

28. Волошук В.М. Про можливі зміни середньорічного температурного режиму України в першій половині XXI століття. *Доклади Академії наук України*. 1993. № 12. С. 105–111.

29. Волошук В.М. С.Г. Бойченко Реакція ходу приземної температури України на глобальне потепління клімату. *Доповіді НАН України*. 1997. № 9. С. 113–118.

30. Волошук В.М., Гродзинський В.М., М.Д., Шищенко П.Г. Географічні проблеми сталого розвитку України. *Український географічний журнал*. 1998. № 1. С. 13–18.

**Information about the author:**

**Pyasetska Svitlana Ivanivna,**

Candidate of Geographic Sciences,

Senior Research Fellow at the Department of Climate Research

and Long-Term Weather Forecasting

Ukrainian hydrometeorological institute of State Emergency Service of

Ukraine and National Academy of Sciences of Ukraine

37, Nauky ave., Kyiv, 03028, Ukraine

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-288-3-10>

**МІЖДИСЦИПЛІНАРНА ПРИРОДНИЧА ОСВІТА  
ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ МЕТА-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ**

**Сальник І. В., Сірик Е. П.**

**ВСТУП**

З урахуванням того, що вчитель природничих дисциплін має працювати в навчальному середовищі, яке за сучасними уявленнями є комп'ютерно (віртуально, хмаро) орієнтованим, а з упровадження нових інноваційних технологій, ще й STEM орієнтованим, з'являються нові вимоги до його підготовки. У підготовці вчителів основний акцент переноситься на: формування здатності швидко орієнтуватися в інформаційному просторі, *аналізувати розвиток світових технологій та доповнювати їх знаннями з різних наук*; володіння відповідними методиками і елементами технічного супроводу; *співвіднесення знань з різних дисциплін із системою наукового пізнання та наукового світогляду, наукової картини світу*; вміння виявити та показати

практичну значимість наукових знань; формування критичного мислення; розвиток дослідницької діяльності; здатність до організації та підтримки цілеспрямованої пізнавальної діяльності учнів. Людина в цьому світі повинна мати дуже розвинену здатність до адаптації та вміння неперервно навчатися, володіти міждисциплінарними знаннями та навичками розв'язувати проблеми реального світу.

Швидкий розвиток нових технологій, постійна зміна та підвищення вимог до кваліфікації спеціалістів різних галузей вимагають від сучасної людини володіння асистемним, нелінійним мисленням. Таке мислення формує уявлення про світ, в якому стають незастосовними старі наукові підходи, що здавалися раніше універсальними. Нове (синергетичне) мислення формується саме у навчанні природничих дисциплін, у їх безпосередньому зв'язку та інтеграції. Визначені аспекти та поширення STEM технологій залишають і надалі актуальною концепцію «міждисциплінарності» в сучасній освіті.

Філософ Сенека говорив: «Не для школи, а для життя ми вчимося». Сьогодні ці слова набувають особливої актуальності оскільки вимога до мета-предметних результатів навчання є новим методологічним підходом. Суспільство потребує людини, яка володіє універсальними вміннями інформаційного характеру, здатної до самонавчання, прогнозування і прийняття рішення.

Як зазначається в Концепції розвитку педагогічної освіти, «усе відчутнішою стає потреба в подоланні таких побічних наслідків вузькоспеціалізованої освіти, як фрагментарність світосприйняття, незадовільний стан міжпрофесійних комунікацій, недостатній розвиток інтеграційних процесів у суміжних галузях науки. Це обумовлює необхідність переосмислення змісту освіти на користь зростання частки міжпредметної і міжгалузевої інтеграції знань, яка є можливою лише на основі переходу від знання фактів до розвитку компетентностей»<sup>1</sup>. Природничі науки є саме тим фундаментом, який здатен сформувати мета-предметну компетентність, що є основою інженерного, технологічного, багатоаспектного мислення.

## **1. Проблематика у визначенні понять дослідження**

Попередні дослідження з теми міждисциплінарності та формування метакомпетентності страждають від кількох ключових проблем, які пов'язані, насамперед, з плутаниною та невизначеністю щодо ключових понять і термінів, через що дослідженням важко стати кумулятивними. Такі поняття як «компетентність», «міжпредметні зв'язки»,

---

<sup>1</sup> Концепція розвитку педагогічної освіти. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennya-koncepciyi-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti>.

«міждисциплінарність», «предметна інтеграція», «метакомпетентність» наразі залишаються в центрі наукових дискусій не лише в освітній галузі.

Як відомо термін «компетентність» вперше з'явився в статті R.W. White<sup>2</sup> в 1959 році як концепція мотивації діяльності. У 1970 році Craig C. Lundberg визначив це поняття в роботі “Planning the Executive Development Program”, але в освіті воно так і не набуло поширення. Термін «компетентність» набув популярності, коли у 1973 році D.McClelland написав ґрунтовну роботу під назвою “Testing for competence rather than intelligence”<sup>3</sup>. Автор визначив компетентність як сукупність демонстрованих характеристик та навичок, які дозволяють покращити ефективність виконання роботи. З того часу його популяризували багато вчених, наприклад Т.Ф. Gilbert<sup>4</sup>, який використовував цю концепцію для покращення продуктивності. Його використання широко варіюється, що призводить до значного непорозуміння. Отже, програмні положення теорії компетентності широко використовувалися в педагогіці США ще у 70-і роки минулого століття, коли була обґрунтована концепція індивідуального навчання, що орієнтувала американського вчителя на актуалізацію розумових й естетичних потреб учнів.

