. На третьому – здійснено їх типологізацію за ступенем взаємопроникнення змісту, характером дидактичної взаємодії та рівнем трансформації природничих знань у професійні компетентності. На четвертому етапі сформовано концептуальну модель трьох взаємопов'язаних рівнів природничо-педагогічної інтеграції та визначено функціональне призначення кожного з них.

Джерела даних. Джерельну базу дослідження становили 20 наукових праць, опублікованих у 2000–2026 роках. До неї увійшли статті у вітчизняних і зарубіжних наукових виданнях, монографії та праці, присвячені теорії освітньої інтеграції, міждисциплінарній і трансдисциплінарній взаємодії, інтегрованій природничій та STEM-освіті, професійній підготовці педагогів і формуванню професійного мислення.

Добір джерел здійснювався відповідно до їх змістової релевантності меті дослідження. До аналізу включалися праці, у яких:

- 1) розкрито теоретичні засади інтеграції та міждисциплінарності в освіті [9; 11; 16; 18; 20];

- 2) охарактеризовано міждисциплінарну компетентність педагогів та умови її формування [2; 8; 12; 13; 15];

3) розглянуто інтеграцію природничих дисциплін, STEM-компонентів або природничої й педагогічної підготовки [1; 4–7; 17; 19];

4) визначено можливості застосування інтегративного підходу у змісті та організації вищої педагогічної освіти [10; 14–16].

Особливу увагу приділено працям, у яких інтеграція розглядається не як механічне об'єднання змісту кількох дисциплін, а як цілеспрямоване встановлення змістових, методологічних і діяльнісних зв'язків. Під час інтерпретації враховувалися критичні застереження щодо невиправданого ототожнення формального поєднання дисциплін з інтегрованою освітою, а також обмеження міждисциплінарної побудови STEM-курикулуму [5; 6].

Джерела використовувалися не для кількісного оцінювання поширеності окремих підходів, а як теоретико-аналітичний матеріал для виявлення повторюваних ознак, суперечностей і логічних переходів між різними формами інтеграції. Тому сформований корпус публікацій слід розглядати як цільову концептуально-аналітичну вибірку, а не як вичерпну сукупність досліджень із проблеми.

Інструменти аналізу. Аналіз джерел здійснювався за авторською аналітичною матрицею, що передбачала зіставлення наукових положень за такими параметрами:

- характер інтеграції;
- ступінь взаємодії дисциплін;
- спрямованість зв'язку між природничим і педагогічним компонентами;
- форма організації інтегрованого змісту;
- дидактична функція;
- роль природничих і педагогічних знань;
- вид навчальної діяльності здобувачів освіти;
- очікуваний результат професійної підготовки.

Для кожного параметра визначалися змістові ознаки, які повторювалися в різних джерелах або логічно впливали з описаних авторами форм міждисциплінарної взаємодії. Одержані характеристики групувалися за принципом зростання глибини інтеграції: від епізодичного використання знань суміжної дисципліни до системного поєднання змісту та виникнення нових інтегрованих освітніх компонентів.

Критеріями виокремлення рівнів моделі стали:

1. ступінь взаємопроникнення природничого та педагогічного компонентів;
2. характер їх дидактичної взаємодії;
3. рівень трансформації фундаментальних природничих знань у професійно-педагогічні компетентності.

Внутрішню узгодженість моделі оцінювали шляхом зіставлення визначених критеріїв із характеристиками, формами реалізації, функціональним призначенням та очікуваними результатами кожного рівня. Принципом побудови моделі стала ієрархічність: кожний наступний рівень зберігає можливості попереднього, але передбачає складнішу форму взаємодії дисциплін і вищий ступінь професійної трансформації знань.

Для представлення результатів застосовано структурно-логічну схему концептуальної моделі та порівняльну таблицю характеристик запропонованих рівнів.

Обмеження дослідження. Дослідження має низку обмежень. По-перше, запропонована модель є результатом теоретичного аналізу й концептуального узагальнення та на цьому етапі не проходила емпіричної перевірки на вибірках здобувачів освіти або викладачів. Тому виокремлені рівні слід розглядати як аналітичну модель, що потребує подальшої операціоналізації та апробації в реальному освітньому процесі.

По-друге, джерельна база має цільовий, а не вичерпний характер. Вона охоплює праці, найбільш релевантні завданням концептуального моделювання, однак не претендує на повне представлення всіх досліджень із проблем міждисциплінарної, інтегрованої та трансдисциплінарної освіти. Відсутність формалізованої процедури

систематичного огляду обмежує можливість кількісного узагальнення тенденцій і відтворення пошуку як завершеного бібліографічного протоколу.

По-третє, межі між запропонованими рівнями є аналітичними. У практиці професійної підготовки окремі ознаки різних рівнів можуть поєднуватися в межах однієї дисципліни, освітнього компонента або навчального заняття. Модель відображає домінантний характер інтеграційної взаємодії, а не встановлює жорстке розмежування педагогічних практик.

