


 <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2023.212>

УДК 378.14:[50+51]




### Оксана Клочко

 <https://orcid.org/0000-0002-6505-9455>

доктор педагогічних наук, професор,  
професор кафедри математики та інформатики  
Вінницького державного педагогічного університету  
імені Михайла Коцюбинського,  
вул. Острозького, 32,  
21000, м. Вінниця, Україна,  
 [klochkoob@gmail.com](mailto:klochkoob@gmail.com)

### Василь Федорець

 <https://orcid.org/0000-0001-9936-3458>

кандидат медичних наук, доцент,  
професор кафедри педагогіки, адміністрування і спеціальної освіти  
ДЗВО «Університет менеджменту освіти» НАПН України, м. Київ,  
доцент кафедри психолого-педагогічної освіти та соціальних наук  
Комунального закладу вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти»,  
вул. Грушевського, 13,  
21000, м. Вінниця, Україна,  
 [bruney333@yahoo.com](mailto:bruney333@yahoo.com)

## Концептуалізація культурно-мистецької моделі екологічної компетентності вчителя математики

**Анотація.** У статті репрезентується концепція культурно-мистецької моделі екологічної компетентності вчителя математики. В роботі застосована система методів та підходів, серед яких визначальними були інноваційний, екологічний, компетентнісний, системний, антропологічний, культурологічний, аксіологічний, естетичний, мистецький, епістемологічний. Розроблена культурно-мистецька модель екологічної компетентності вчителя математики містить 4 компоненти:

когнітивний, діяльнісний, особистісно-психологічний і культурно-мистецький. Екологічна компетентність вчителя математики має функціональну спрямованість на інтегративну екологізацію, естетизацію, аксіологізацію й етизацію культурно-освітнього простору та розвиток гармонійної і здорової особистості. У компонентах екологічної компетентності значимим є математичний вимір. В когнітивному компоненті — це математичні знання, ідеї, та когнітивні навички і схеми, через які розкривається феноменологія екологічних проблем. У культурно-мистецькому компоненті математика застосовується для розкриття феноменології естетичного, мистецького, гармонійного, довершеного. В особистісно-психологічному компоненті актуалізуються ідеї гармонії. Діяльнісний компонент спрямований на інтегративне розкриття математичних, екологічних, мистецьких, етичних і естетичних феноменів.

У системі екологічної компетентності вчителя математики інтегруються напрями екологізації, математизації, естетизації, етизації, аксіологізації, психологізації культурно-освітнього простору. При формуванні та реалізації екологічної компетентності були розроблені та застосовані відповідні методичні дисципліни, які цілеспрямовано формуються для інтеграції та цільового (екологічного, математичного і естетичного) компетентнісного спрямування знань, цінностей, смислів, етичних установок, рецептованих з різних предметних сфер. Відповідно в екологічній компетентності виділяються пропедевтичний і терапевтичний полюси, сформовані методичними дисциплінами.

**Ключові слова:** вчитель математики, екологічна компетентність, екологізація, естетизація, емоційний інтелект, цілі сталого розвитку, Нова українська школа, методологія, педагогічна герменевтика, особистісно орієнтований підхід, інноваційний підхід.

© Клочко Оксана, Федорець Василь, 2023

**Вступ.** Значимим аспектом реалізації цілей сталого розвитку є екологізація культурно-освітнього простору. Екологізація представляє собою інноваційне системне освітнє явище. Наскрізність екологізації в освіті при розгляді її в системі компетентнісної парадигми визначає необхідність формування екологічної компетентності вчителя математики як специфічного професійно-особистісного інструментарію, який повинен містити інтегративні аспекти. Освітня і життєва значимість розвитку екологічної компетентності як ключової законодавчо визначена Указом Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» (Указ Президента України, 2019) та в системі «Нової української школи»

(Гриневич та ін., 2016). Вказані екологічно орієнтовані трансформації української освіти є методологічно-світоглядними й культурно-освітніми передумовами формування вчителя математики як фахівця з широким екологічним світоглядом, як професіонала з розвинутою екологічною свідомістю та культурою. Такий вчитель має бути здатним забезпечити розвиток екологічної компетентності учнів у процесі вивчення математики. Це включає, зокрема, вміння педагога актуалізувати в освітньому процесі екологічні цінності (Євтух та ін., 2021) та формувати культурно-екологічні смислові контексти як фонові при вивченні математики.