Поняття компетентностей та компетенцій науково обґрунтовано вченими країн Європейського союзу у середині 80-х років минулого століття (R. Bader, D. Mertens, E. Shelton та ін.). Європейські науковці розглядають поняття компетентності як певні вміння, ключові кваліфікації. Ними визначено також поняття «компетентність» як здатність успішно задовольняти індивідуальні й соціальні потреби, діяти й виконувати поставлені завдання. Подальші дослідження значно розширюють це поняття, воно набуває характеру сукупності інтелектуальних, фізичних, політичних, соціальних, моральних і естетичних знань, отриманих людиною як у системі освіти, так і з інших джерел, що знаходяться в таких сферах, як навчання, праця, культура, політика, екологія, навколишнє середовище. Усі ці напрями формують компетентність особистості, створюючи умови для всебічного розвитку індивіда.

Суперечки щодо поняття «компетенція» продовжуються й донині. Вважається, що неможливо розробити будь-якої послідовної теорії або

---

<sup>2</sup> White, R. W. "Motivation reconsidered: The concept of competence". *Psychological Review*. 66 (5): 297–333. doi:10.1037/h0040934

<sup>3</sup> McClelland, D.C. Testing for competence rather than intelligence. *American Psychologist*. 1973. № 28. p.p. 1–14. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0034092>

<sup>4</sup> Gilbert, T.F. Human Competence. Engineering Worthy Performance. New York: McGraw-Hill. <https://www.amazon.com/Human-Competence-Engineering-Worthy-Performance/dp/0787996157>

виробити трактування здатне об'єднати різні підходи, в яких цей термін використовується. Як стверджує Norris: оскільки за загальної мовчазної згоди виникла необхідність точного визначення та операціоналізації поняття [компетенція], виникло безліч суперечливих теоретичних визначень, і очевидно просте стало вкрай ускладненим<sup>5</sup>.

У сучасній українській педагогіці поняття компетентності як термін, що описує результат навчання, починає використовуватися тільки з 80-х років ХХ століття. У радянській енциклопедії (1960 р.) цього поняття взагалі не було. Лише у наступному виданні з'являється поняття «компетенція». В енциклопедичному словнику (1983 р.) є поняття «компетенція» й «компетентність», де вони ототожнюються. Словник іншомовних слів (1985 р.) відокремлює ці поняття: «компетентний» – досвідчений у певній галузі чи якомусь питанні; «компетенція» – сукупність повноважень органу, повноважень особи, що встановлюються законом, нормативним актом, тощо. Дослідження компетентності вказують на те, що компетентність охоплює дуже складну і розгалужену концепцію, і різні вчені мають різне визначення компетентності. В той же час, слід зазначити, що говорячи про компетентності учнів та студентів, більшість українських науковців та практиків оперують поняттями «загальні», «ключові», «предметні» та «професійні». Але у сучасному освітньому середовищі з'явився новий термін – мета-предметна компетентність.

Цілісна теоретична модель компетенції була запропонована науковцями на початку 21 століття<sup>6</sup>. Подальші пошуки дали можливість авторам показати, що визначення компетентності як сукупності знань, умінь та ставлень чи цінностей, які проявляються у складній поведінці учня, є необґрунтованим<sup>7</sup>. Таке визначення приводить до створення нескінчених списків здібностей та навичок, якими повинен володіти учень, і, які розчаровують як учнів, так і вчителів<sup>8</sup>. Одночасно, вони не враховують певні внутрішні когнітивні та емоційні процеси, які можуть

---

<sup>5</sup> Norris N. The trouble with competence. *Cambridge Journal of Education*. Vol.21, No.3, 1991. 331–341 p. <https://doi.org/10.1080/0305764910210307>

<sup>6</sup> Bogo, M., Regehr, C., Woodford, M., Hughes, J., Power, R. & Regehr, G. 'Beyond competencies: field instructors' descriptions of student performance', *Social Work Education*, 2006. Vol. 42, no. 3, pp. 579–593. <https://psycnet.apa.org/doi/10.5175/JSWE.2006.200404145>

<sup>7</sup> Bogo, M., Regehr, C., Katz, E., Logie, C., Mylopoulos, M. & Regehr, G. Developing a tool to assess student reflections, *Social Work Education*, 2011. Vol. 30, no. 2, pp. 186–195. <http://dx.doi.org/10.1080/02615479.2011.540392>

<sup>8</sup> Frank, J. R., Snell, L. S., Cate, O. T., Homboe, E., Carraccio, C., Swing, S. R., et al. Competency-based medical education: theory to practice. *Medical Teacher*. 2010. Vol. 32, no. 8, pp. 638–645. <https://doi.org/10.3109/0142159x.2010.501190>

впливати на поведінку учнів в складних ситуаціях. В своїй роботі<sup>5</sup> Vogo, M. et al., виділяють два взаємопов'язані аспекти «цілісної компетентності»: мета-компетентність та процесуальна компетентність.