По-четверте, приклади реалізації моделі переважно стосуються підготовки педагогів природничого профілю. Застосування запропонованої типології до інших предметних спеціальностей потребує врахування їх дисциплінарної специфіки та окремої перевірки.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на визначення діагностичних показників кожного рівня, експертне оцінювання змістової валідності моделі, розроблення відповідного діагностичного інструментарію та емпіричну перевірку зв'язку між рівнем природничо-педагогічної інтеграції й сформованістю професійних компетентностей майбутніх педагогів.

Результати

У результаті проведеного концептуального аналізу розроблено авторську модель природничо-педагогічної інтеграції у професійній підготовці майбутніх педагогів. Запропонована модель відображає послідовне ускладнення взаємодії природничої та педагогічної складових освітнього процесу та ґрунтується на принципі зростання глибини інтеграції – від епізодичного використання міжпредметних зв'язків до формування цілісного трансдисциплінарного професійного мислення.

Критерієм виокремлення рівнів природничо-педагогічної інтеграції визначено ступінь взаємопроникнення природничого та педагогічного компонентів, характер їх дидактичної взаємодії, а також рівень трансформації фундаментальних природничих знань у професійно-педагогічні компетентності майбутнього педагога.

Відповідно до зазначених критеріїв запропонована модель передбачає три взаємопов'язані рівні природничо-педагогічної інтеграції: ілюстративно-демонстраційний, системно-модульний та світоглядно-інтегративний (рис. 1).

1. Ілюстративно-демонстраційний рівень є початковим рівнем природничо-педагогічної інтеграції. Він передбачає організацію освітнього процесу, за якої теоретичні положення, поняття чи методи однієї науки залучаються викладачем як ілюстративний матеріал, наочні приклади або інструмент візуалізації під час вивчення іншої науки.

На цьому рівні інтеграція не має системного характеру: дисципліни викладаються автономно, однак у процесі навчання встановлюються окремі міжпредметні зв'язки, що забезпечують краще розуміння складних явищ і процесів. Викладач звертається до суміжних знань переважно епізодично – тоді, коли виникає потреба пояснити конкретне поняття, закономірність чи механізм.

У процесі інтегрованого викладання біологічних і педагогічних дисциплін доцільним є використання матеріалу біолого-педагогічного та психолого-фізіологічного спрямування (нейродидактика, вікова фізіологія і гігієна, психогенетика), а також сучасних природничих наук (біофізика, біохімія, біоінформатика тощо). При цьому одна з дисциплін залишається провідною (домінантною), тоді як інша виконує допоміжну (субдомінантну) функцію, виступаючи методологічним або прикладним інструментом пояснення навчального матеріалу.

Наприклад, під час аналізу генетичних закономірностей спадковості можуть актуалізуватися положення педагогічної психології щодо співвідношення біологічних чинників і соціального середовища у формуванні особистості. У такому випадку міжпредметний зв'язок використовується для поглиблення розуміння навчального матеріалу, проте не змінює структури дисциплін і не передбачає створення інтегрованого змісту.



Рисунок 1. Концептуальна модель рівнів природничо-педагогічної інтеграції у професійній підготовці майбутніх педагогів

Функціональним призначенням ілюстративно-демонстраційного рівня є актуалізація опорних знань здобувачів освіти, підвищення інтересу до теоретичного матеріалу шляхом використання прикладів із суміжних галузей науки та майбутньої професійної діяльності. На цьому етапі формується первинне усвідомлення взаємозв'язку природничих і педагогічних знань та закладаються передумови для подальшого розвитку інтегративного професійного мислення.

2. Системно-модульний рівень характеризується переходом від епізодичних міжпредметних зв'язків до цілеспрямованої дидактичної інтеграції змісту освіти. На цьому рівні природничі та педагогічні знання поєднуються не лише на рівні окремих прикладів, а й у межах тем, змістових модулів або комплексних навчальних занять.

Основною ознакою системно-модульного рівня є створення інтегрованих дидактичних модулів, у яких фундаментальні природничі знання трансформуються у професійно-педагогічні вміння майбутнього вчителя. Таке поєднання забезпечує системність навчання, сприяє формуванню цілісного бачення професійних проблем та створює умови для практичного застосування отриманих знань.

Наприклад, вивчення анатомо-фізіологічних особливостей вищої нервової діяльності людини може безпосередньо координуватися з аналізом фізіологічних і психологічних механізмів пам'яті, уваги та сприйняття у курсі педагогічної психології. Це дозволяє майбутнім педагогам не лише зрозуміти біологічну природу психічних процесів, а й усвідомити їх дидактичне значення під час проектування освітнього процесу.

Цей рівень гарно ілюструється створенням бінарних змістових модулів, у яких вивчення фізіології вищої нервової діяльності поєднується з розробленням психолого-педагогічних стратегій оптимізації когнітивного навантаження здобувачів освіти під час навчання природничих дисциплін. У результаті інтеграція набуває не лише змістового, а й методичного характеру, стаючи засобом формування професійної компетентності.