Питання екологізації освітнього процесу викладання математики висвітлено в роботах науковців. Відповідно до карти тематичних категорій досліджень науковців до березня 2023 р., в яких спільно вжито терміни «вчитель математики» та «екологія» (рис. 1), основними напрямками наукового пошуку також були компетентність вчителя, навички, екологічна обґрунтованість, екологічна оцінка, екологічна модель, теорія екологічних систем, STEM, мистецтво, сталий розвиток.

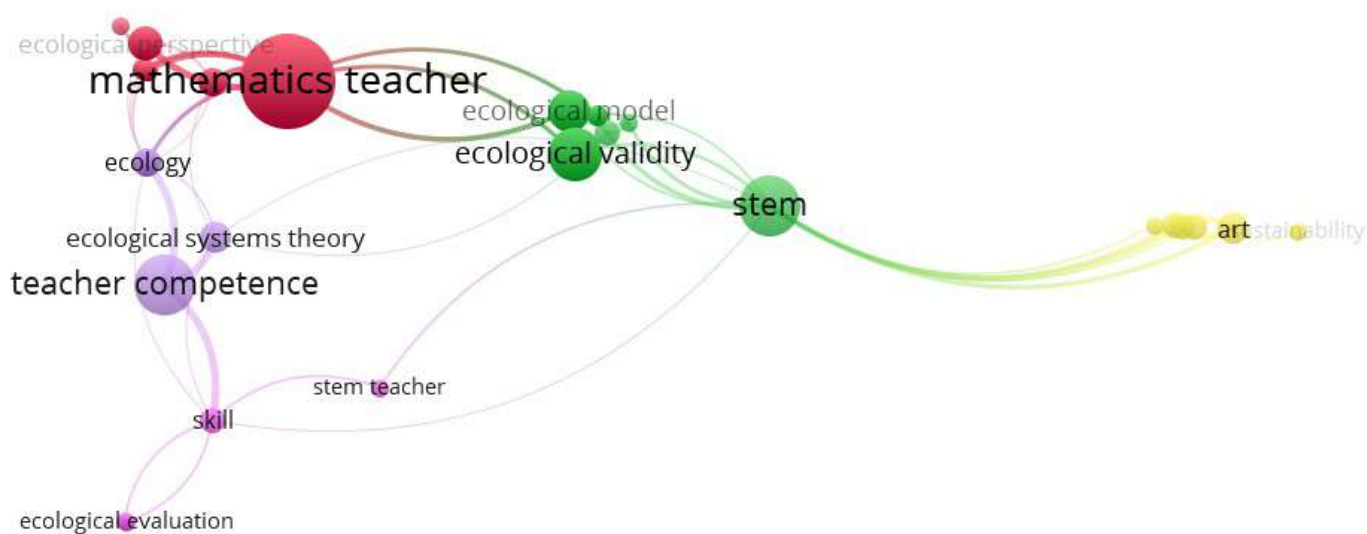


Рис. 1. Карта тематичних категорій досліджень науковців відповідно до спільного використання термінів “mathematics teacher” («вчитель математики») та “ecological” («екологія») до березня 2023 р., Web of Science (Clarivate, Web of Science, 2023; VOSviewer, 2023)

Про необхідність актуалізації проблематики формування екологічної грамотності майбутніх вчителів та здійснення відповідних змін в освітніх програмах зазначали науковці Н. Надірог, В. Зульфа і С. Юліані (Надірог та ін., 2021). Автори пропонують реалізовувати в освітніх програмах формування екологічної грамотності у поєднанні з формуванням навичок критичного мислення, що включає здатності отримувати емпіричні дані, аналізувати та синтезувати їх тощо. Такий підхід у рамках екологічної грамотності та критичного мислення готує нове покоління вчителів XXI ст. до збереження навколишнього середовища, забезпечуючи сталий розвиток майбутніх поколінь.

Питання інтегрованого підходу на основі знань математики, екології, інформатики та фізики протягом багатьох років досліджувалось науковцями С.О. Семеріковим, О.І. Теплицьким, І.О. Теплицьким та В.М. Соловйовим (2013, 2015). Авторами запропоновано підходи до формування та розвитку компетентностей з комп'ютерного моделювання майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін, обґрунтовано напрям фундаменталізації підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін через посилення ролі моделювання як методу дослідження (О.І. Теплицький та ін., 2015). Враховуючи значний внесок науковців у розвиток природничо-математичної освіти, спрямовуємо наше дослідження на її екологізацію.