Цікаві та ґрунтовні дослідження проводились W. Kupers та D.J. Pauleen<sup>9</sup>, які стверджують, що розв'язування складних завдань передбачає не лише знання в певному контексті, але й практичне розуміння, яке є проявом когнітивних та практичних взаємодій людини з реальним світом, і яке включає певний набір мета-компетентностей.

Слід відмітити, що достатня кількість авторів торкається питань формування мета-компетентностей, але більшість розглядають гуманітарне навчання, розвиток та управління бізнесом.

Ми розглядаємо міждисциплінарний підхід як основу впровадження міждисциплінарної інтеграції, що є умовою формування мета-предметних компетентностей учнів та студентів, забезпечує перехід від практики дроблення знань на предмети до цілісного образного світосприйняття та навичок метадіяльності<sup>10</sup>.

Слід зазначити, що в науковій літературі досі немає єдиної думки щодо визначення поняття «мета-компетентність»: здатність справлятися з невпевненістю, з повчаннями і критикою<sup>11</sup>, головне уміння, яке передує компетентності<sup>12</sup>, базис для придбання інших компетентностей, здатність до швидкої адаптації, пристосування до нових умов, готовність до безперервного навчання / освіти, готовність до переносу наявних знань, умінь, здібностей на нові об'єкти діяльності<sup>13</sup>. Зазвичай кажуть,

---

<sup>9</sup> Kupers, W. & Pauleen, D.J. *Handbook of Practical Wisdom: Leadership, organization and integral business practice*. Gower: London. [https://www.researchgate.net/profile/David\\_Pauleen/publication/261287830\\_Students\\_of\\_Wisdom\\_An\\_Integral\\_Meta-Competencies\\_Theory\\_of\\_Practical\\_Wisdom/links/54cffd230cf298d656660c94](https://www.researchgate.net/profile/David_Pauleen/publication/261287830_Students_of_Wisdom_An_Integral_Meta-Competencies_Theory_of_Practical_Wisdom/links/54cffd230cf298d656660c94)

<sup>10</sup> Сальник І.В., Сірик Е.П. Запровадження міждисциплінарного підходу у підготовці вчителя фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Вип. 26. К.-Под., 2020. С.32-36. <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2020-26.32-36>

<sup>11</sup> Рубцов В. В, Забродин Ю. М. Компетентностный подход как концептуальная основа связи профессионального образования и профессионального труда. *Вестник практической психологии образования*. 2012. № 3. URL: <http://www.psy.su/interview/2614>

<sup>12</sup> Brown, B. R. Meta-Competence: A Recipe for Reframing the Competence Debate. *Personnel Review*, 1993. № 22 (6), p.p. 25–32. <https://doi.org/10.1108/EUM00000000000814>

<sup>13</sup> Ордобоева, Л. М. Метакомпетенция как компонент содержания профессиональной иноязычной подготовки студентов в языковом вузе. *Вестник Московского государственного лингвистического университета*. 2014. № 14 (700), p.p.144–153.

що мета-компетенції включають навчання, адаптацію, передбачення та перетворення<sup>14</sup>.

Як було зазначено, структура поняття «цілісна компетентність» має дві складові. Процесуальна складова стосується результативності та включає здатності використовувати вміння та навички на практиці в різних ситуаціях, формувати відносини співпраці, проводити оцінку власної діяльності. Метакомпетентність стосується вищих порядків, загальних якостей та здібностей концептуального, міжособистісного та особистісного характеру – когнітивні, критичні, творчі та саморефлексивні здібності учнів<sup>15</sup>.

На основі аналізу наукових джерел ми можемо визначити метакомпетентність як надсистемну компетентність, що включає в себе здатність керувати власними компетенціями, способами пізнання, навчання і самоконтролю.

Таким чином, мета-компетентність є певного роду наднавичками, не випадково їх називають метакогнітивними, «тонкими». Людина, що володіє такими навичками, виходить за межі звичних понять: традиційного мислення і напрацьованого десятиліттями розуміння свого місця в світі.

Мета-компетенції охоплюють такі навички, як твердження, судження, аргументи, докази, застосування та спілкування. Отже, як визначають Brown та McCartney, мета-компетенції – це знання в усіх його багаторівневих складових, а компетенції – це навички, які базуються на знаннях<sup>16</sup>.

Учень може набути низку компетенцій – специфічних навичок – в навчанні конкретних дисциплін, але належне ефективне використання цих компетенцій залежить від мета-компетентностей, яких можливо навчитися лише під час мета-предметної діяльності.