На цьому рівні здобувачі освіти набувають здатності проектувати інтегровані заняття, розробляти міжпредметні освітні проекти та розв'язувати педагогічні ситуації, спираючись на природничо-науковий фундамент.

Функціональним призначенням системно-модульного рівня є дидактичне структурування та систематизація природничо-педагогічних знань у логічно завершені інтегровані модулі. Це забезпечує подолання фрагментарності предметної підготовки, формування комплексних професійних умінь та створює підґрунтя для переходу до найвищого рівня інтеграції.

3. Світоглядно-інтегративний рівень є найвищим ступенем природничо-педагогічної інтеграції, на якому відбувається перехід від поєднання окремих дисциплін до формування єдиного концептуального освітнього простору. Його визначальною ознакою є виникнення нових інтегрованих освітніх компонентів, які не можуть бути повною мірою віднесені до жодної з окремих дисциплін. На відміну від попередніх рівнів, інтеграція реалізується не лише шляхом використання окремих природничих знань у педагогічній діяльності або педагогічних технологій під час викладання природничих дисциплін, а через їх взаємне концептуальне збагачення, що забезпечує формування цілісного професійного світогляду майбутнього педагога.

На цьому рівні інтеграція набуває двостороннього характеру. З одного боку, закономірності природничих наук стають методологічною основою розуміння педагогічних явищ і процесів. Так, знання про закономірності функціонування нервової системи, механізми пам'яті, уваги, адаптації чи індивідуальної мінливості дозволяють майбутньому педагогу науково обґрунтовувати вибір методів навчання, організацію освітнього середовища та побудову індивідуальних освітніх траєкторій здобувачів освіти.

З іншого боку, педагогічні концепції, принципи та технології стають інструментом осмислення, трансляції й практичного застосування природничих знань. Наприклад, вивчення функціонування аналізаторів, сенсорних систем чи закономірностей розвитку організму набуває нового змісту під час проектування здоров'язбережувального освітнього середовища, організації інклюзивного навчання або розроблення дидактичних технологій, що враховують вікові та психофізіологічні особливості здобувачів освіти.

Так, пояснюючи тему «Закономірності та принципи навчання (наприклад, принцип міцності знань)», викладач педагогіки ілюструє це процесом формування тимчасових нервових зв'язків (умовних рефлексів) та архітектонікою пам'яті з курсу анатомії та фізіології людини. Біологія тут виступає матеріальним, ілюстративним доказом того, чому повторення матеріалу є дидактично необхідним.

У свою чергу, педагогічний контекст може бути використаний як ілюстрація під час вивчення біологічної дисципліни, коли викладач робить короткі екскурси в майбутню професію студента. Наприклад, під час вивчення теми «Аналізатори. Будова органу зору» викладач не тільки пояснює будову і функцію сітківки та кришталика, а й це ілюструє через майбутню педагогічну діяльності: наводить приклад, як неправильне освітлення, невдало підібраний колір освітнього середовища чи навальної презентації викликає зорову та нервову втому здобувачів.

Прикладом трансдисциплінарної інтеграції є впровадження таких освітніх компонентів, як: «Нейропедагогіка», «Основи нейроосвіти» (де біологічні закономірності роботи мозку стають прямим інструментом побудови освітніх траєкторій), «Екологічна педагогіка» (синтез біоекології, соціоекології та виховної системи формування екоцентричного світогляду), методика навчання інтегрованого курсу «Здоров'я, безпека та добробут» (інтеграція здоров'язбереження, практичної психології, безпеки життєдіяльності, долікарської допомоги та фінансової грамотності), «Анатомія людини з основами спортивної морфології» (інтеграція системної анатомії, фізіології, біомеханіки, генетики та спортивної антропометрії), «Анатомія людини з основами долікарської допомоги» (синтез біології людини, невідкладної домедичної допомоги, цивільного захисту та основ екстремальної

психології), «Анатомія, вікова фізіологія, гігієна» (інтеграція фундаментальної біології розвитку, вікової психології, педіатрії, нутриціології, профілактичної медицини та шкільної гігієни), «Вікова фізіологія та валеологія» (синтез фундаментальної фізіології людини, вікової психології, соціології здоров'я, екології людини та теорії здорового способу життя), «Здоров'язбереження» (поєднує анатомію, генетику, екологію та практичну психологію), «Педагогічна генетика», «Педагогічна психологія», «Психогігієна», «Психогенетика», «Біоетика», «Психофізіологія навчання», «Діджиталізація, цифрова дидактика та цифрова безпека», «Педагогіка здоров'язбереження», «Інклюзивна педагогіка», «STEM-освіта», «Екологічна культура особистості», «Біологічні системи» та інші міждисциплінарні курси.

З вищезазначеного випливає, що на світоглядно-інтегративному рівні природничі знання перестають виконувати виключно інформаційну функцію і трансформуються у методологічну основу професійної діяльності педагога. Водночас педагогічні технології виступають механізмом практичної реалізації фундаментальних закономірностей природничих наук у сучасному освітньому процесі. Саме така взаємодія забезпечує формування цілісного професійного світогляду майбутнього вчителя, здатного комплексно аналізувати педагогічні явища, проєктувати освітній процес та ефективно застосовувати інтегровані знання у професійній діяльності.

Функціональним призначенням світоглядно-інтегративного рівня є формування професійної компетентності, що ґрунтується на цілісному сприйнятті взаємозв'язків між природничими й педагогічними науками. На цьому рівні інтеграція стає не окремим дидактичним прийомом, а принципом професійної діяльності, який забезпечує готовність майбутнього педагога до розв'язання комплексних освітніх завдань, упровадження інноваційних педагогічних технологій, здійснення міждисциплінарної професійної взаємодії, упровадження інноваційних педагогічних технологій, використання цифрових освітніх середовищ із дотриманням принципів цифрової безпеки та здійснення міждисциплінарної професійної взаємодії.

Основні характеристики запропонованих рівнів природничо-педагогічної інтеграції узагальнено в табл. 1.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика рівнів природничо-педагогічної інтеграції

Критерій порівняння	Ілюстративно-демонстраційний рівень	Системно-модульний рівень	Світоглядно-інтегративний рівень
Структура інтеграції			
Характер інтеграції	Епізодичне використання міжпредметних зв'язків	Цілеспрямована інтеграція змісту природничих педагогічних дисциплін і	Концептуальне взаємопроникнення природничої та педагогічної сфер
Основна форма реалізації	Ілюстрації, приклади, пояснення, візуалізація	Інтегровані теми, змістові модулі, бінарні заняття, міжпредметні проєкти	Трансдисциплінарні курси, нові інтегровані освітні компоненти
Ступінь взаємодії	Мінімальний	Системний	Максимальний (трансдисциплінарний)
Функціонування інтеграції			
Роль природничих знань	Джерело прикладів і пояснень	Основа інтегрованих навчальних модулів	Методологічна основа професійної діяльності педагога
Роль	Контекст	Засіб професійної	Інструмент практичної

педагогічних знань	використання природничих знань	трансформації природничих знань	реалізації природничих закономірностей в освітньому процесі
Провідна дидактична функція	Актуалізація знань, підвищення наочності та мотивації	Формування інтегрованих професійних умінь	Формування цілісного професійного світогляду
Освітній результат			
Тип навчальної діяльності здобувачів освіти	Аналіз і пояснення окремих явищ із використанням знань суміжних дисциплін	Проектування інтегрованих занять, розв'язання міждисциплінарних педагогічних завдань	Комплексне моделювання освітнього процесу на основі інтегрованих знань
Очікуваний результат	Усвідомлення взаємозв'язку природничих і педагогічних знань	Сформованість інтегрованих професійних умінь	Інтегрована професійна компетентність і готовність до використання цифрових освітніх технологій із дотриманням принципів цифрової безпеки

Узагальнення результатів. Запропонована концептуальна модель відображає закономірне ускладнення природничо-педагогічної інтеграції у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів. Виокремлені рівні характеризують не окремі способи міждисциплінарної взаємодії, а послідовні етапи розвитку інтеграційних процесів, що відрізняються глибиною взаємопроникнення природничого та педагогічного компонентів, характером їх дидактичної взаємодії та ступенем трансформації фундаментальних знань у професійні компетентності.

Принциповою особливістю запропонованої моделі є її ієрархічний характер. Кожний наступний рівень не заперечує і не замінює попередній, а включає його як необхідну складову. Ілюстративно-демонстраційний рівень забезпечує формування первинних міжпредметних зв'язків, системно-модульний – їх цілеспрямовану організацію в межах інтегрованих освітніх модулів, тоді як світоглядно-інтегративний рівень забезпечує формування цілісного професійного мислення, у якому природничі й педагогічні знання функціонують як єдина система.

Як бачимо, запропонована модель дозволяє розглядати природничо-педагогічну інтеграцію не лише як засіб удосконалення змісту професійної підготовки, а як закономірний процес розвитку професійної компетентності майбутнього педагога. Послідовне проходження запропонованих рівнів створює умови для переходу від засвоєння окремих міжпредметних зв'язків до формування інтегрованого професійного світогляду, необхідного для ефективної діяльності сучасного вчителя.

Обговорення

Інтерпретація результатів. Результати дослідження дають підстави розглядати природничо-педагогічну інтеграцію не як сукупність окремих міжпредметних прийомів, а як послідовний процес якісного ускладнення взаємодії між природничим і педагогічним компонентами професійної підготовки. Запропоновані ілюстративно-демонстраційний, системно-модульний і світоглядно-інтегративний рівні відображають перехід від епізодичного залучення знань суміжної дисципліни до їх системного дидактичного поєднання та подальшого формування цілісного професійного світогляду майбутнього педагога.