Мета-предметна діяльність – це та діяльність, яка стоїть над предметом (кількома предметами), лежить в їх основі й, одночасно, гносеологічно пов'язує їх між собою. Такий вид діяльності забезпечує

---

<sup>14</sup> Heery Edmund, Noon Mike. A Dictionary of Human Resource Management. Oxford University Press, 2008. <https://doi.org/10.1093/acref/9780199298761.001.0001>

<sup>15</sup> Bogo M., Katz E., Regehr C., Logie C., Mylopoulos M., Tufford L. (2013) Toward Understanding Meta-Competence: An Analysis of Students' Reflection on their Simulated Interviews, *Social Work Education: The International Journal*. 2013. № 32:2, p.p. 259–273, <https://doi.org/10.1080/02615479.2012.738662>

<sup>16</sup> Brown, Reva & McCartney, Sean. Competence is not enough: Meta-competence and accounting education. *Accounting Education*. 1995. № 4. p.p. 43–53. <https://doi.org/10.1080/09639289500000006>

перехід від існуючої практики дроблення знань на предмети до цілісного образного світосприйняття, сприяє формуванню в учнів таких знань, поведінкових моделей, цінностей, які дозволять бути успішним у житті. Мета-предметність покликана підвищити рівень інтеграції знань, надати знанням одночасно системності й нелінійності, розвинути інтереси та здібності учнів з метою подальшого професійного визначення.

Мета-предметний підхід – підхід до освіти, при якому учень не тільки отримує систему знань, але і засвоює універсальні способи дії, за допомогою яких він може надалі самостійно отримувати інформацію. При цьому учень не запам'ятовує, а продумує та усвідомлює найважливіші поняття, рефлексує власний досвід роботи.

Основа мета-предметної діяльності – міждисциплінарна інтеграція природничо-математичних дисциплін.

## **2. Міждисциплінарна інтеграція як методологічна основа розвитку природничої освіти**

Дослідження в галузі міжпредметності та міждисциплінарності проводяться багато років, починаючи з праць таких відомих педагогів, як А. Дистервег, Я.А. Коменський, Дж. Локк, Й.Г. Песталоцці, К.Д. Ушинський та інших. Зокрема, Ян Амос Коменський виступав за взаємопов'язане вивчення граматики та філософії, філософії та літератури, Джон Локк – історії та географії.

У 70 – 80 рр. XX ст. педагогічні дослідження знову почали вивчати міжпредметні зв'язки. Їх трактування було доволі різноманітне. Так М.М. Левіна, Н.А. Лошкарьова, В.Н. Максимова визначали міжпредметні зв'язки як самостійний дидактичний принцип; В.Н. Максимова, Ф.П. Соколова, В.Н. Федорова, В.Д. Хомутський – як дидактичну та педагогічну умову, зокрема як умову підвищення науковості й доступності навчання, що значно посилює пізнавальну діяльність учнів.

У сучасній педагогічній та методичній науці питання між предметних та міждисциплінарних зв'язків розглядається у працях значної кількості учених, як українських, так і закордонних. Зокрема, цій тематиці свої дослідження присвятили Бібік Г.В. (міждисциплінарна інтеграція в підготовці вчителя фізики, 2014), Бреднева Н.А. (проектна діяльність в умовах міждисциплінарної інтеграції, 2009 р.), Бузько В.Л. та Величко С.П. (у процесі навчання фізики в основній школі, 2008), Войтович О.П. (розвиток творчих здібностей, 2010), Джежуль Т.С. (реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні вищої математики майбутніх судноводіїв, 2013), Єфремова О.І. (здійснення інтеграції, генералізації, диференціації в процесі вивчення математики та фізики, 2001), Козловська І.М. (інтегративний підхід до викладання

спеціальних дисциплін, 2003), Рибак С.М. (міжпредметні зв'язки у підготовці вчителя фізики, 2006), Шатковська Г.І. (інтеграція фізики та хімії, 2007), Шибаєв В.П. (моделювання та організація міждисциплінарної інтеграції, 2008 р.), Шарко В.Д. (міжпредметні зв'язки як засіб формування екологічної компетентності, 2016) та багато інших. Серед закордонних дослідників слід виділити концептуальні праці Дж. Бредбіра (1999), Т. Бехера (1996), Д. Кольба (1989), Д. Нулті та М. Барет (1996), а також сучасні дослідження М. Вуд (2000), Д. Дідс, К. Ален, М. Карделла (2008), Л. Дуер (2008), Б. Елліот, Р. Канакія (2007), Дж. Касей (2010), Б. Кларк (2001), П. Шарма (2018) та інших, в яких розглядаються різні аспекти міждисциплінарної взаємодії у навчанні.

Аналіз наукової та методичної літератури показує, що, незважаючи на те, що дослідження міжпредметних зв'язків відбувається тривалий час, до теперішнього часу питання про те, що являють собою ці зв'язки, залишається дискусійним.