Визначальним у запропонованій моделі є не формальне збільшення кількості дисциплін, залучених до освітнього процесу, а зміна характеру їх взаємодії. На першому рівні природничі знання переважно пояснюють або ілюструють педагогічні явища. На другому вони стають основою інтегрованих тем, модулів і професійно орієнтованих завдань. На третьому рівні природничі закономірності набувають методологічного значення для педагогічної діяльності, тоді як педагогічні підходи забезпечують їх осмислення та практичне застосування в освітньому процесі.

Ієрархічність моделі означає, що її рівні не є взаємовиключними. Ілюстративні міжпредметні зв'язки зберігають своє значення у складі інтегрованих модулів, а системно-модульні форми стають структурним підґрунтям для світоглядно-інтегративного рівня. Отже, розвиток інтеграції відбувається шляхом накопичення та переорганізації попередніх способів взаємодії, а не їх механічної заміни.

Порівняння з іншими дослідженнями. Отримані результати узгоджуються з положенням про те, що професійна підготовка сучасного педагога має поєднувати предметні знання, педагогічну теорію та практичний досвід їх застосування [3]. Дослідження V. L. Akerson і J. Flanigan демонструє можливості цілеспрямованої підготовки майбутніх учителів до застосування міждисциплінарного підходу в навчанні природничих дисциплін і мовно-літературної галузі [1].

Виокремлений системно-модульний рівень співвідноситься з підходами, за яких інтеграція реалізується через спеціально спроектовані теми, модулі, навчальні завдання та спільну діяльність викладачів [2; 7]. Зокрема, у працях із проблем інтегрованої STEM-освіти наголошено на необхідності узгодження змісту, методів навчання, організаційних умов і професійної готовності викладача [6; 7]. Це підтверджує доцільність розмежування епізодичних міжпредметних зв'язків та системно організованого інтегрованого навчання.

Водночас результати дослідження враховують критичні застереження щодо надто широкого використання понять «інтеграція» та «STEM». Просте поєднання елементів кількох дисциплін ще не створює інтегрованого освітнього середовища, якщо між ними не встановлено змістових, методологічних і діяльнісних зв'язків [5; 6]. Запропонована модель частково вирішує цю проблему, оскільки дозволяє визначати характер інтеграції за її глибиною, дидактичною функцією та результатом, а не лише за кількістю представлених дисциплін.

Результати систематичного огляду Н. Wang і L. Sang засвідчують багатокомпонентність міждисциплінарної компетентності вчителя та необхідність поєднання знань, практичних умінь, співпраці й здатності розв'язувати комплексні освітні проблеми [8]. Подібно до цього, Т. Swist та співавтори розглядають розвиток міждисциплінарної експертності педагогів як процес, що потребує спеціально організованих моделей взаємодії, професійного навчання та відповідних умов освітнього середовища [2]. Запропонована в цьому дослідженні модель доповнює такі підходи, конкретизуючи можливу послідовність розвитку природничо-педагогічної інтеграції.

В українському науковому дискурсі інтеграція розглядається як засіб подолання фрагментарності знань і формування цілісного освітнього змісту [9–11; 14; 16; 18]. Окремий напрям досліджень пов'язаний із розвитком професійного мислення та інтегрованої компетентності майбутніх педагогів [12; 13; 15]. Положення про трансдисциплінарність як вихід за межі простого міжпредметного поєднання [20] співвідноситься зі світоглядно-інтегративним рівнем запропонованої моделі. Водночас ця модель зосереджена саме на взаємному перетворенні природничого і педагогічного змісту в процесі професійної підготовки, що дає змогу конкретизувати загальні положення інтегративного та трансдисциплінарного підходів.

Наукова новизна дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні природничо-педагогічної інтеграції як ієрархічного процесу розвитку, а не лише як методу, принципу або організаційної форми навчання.

Запропоновано концептуальну модель, у якій виокремлено три взаємопов'язані рівні природничо-педагогічної інтеграції: ілюстративно-демонстраційний, системно-модульний і світоглядно-інтегративний. Підставою для їх розмежування визначено сукупність трьох критеріїв: ступінь взаємопроникнення природничого та педагогічного компонентів, характер їх дидактичної взаємодії та рівень трансформації фундаментальних знань у професійно-педагогічні компетентності.

На відміну від підходів, у яких рівень інтеграції визначається переважно складом дисциплін або формою організації навчання, запропонована модель враховує функціональну зміну ролі знань. Природничий компонент послідовно переходить від джерела прикладів і пояснень до основи інтегрованих модулів, а надалі — до методологічного підґрунтя професійної діяльності педагога. Педагогічний компонент, своєю чергою, трансформується від контексту застосування природничих знань до механізму їх професійного осмислення і практичної реалізації.

Новим є також обґрунтування двостороннього характеру інтеграції на світоглядно-інтегративному рівні. Природничі науки не лише забезпечують педагогіку фактичним матеріалом, а педагогічні дисципліни не лише визначають способи його викладання. Їх взаємодія створює нові інтегровані освітні компоненти та способи професійного мислення, які не можуть бути повністю зведені до змісту однієї вихідної дисципліни.

Уточнено ієрархічний характер природничо-педагогічної інтеграції: кожний наступний рівень включає функціональні можливості попереднього, але передбачає вищий ступінь системності, професійної спрямованості та методологічного узагальнення. Це дозволяє використовувати модель не лише для опису наявних педагогічних практик, а й для визначення напрямку їх подальшого розвитку.

Практичне значення запропонованої моделі полягає в можливості її використання під час проектування та оновлення освітніх програм підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін. Модель дає змогу оцінити, на якому рівні реалізується інтеграція в межах певної дисципліни, змістового модуля або освітньої програми, а також визначити умови переходу від епізодичних міжпредметних зв'язків до системної та світоглядної інтеграції.

На ілюстративно-демонстраційному рівні викладачі можуть цілеспрямовано добирати природничі, психофізіологічні та педагогічні приклади для пояснення складних понять. Системно-модульний рівень може бути реалізований через інтегровані теми, бінарні заняття, міжпредметні проєкти, професійно орієнтовані завдання та спільне викладання окремих модулів. Світоглядно-інтегративний рівень передбачає розроблення комплексних освітніх компонентів, зокрема з нейропедагогіки, здоров'язбереження, екологічної педагогіки, інклюзивної освіти, STEM-освіти та цифрової дидактики.

Запропоновані критерії можуть бути використані для експертного аналізу освітніх програм, силабусів, навчально-методичних матеріалів і практик викладання. Вони також можуть стати основою для розроблення діагностичного інструментарію, призначеного для оцінювання сформованості інтегративного професійного мислення майбутніх педагогів.

В умовах цифрової трансформації освіти природничо-педагогічна інтеграція набуває нового значення, оскільки ефективне використання цифрових технологій, штучного інтелекту та цифрових освітніх середовищ потребує не лише технологічної, а й педагогічної, психофізіологічної та безпекової компетентності. У цьому контексті запропонована модель створює теоретичне підґрунтя для інтеграції цифрової безпеки у професійну підготовку майбутніх педагогів. Зокрема, питання захисту персональних даних, критичного оцінювання цифрового контенту, безпечної взаємодії в цифровому середовищі та врахування психофізіологічних наслідків використання цифрових технологій можуть бути включені до інтегрованих модулів і трансдисциплінарних освітніх компонентів.

Практичне застосування моделі не обмежується впорядкуванням міжпредметних зв'язків. Вона може використовуватися як орієнтир для послідовного оновлення змісту

професійної підготовки, розвитку інтегрованих освітніх компонентів і формування готовності майбутнього педагога до розв'язання комплексних професійних завдань.

Висновки

Природничо-педагогічна інтеграція у професійній підготовці майбутніх педагогів має ієрархічний характер і розвивається від епізодичного використання міжпредметних зв'язків до системного поєднання змісту та формування цілісного професійного світогляду.

Критеріями розмежування рівнів природничо-педагогічної інтеграції є ступінь взаємопроникнення природничого та педагогічного компонентів, характер їх дидактичної взаємодії та рівень трансформації фундаментальних природничих знань у професійно-педагогічні компетентності.

Ілюстративно-демонстраційний, системно-модульний і світоглядно-інтегративний рівні відображають послідовне ускладнення форм інтеграції. На першому рівні знання суміжних дисциплін виконують переважно пояснювальну та ілюстративну функції; на другому стають основою інтегрованих тем, модулів і професійно орієнтованих завдань; на третьому природничі закономірності набувають методологічного значення для педагогічної діяльності.

Кожний наступний рівень інтеграції включає функціональні можливості попереднього, але характеризується вищим ступенем системності, професійної спрямованості та взаємного перетворення природничого і педагогічного змісту. Така логіка створює теоретичне підґрунтя для переходу від фрагментарного засвоєння міжпредметних зв'язків до формування інтегрованої професійної компетентності майбутнього педагога.

Запропонована модель може використовуватися для аналізу й оновлення освітніх програм, навчальних дисциплін, інтегрованих модулів і методичних матеріалів, а також для проєктування освітніх компонентів із нейропедагогіки, здоров'язбереження, STEM-освіти, цифрової дидактики та цифрової безпеки.

Використання штучного інтелекту. Систему штучного інтелекту ChatGPT (GPT-5.5) було використано для мовного редагування рукопису (покращення стилю та усунення граматичних і стилістичних помилок на основі авторського тексту, а також перекладу анотації, підготовленої авторами українською мовою) та для допомоги у візуалізації даних (створення схеми за авторським текстовим описом). Автори перевірили всі запропоновані зміни, підтвердили їх відповідність змісту дослідження та несуть повну відповідальність за остаточний текст рукопису і подані ілюстрації.