Ми підтримуємо думку про те, що міжпредметні зв'язки є найпоширенішим та найбільш теоретично дослідженим рівнем (формою, засобом) інтеграції, оскільки у деяких випадках вони формально мають структуру та характеристики, які близькі до інтеграційних процесів<sup>17</sup>. В той же час, вважаємо, що міжпредметні зв'язки є найнижчим рівнем міждисциплінарної інтеграції, оскільки не передбачають цілісного систематичного та системного використання у процесі навчання, перетину наукових ідей та парадигм, широкого обміну інструментами та методами пізнання. Міждисциплінарна інтеграція ґрунтується на ідеях комплексного підходу до побудови навчального процесу.

Наразі дискусійним також залишається питанням про те, чи є міждисциплінарний підхід найкращим напрямом. Хоча він має багато переваг, наприклад, таких, як розширення розуміння студентами загальнонаукових понять та концепцій, покращення комунікативних навичок, у нього також є певні недоліки пов'язані, насамперед, із трудомісткістю підготовки до його впровадження. На нашу думку, впровадження міждисциплінарного підходу в процес підготовки майбутніх вчителів фізики дозволить створити найкращі умови для формування навичок сучасного вчителя, здатного вийти за рамки традиційних методик, усвідомлено використовувати потенціал

---

<sup>17</sup> Шарко В. Д., Куриленко Н. В. Реалізація міжпредметних зв'язків у процесі формування екологічної компетентності учнів основної школи під час вивчення фізики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки*. Чернігів. 2016. Вип. 138. С. 185–190. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/3634>



фундаментальних дисциплін для системного вирішення професійних завдань, синтезувати знання з різних дисциплін та адаптувати їх до умов освітнього процесу, розвивати навички критичного та творчого мислення.

Міждисциплінарна інтеграція, яка є новою дидактичною концепцією цілісного освітнього процесу, унікально відрізняється від міжпредметних зв'язків, які є, як правило, викладанням тем з більш ніж однієї дисципліни паралельно іншій, або, коли одна дисципліна перетинається з предметом іншої. Міждисциплінарні прийоми виходять за рамки цих двох прийомів, дозволяючи студентам бачити різні точки зору, які концептуалізують різні дисципліни з одного конкретного питання, аналізувати та робити синтезування дисциплін кінцевою метою.

Ми розглядаємо міждисциплінарний підхід як основу впровадження міждисциплінарної інтеграції, що є умовою формування метапредметних компетентностей учнів та студентів, забезпечує перехід від практики дроблення знань з природничих наук на предмети до цілісного образного світосприйняття та навичок метадіяльності.

К.Д. Ушинський підкреслював, що, якщо учень не бачить загального в різних навчальних предметах, а отримує знання відокремлено, то вони «лежать в голові, як на цвинтарі, не знаючи про існування один одного»<sup>18</sup>. Лауреат Нобелівської премії з фізики Річард Фейнман говорив «Наш обмежений розум для зручності поділяє цей світ на частини: фізику, біологію, геологію, астрономію, психологію тощо, але ж природа насправді ніякого поділу не знає! Усі науки єдині в своїй природі. Єдність наук впливає з єдності Всесвіту»<sup>19</sup>. В сучасному світі природа наукового дискурсу вже не є зрозумілою пересічній людині. Ми говоримо про світ, де хімік і фізик, на жаль, вже не говорять однією і тією ж мовою! Навчальні програми більшості дисциплін (особливо у вищих закладах освіти) складені без урахування фундаментального принципу наукової єдності. Кожен предмет викладається окремо, він слабо пов'язаний з іншими. Учням та студентам важко скласти свої знання в єдину картину світу, побачити спільні риси в однакових явищах та процесах навколишнього світу. Прагнучі якось виправити цей недолік вчителі та викладачі здебільшого використовують міжпредметні зв'язки під час вивчення загальнонаукових понять, або проводять інтегровані уроки, що відбувається фрагментарно. Звичайно, існують об'єктивні причини низького рівня інтегративних процесів в освіті (розбіжність у часі вивчення однакового матеріалу, різне трактування понять та

---

<sup>18</sup> Ушинский К.Д. Собрание сочинений: в 11-и томах. 1948–1952. Т. 8: Человек как предмет воспитания. М.-Л., 1950. 772 с.

<sup>19</sup> Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике. Т. 1. М. 1965. 262 с., с. 69.

символьного позначення величин в різних науках, недостатня методична підготовка вчителів до реалізації підходу, трудомісткість підготовки та інше). Але, на нашу думку, результат, який дає така діяльність, вартий витрачених зусиль.

### **3. Напрями реалізації міждисциплінарного підходу у навчанні природничих дисциплін**

Проаналізувавши існуючі підходи<sup>20</sup> до викладання інтегративними методами дисциплін природничого спрямування ми виділили три напрями.

Перший напрям називають *essentializing*. Даний підхід повинен сприяти концептуальному мисленню учнів на основі виявлення незмінних якостей речей, процесів, явищ і т.д., які є спільними для декількох дисциплін і можуть стати інтегруючим елементом. Цей підхід покликаний підняти мислення учнів поза фактами та інструментами науки до рівня основних ідей, що розкривають їх спорідненість. Суть есенціалізації гарно охарактеризував Леонардо Фрід (1995): наука, як й інші міфології, намагається переказати історію власними термінами: у числах і формулах, в законах та правилах математики, фізики, хімії та біології, але кожна дисципліна сама розповідає лише одну частину історії; поєднані разом, вони створюють глибину, і тон, і колір<sup>21</sup>.