Список використаних джерел

1. Akerson V. L., Flanigan J. Preparing Preservice Teachers to Use an Interdisciplinary Approach to Science and Language Arts Instruction. *Journal of Science Teacher Education*. 2000. Vol. 11, no. 4. P. 345–362. <https://doi.org/10.1023/a:1009433221495>
2. Approaches to strengthening teachers' interdisciplinary expertise: From configurative review to design patterns / T. Swist et al. *Review of Education*. 2025. Vol. 13, no. 3. URL: <https://doi.org/10.1002/rev3.70113>
3. Darling-Hammond L. Constructing 21st-Century Teacher Education. *Journal of Teacher Education*. 2006. Vol. 57, no. 3. P. 300–314. <https://doi.org/10.1177/0022487105285962>
4. McComas W. F. Crossing Discipline Boundaries in Gifted Science Instruction: Definitions, Considerations, and Challenges. *Gifted Child Today*. 2022. Vol. 45, no. 2. P. 78–84. <https://doi.org/10.1177/10762175211070620>
5. McComas W. F., Burgin S. R. A Critique of “STEM” Education. *Science & Education*. 2020. Vol. 29, no. 4. P. 805–829. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>

6. Millar V. Trends, Issues and Possibilities for an Interdisciplinary STEM Curriculum. *Science & Education*. 2020. Vol. 29, no. 4. P. 929–948. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00144-4>
7. Stohlmann M., Moore T., Roehrig G. Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. 2012. Vol. 2, no. 1. P. 28–34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
8. Wang H., Sang L. Interdisciplinary competence of primary and secondary school teachers: a systematic literature review. *Cogent Education*. 2024. Vol. 11, No. 1. Article 2378277. <https://doi.org/10.1080/2331186x.2024.2378277>
9. Вознюк О.В. Знаннєва інтеграція як основа інтердисциплінарності педагогіки. *Interdyscyplinarnosc pedagogiki i jej subdyscypliny* / Pod red. Z.Szaroty, F. Szioska. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologi Eksploatacji, 2013. 707-717. URL: https://eprints.zu.edu.ua/22866/1/%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D1%8E%D0%BA_%D0%A3%D0%BA%D1%80-%D0%9F%D0%BE%D0%BB_2013.PDF
10. Гаврилюк М., Марчук І., Нагорна Н., Іванова Н. Міждисциплінарна інтеграція у процесі викладання гуманітарних дисциплін в закладах вищої освіти. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. 2024. №1. С.81–91. <https://doi.org/10.31499/2307-4906.1.2024.302202>
11. Засекіна Т. М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика : монографія. Київ: Педагогічна думка, 2020. 400 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/729967/>
12. Іванова Н. В., Єльчанінова Т. М., Жванія Т. В. Міждисциплінарна інтеграція як чинник розвитку професійного мислення здобувачів освіти. *Перспективи та інновації науки*. №2(60) 2026. С. 652–663. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-2\(60\)-652-663](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-2(60)-652-663)
13. Кміть О. Модель формування професійного мислення майбутніх педагогів. *NewInception*. 2024. № 1-2 (15-16). С. 48–54. <https://doi.org/10.58407/NI.24.1-2.4>
14. Козловська І.М., Гаврилюк М.В. Можливості використання закономірностей інтеграції у процесі вивчення дисциплін суспільно-гуманітарного циклу. *Молодий вчений*. № 5 (81), травень, 2020. С. 382–387. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-5-81-78>
15. Кутова С. О., Свідерська О. М. Сучасні інтеграційні підходи до підготовки майбутніх педагогів. *Інноваційна педагогіка. Теорія та методика навчання (з галузей знань)* Випуск 48. Т. 1. 2022. С. 103–106. <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/48.1.21>
16. Лавніков О. А., Лесик А. С. Інтегративний підхід у системі вищої освіти: поняття і особливості. *Вісник університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія»*. Педагогічні науки. 2020. № 1 (19). С.195–199. URL: <https://doi.org/10.32342/2522-4115-2020-1-19-23>
17. Оніпко В. В., Ханнанова О. Р. Особливості освітньої програми «Середня освіта природничі науки» на засадах міждисциплінарності. *Витоки педагогічної майстерності : зб. наук. праць. Полтав. нац. пед. ун-т імені В.Г. Короленка*. Полтава, 2019. Вип. 24, С. 10–13.
18. Пушкарьова Т. О., Топузов О. М. Інтегративно-діяльнісна педагогіка: монографія. Київ : Педагогічна думка, 2019. 304 с. URL: https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2021/07/integra_dial_2019.pdf
19. Романюк Р. К. Підготовка вчителя біології профільної школи: теорія і практика: монографія. Видавець ПП «Євро-Волинь», Житомир, 2021. 424 с.
20. Чайка Я.М. Трансдисциплінарність інтеграційних процесів у науці. *Академічні візії*. Випуск 3. 2022. С.3–14. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.5958409>

References

1. Akerson, V. L., & Flanigan, J. (2000). Preparing preservice teachers to use an interdisciplinary approach to science and language arts instruction. *Journal of Science Teacher Education*, 11(4), 345–362. <https://doi.org/10.1023/A:1009433221495>

2. Swist, T., et al. (2025). Approaches to strengthening teachers' interdisciplinary expertise: From configurative review to design patterns. *Review of Education*, 13(3). <https://doi.org/10.1002/rev3.70113>
3. Darling-Hammond, L. (2006). Constructing 21st-century teacher education. *Journal of Teacher Education*, 57(3), 300–314. <https://doi.org/10.1177/0022487105285962>
4. McComas, W. F. (2022). Crossing discipline boundaries in gifted science instruction: Definitions, considerations, and challenges. *Gifted Child Today*, 45(2), 78–84. <https://doi.org/10.1177/10762175211070620>
5. McComas, W. F., & Burgin, S. R. (2020). A critique of STEM education. *Science & Education*, 29(4), 805–829. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>
6. Millar, V. (2020). Trends, issues and possibilities for an interdisciplinary STEM curriculum. *Science & Education*, 29(4), 929–948. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00144-4>
7. Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
8. Wang, H., & Sang, L. (2024). Interdisciplinary competence of primary and secondary school teachers: A systematic literature review. *Cogent Education*, 11(1), Article 2378277. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2378277>
9. Vozniuk, O. V. (2013). Znannieva intehtatsiia yak osnova interdystsyplinarnosti pedahohiky [Knowledge integration as the basis of interdisciplinarity in pedagogy]. In Z. Szarota & F. Szlosek (Eds.), *Interdyscyplinarnosc pedagogiki i jej subdyscypliny* (pp. 707–717). Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji. https://eprints.zu.edu.ua/22866/1/%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D1%8E%D0%BA_%D0%A3%D0%BA%D1%80-%D0%9F%D0%BE%D0%BB_2013.PDF
10. Havryliuk, M., Marchuk, I., Nahorna, N., & Ivanova, N. (2024). Mizhdystsyplinarna intehtatsiia u protsesi vykladannia humanitarnykh dystsyplin v zakladakh vyshchoi osvity [Interdisciplinary integration in teaching humanities in higher education institutions]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu*, (1), 81–91. <https://doi.org/10.31499/2307-4906.1.2024.302202>
11. Zasiakina, T. M. (2020). *Intehtatsiia v shkilnii pryrodnychii osviti: teoriia i praktyka* [Integration in school science education: Theory and practice]. Pedahohichna dumka. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/729967/>
12. Ivanova, N. V., Yelchaninova, T. M., & Zhvaniia, T. V. (2026). Mizhdystsyplinarna intehtatsiia yak chynnyk rozvytku profesiinoho myslennia zdobuvachiv osvity [Interdisciplinary integration as a factor in the development of professional thinking of students]. *Perspektyvy ta innovatsii nauky*, (2(60)), 652–663. [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-2\(60\)-652-663](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-2(60)-652-663)
13. Kmit, O. (2024). Model formuvannia profesiinoho myslennia maibutnikh pedahohiv [A model for the formation of professional thinking of future teachers]. *NewInception*, 1–2(15–16), 48–54. <https://doi.org/10.58407/NI.24.1-2.4>
14. Kozlovska, I. M., & Havryliuk, M. V. (2020). Mozhlyvosti vykorystannia zakonomirnostei intehtatsii u protsesi vyvchennia dystsyplin suspilno-humanitarnoho tsykladu [Possibilities of using integration patterns in teaching social sciences and humanities]. *Molodyi vchenyi*, (5), 382–387. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-5-81-78>
15. Kutova, S. O., & Sviderska, O. M. (2022). Suchasni intehtatsiini pidkhody do pidhotovky maibutnikh pedahohiv [Modern integrative approaches to the training of future teachers]. *Innovatsiina pedahohika*, 48(1), 103–106. <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/48.1.21>
16. Lavnikov, O. A., & Lesyk, A. S. (2020). Intehtatyvnyi pidkhid u systemi vyshchoi osvity: poniattia i osoblyvosti [The integrative approach in higher education: Concept and characteristics]. *Visnyk universytetu imeni Alfreda Nobelia. Seriya "Pedahohika i psykholohiia". Pedahohichni nauky*, (1(19)), 195–199. <https://doi.org/10.32342/2522-4115-2020-1-19-23>

17. Onipko, V. V., & Khannanova, O. R. (2019). Osoblyvosti osvitnoi prohramy "Serednia osvita. Pryrodnychi nauky" na zasadakh mizhdystsyplinarnosti [Features of the educational programme "Secondary Education. Natural Sciences" based on interdisciplinarity]. *Vytoky pedahohichnoi maisternosti*, (24), 10–13.
18. Pushkarova, T. O., & Topuzov, O. M. (2019). *Intehratyvno-diialnisna pedahohika* [Integrative and activity-based pedagogy]. Pedahohichna dumka. https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2021/07/integra_dial_2019.pdf
19. Romaniuk, R. K. (2021). *Pidhotovka vchytelia biolohii profilnoi shkoly: teoriia i praktyka* [Training biology teachers for specialized secondary schools: Theory and practice]. PP «Yevro-Volyn».
20. Chaika, Ya. M. (2022). Transdystsyplinarnist intehratsiinykh protsesiv u nautsi [Transdisciplinarity of integration processes in science]. *Akademichni vizii*, (3), 3–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5958409>