Застосовування есенціалізації до математики та природничих наук – це не просто напрям, що використовує широкі зовнішні зв'язки. Це сувора, інтегративна діяльність. У гуманітарних науках концептуальне зв'язування відбувається природним шляхом, оскільки такі науки постійно разом шукають відповіді на загальні питання людського існування. Однак у природничих науках та математиці внутрішні зв'язки не настільки помітні через традиційно різну термінологію, використання різних методів доведення та перевірки теорій.

Даний підхід дозволяє формувати інтегративні знання починаючи з базової школи. Наприклад, вивчення поняття «масштаб» починається з математики, але надалі зустрічається у фізиці (порівняння розмірів атома із розміром ядра, відстаней між об'єктами на Землі та між зірками), у біології (порівняння розмірів різних біологічних об'єктів, їх частин на клітинному рівні). Поняття лінійності в математиці, фізиці, хімії, біології. Лінійна залежність – найбільш поширена залежність між

---

<sup>20</sup> Nikitina S., Mansilla V. Three Strategies for Interdisciplinary Math and Science Teaching: A Case of the Illinois Mathematics and Science Academy. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.136.7397&rep=rep1&type=pdf>

<sup>21</sup> Ibid, p. 8.

фізичними величинами, тому знання з математики стають основою вивчення фізичних явищ.

Дуже широко в природничих науках представлено поняття симетрії, основні уявлення про яке учні дістають з математики. Наприклад, одним з перших використав на практиці властивості симетрії відносно точки Архімед, вивчаючи умову рівноваги важеля. Центральнo-симетричним є електричне поле зарядженої кулі. Центральна симетрія відіграла важливу роль у появі сучасних уявлень про будову атомів та молекул. В навколишньому світі дуже багато симетричних об'єктів, які вивчаються фізикою, хімією, біологією.

У школі вивчення математики та інших природничих дисциплін відбувається паралельно, і, таким чином, часто мимоволі не тільки математика використовується у фізиці й певною мірою навіть визначає хід фізичної освіти, а й фізика, використовуючи математичний апарат, створює зворотний вплив на математику. Математика перестає жити лише в своїй площині, починає набувати практичного змісту. Дисципліни починають «говорити однією мовою», саме це їх об'єднує. Отже, сутність стратегії полягає в уніфікації наукових ідей та конструкцій, які мають потенціал для створення спільних інструментів та розумінь з різних дисциплін.

Якщо говорити про реалізацію цього напрямку всередині природничих наук, то слід відзначити формування загально навчальних вимірювальних навичок поводження з приладами, які відносяться до числа таких умінь, якими учні та студенти користуються при вивченні усіх предметів цього циклу (наприклад, використання навчальних терезів, прийомів зважування, формування навичок визначення точності і ціни поділки приладів і т.д.). Успішне їх формування можливе лише на основі врахування системи міжпредметних зв'язків. Крім того, в навчальному процесі формується багато знань, що мають міжпредметний характер, наприклад, поняття «речовина», «енергія», «рух», «розвиток», фундаментальні закони (збереження речовини, періодичності), теорії (будови речовини, електролітичної дисоціації). Сповна розкрити їх засобами лише одного предмета неможливо. Це стосується також способів діяльності учнів. Загальними для предметів фізики і хімії, наприклад, є: система понять про речовину і її будову, яка необхідна для засвоєння фундаментальної фізико-хімічної теорії будови речовини, система понять про енергію, її види і перетворення, включаючи поняття про внутрішню енергію, енергію активації, іонізації тощо.

Взаємозв'язок фізики з біологією реалізується при вивченні дифузії; тема "Випромінювання і спектри" містить питання застосування різних

видів випромінювання в молекулярній біології; учні дізнаються про використання рентгеноструктурного аналізу у вивченні будови складних органічних речовин, наприклад, гемоглобіну. Велике значення має питання про вплив рентгенівського випромінювання на мутації хромосом та про дію ультрафіолетових і інфрачервоних променів на живі організми. У темі «Світлові кванти. Дія світла» розглядаються питання біологічної дії світла, фотосинтез та інше.

Другий напрям – *contextualizing* – інтегративна технологія зовнішнього характеру, пристосування без зміни сутності. Передбачає вивчення певної теорії, понять, законів у їх історичному аспекті, в контексті історії культури та історії ідей, з метою полегшення сприйняття матеріалу та формування узагальненого розуміння їх сутності. Наука представлена не стільки своїми окремими теоріями та практиками, скільки спільними методологічними, філософськими засадами та історичними коріннями<sup>22</sup>. Історичні, філософські або гносеологічні основи певної наукової теорії можуть слугувати контекстами або організаційними центрами інтегративної навчальної програми. Такий напрям є досить ефективним для природничих наук, хоча він залишає поза увагою такі важливі елементи, як науково-математичні практики, експериментальні методи, закони, факти та докази. Вдосконалення конкретних прийомів та методів науки не є метою контекстуалізуючого підходу. Мета полягає в тому, щоб розглянути, наскільки наука тісно пов'язана з культурою та розвитком суспільства. Даний підхід досить добре поєднує математику, природничі науки та історію, філософію. Завдяки такому поєднанню учні переосмислюють математично абстрактні поняття на основі вивчення культурно-історичного досвіду суспільства. Такий напрям дозволяє показати зв'язок науки із суспільним життям. Його ще називають інтелектуальною історією.

Орієнтація на конкретну проблему, а не на вдосконалення дисциплінарного чи метадисциплінарного розуміння, визначає третій інтегративний напрямок та особливий тип взаємозв'язку між дисциплінами – *problem-centered*. Передбачається використання знань та способів мислення у двох чи більше дисциплінах (наприклад, математика, фізика, хімія, біологія, технології) для вирішення конкретних проблем, розробки конкретних продуктів. Така стратегія вважається нами найдоцільнішою в аспекті впровадження

---

<sup>22</sup> Nikitina S., Mansilla V. Three Strategies for Interdisciplinary Math and Science Teaching: A Case of the Illinois Mathematics and Science Academy. URL: <http://citeserx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.136.7397&rep=rep1&type=pdf>

міждисциплінарної технології STEM. Проекти, пов'язані із вивченням енергетичних та екологічних проблем, використовують знання з математики, фізики, хімії, біології, економіки. Для збору даних та представлення результатів дослідження учні використовують навички з технологій.

Зміст природничих дисциплін з позиції міждисциплінарного підходу наповнюється інтегративним характером у процесі: 1) вивчення чи дослідження явищ природи з єдиної методологічної позиції, що відповідає принципам синергетики; 2) виявлення загальних властивостей, притаманних різним явищам, процесам; 3) формування в учнів розуміння багатовимірності, взаємозв'язку, взаємопроникності процесів та явищ природи.

## **ВИСНОВКИ**

Зрозуміло, що впровадження інтегративних підходів на заняттях займає багато часу і вимагає спільної роботи вчителів різних дисциплін для їх створення, що може здатися важким і виснажливим. Не кожен вчитель, особливо в умовах дистанційного навчання, готовий впроваджувати нові ідеї та технології. Але, як показує практика, учні та їхні вчителі, які застосовують інтегративні підходи навчання просуваються не лише у розвитку предметних компетентностей, а й у критичному мисленні, спілкуванні, творчості та навичках вирішення проблем реального життя. Міждисциплінарні технології навчання природничих наук синтезують характерні особливості та методи цих наук, розвиваючи мета-предметні компетентності, дозволяють на практиці реалізувати індивідуальні траєкторії навчання, покращувати власний досвід роботи в групах.

Постійне несистемне, безструктурне наповнення учнів знаннями з різних дисциплін є навчанням «знання заради знання». Такий процес немає сенсу, оскільки не дозволяє учневі визначитися із тим, як використати ці знання на практиці, що точно потрібно йому для життя. Тут є і ще одна проблема – якщо немає життєвої необхідності – немає мотиву та інтересу, тоді знання не тримаються у голові учня. Освоєння та впровадження мета-предметності в процес навчання є тією основою, яка допоможе учневі ліквідувати розрив між шкільними знаннями та реальним життям.

## АНОТАЦІЯ

Теоретичне узагальнення різних підходів до визначення сутності міждисциплінарної інтеграції дало можливість констатувати, що існує значна кількість його трактувань. Така різноманітність приводить до нечіткого розуміння різниці в підходах до запровадження інтегративних методів у навчанні. Проведений аналіз дозволив визначити міждисциплінарний підхід як основу впровадження міждисциплінарної інтеграції, що є умовою формування мета-предметних компетентностей учнів та студентів. Запровадження такого підходу забезпечує перехід від практики дроблення знань на предмети до цілісного образного сприйняття світу. Визначено, що усі методичні підходи запровадження інтегративного навчання поділяються на три основні стратегії. Вчитель природничих дисциплін повинен вміти запроваджувати інтегративні стратегії з метою успішної реалізації сучасних напрямів освіти та формування мета-предметних компетентностей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Концепція розвитку педагогічної освіти. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-koncepciyi-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti>
2. White, R. W. Motivation reconsidered: The concept of competence. *Psychological Review*. 1959. № 66 (5). p.p. 297–333. <https://doi.org/10.1037/h0040934>
3. McClelland, D.C. Testing for competence rather than intelligence. *American Psychologist*. 1973. № 28. p.p. 1–14. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0034092>
4. Gilbert, T.F. Human Competence. Engineering Worthy Performance. New York: McGraw-Hill. <https://www.amazon.com/Human-Competence-Engineering-Worthy-Performance/dp/0787996157>
5. Norris N. The trouble with competence. *Cambridge Journal of Education*. Vol. 21, No. 3, 1991. 331–341 p. <https://doi.org/10.1080/0305764910210307>
6. Bogo, M., Regehr, C., Woodford, M., Hughes, J., Power, R. & Regehr, G. 'Beyond competencies: field instructors' descriptions of student performance', *Social Work Education*, 2006. Vol. 42, no. 3, pp. 579–593. <https://psycnet.apa.org/doi/10.5175/JSWE.2006.200404145>
7. Bogo, M., Regehr, C., Katz, E., Logie, C., Mylopoulos, M. & Regehr, G. Developing a tool to assess student reflections, *Social Work Education*, 2011. Vol. 30, no. 2, pp. 186–195. <http://dx.doi.org/10.1080/02615479.2011.540392>
8. Frank, J. R., Snell, L. S., Cate, O. T., Homboe, E., Carraccio, C., Swing, S. R., et al. Competency-based medical education: theory to practice.

*Medical Teacher*. 2010. Vol. 32, no. 8, pp. 638–645. <https://doi.org/10.3109/0142159x.2010.501190>

9. Kupers, W. & Pauleen, D.J. *Handbook of Practical Wisdom: Leadership, organization and integral business practice*. Gower : London. [https://www.researchgate.net/profile/David\\_Pauleen/publication/261287830\\_Students\\_of\\_Wisdom\\_An\\_Integral\\_Meta-Competencies\\_Theory\\_of\\_Practical\\_Wisdom/links/54cffd230cf298d656660c94](https://www.researchgate.net/profile/David_Pauleen/publication/261287830_Students_of_Wisdom_An_Integral_Meta-Competencies_Theory_of_Practical_Wisdom/links/54cffd230cf298d656660c94)

10. Сальник І.В., Сірик Е.П. Запровадження міждисциплінарного підходу у підготовці вчителя фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Вип. 26. К.-Под., 2020. С. 32–36. <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2020-26.32-36>

11. Рубцов В. В, Забродин Ю. М. Компетентностный подход как концептуальная основа связи профессионального образования и профессионального труда. *Вестник практической психологии образования*. 2012. № 3. URL: <http://www.psy.su/interview/2614>

12. Brown, B. R. Meta-Competence: A Recipe for Reframing the Competence Debate. *Personnel Review*, 1993. № 22 (6), p.p. 25–32. <https://doi.org/10.1108/EUM00000000000814>

13. Ордобоева, Л. М. Метакомпетенция как компонент содержания профессиональной иноязычной подготовки студентов в языковом вузе. *Вестник Московского государственного лингвистического университета*. 2014. № 14 (700), p.p. 144–153.

14. Heery Edmund, Noon Mike. *A Dictionary of Human Resource Management*. Oxford University Press, 2008. <https://doi.org/10.1093/acref/9780199298761.001.0001>

15. Bogo M., Katz E., Regehr C., Logie C., Mylopoulos M., Tufford L. (2013) Toward Understanding Meta-Competence: An Analysis of Students' Reflection on their Simulated Interviews, *Social Work Education: The International Journal*. 2013. № 32:2, p.p. 259–273. <https://doi.org/10.1080/02615479.2012.738662>

16. Brown, Reva & McCartney, Sean. Competence is not enough: Meta-competence and accounting education. *Accounting Education*. 1995. № 4. p.p. 43–53. <https://doi.org/10.1080/09639289500000006>

17. Шарко В. Д., Куриленко Н. В. Реалізація міжпредметних зв'язків у процесі формування екологічної компетентності учнів основної школи під час вивчення фізики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки*. Чернігів. 2016. Вип. 138. С. 185–190. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/3634>

18. Ушинский К.Д. *Собрание сочинений: в 11-и томах. 1948–1952. Т. 8: Человек как предмет воспитания. М.-Л., 1950. 772 с.*

19. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике. Т. 1. М. 1965. 262 с., с. 69.

20. Nikitina S., Mansilla V. Three Strategies for Interdisciplinary Math and Science Teaching: A Case of the Illinois Mathematics and Science Academy. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.136.7397&rep=rep1&type=pdf>

**Information about the authors:**

**Salnyk Iryna Volodymyrivna,**

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,  
Head of the Department of Natural Sciences  
and methods of their teaching

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University  
1, Shevchenka str., Kropyvnytskyi, 25006, Ukraine

**Siryk Eduard Petrovych,**

Candidate of Pedagogical Sciences  
Assistant Professor at the Department of Natural Sciences  
and methods of their teaching

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University  
1, Shevchenka str., Kropyvnytskyi, 25006, Ukraine

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-288-3-11>

**RESOURCE POTENTIAL OF CHEMICAL AND AGROCHEMICAL  
MINERAL RAW MATERIALS IN UKRAINE**

**Syvyi M. Ya., Demyanchuk P. M.**

**INTRODUCTION**

Mining and chemical raw materials are divided into chemical, agrochemical and mineral pigments. The first includes minerals and rocks that are widely used in the chemical industry – rock, potassium and magnesium salts, bischofite, sulfur, iodine, bromine, etc. Mineral pigments (mineral paints) are rocks or minerals that do not dissolve and do not lose color in water, various colored rocks and minerals in oil and alcohol, and together with varnish, oil, organic glue, liquid glass and other substances are the main