Науковці І.М. Цідило, Л.О. Шевчук та інші (2022) обґрунтували доцільність розвивально-продуктивного інтегрованого підходу з використанням колективних форм діяльності на основі інтеграції змісту природознавства, математики та інформатики. Ними було запропоновано реалізовувати в навчальному процесі закладів вищої освіти математичні моделі біологічних систем та алгоритми розв'язування задач на основі цих моделей з використанням мов програмування Python, C#, C++ та систем комп'ютерної математики. Удосконалення навичок спільної роботи в малій групі здійснювалось на основі співпраці студентів хіміко-біологічного, фізико-математичного та інженерно-педагогічного факультетів. Проте наше дослідження спрямоване на удосконалення екологічної компетентності вчителя математики на основі розвитку екологічної свідомості та культури.

Інноваційною в даному напрямку є робота В.В. Осадчого, Н.В. Валько та Л.В. Кузьмич (2021), в якій розглянуто можливості використання вчителями технологій доповненої реальності для підвищення рівня навчальних досягнень учнів, їх мотивації, організації командної роботи та групової співпраці. Авторами обґрунтовано підвищення ролі STEM-підходу в освітньому процесі з використанням доповненої реальності, зокрема, в проєктній роботі з робототехніки.

На необхідності розвитку STEM- та STEAM-освіти на основі підвищення ролі мистецтва, вивчення історії, різноманітності мистецтв, дослідження потенціалу їх використання разом зі STEM-дисциплінами наголошують дослідники Е. Перінья та Д. Кац-Буонінконтро (2019).

Дитиноцентрично й гуманістично орієнтовано осмислюючи структуру екологічної компетентності та її функціональну спрямованість, розглядаємо екологізацію не як виокремлений і автономний освітній процес, а як систему синергійних взаємодоповнювальних взаємодій. Відповідно виділяємо співвідносні до екологізації освітні сфери. Такими сферами, найближчими за смислами і дитиноцентричною спрямованістю, є здоров'язбереження, інтелектуалізація, гармонійний розвиток дитини, а також актуалізація культури і мистецтва. Екологізація нами розглядається інтегративно і співвідносно з естетизацією, культурним і гармонійним розвитком, здоров'язбереженням, інтелектуалізацією, яка реалізується засобами математики, а також з формуванням емоційного інтелекту співвідносно до вербального і математичного. Вказані спрямування представляємо при подальшій проблематизації.

Розглянемо питання гармонізації математичного і естетичного розвитку учня та формування його емоційного інтелекту співвідносно з екологізацією. Аналізуючи специфіку вивчення математики як у школі, так і в університеті, можна вказати на високий рівень технологізації навчання, що включає ефект повного занурення учня в особливий ідеальний математичний світ. Вказана технологізована математично-раціональна традиція викладання математики, яка певною мірою є філософією «чистого розуму» (за І. Кантом, 1781), представляється усталеною і необхідною для

ефективного її вивчення. Водночас, приймаючи до уваги значимість чуттєвого сприйняття й емоцій в житті дитини, необхідно врахувати, що тотальне домінування когнітивності в ідеалізованому математичному форматі на заняттях з математики в певних випадках може бути конкурентним до емоційної і чуттєвої сфери учня, включаючи його емоційний інтелект. Чим молодша дитина, тим вказана конкуренція може буде більш значимою. Дані міркування базуються на системному розгляді онтогенезу (індивідуального розвитку) дитини та її існування із застосуванням ідей системної психофізіології (Меньших та Петренко, 2015), перш за все вчення про функціональні системи. Рухова і чуттєва сфери (включаючи пізнання) та емоції в процесі онтогенезу інтегруються і представляються у форматі навичок, компетентностей (наприклад, стереотипів емоційного реагування, алгоритмів емоційного інтелекту тощо) і певних відносно сталих психологічних станів, які можуть бути як конкурентними, так і нейтральними до інтелектуально-мнестичної сфери людини. Такі конкуруючі психологічні процеси та новоутворення спостерігаються в умовах ранньої інтелектуалізації дитини. При цьому розвиток інтелектуальної сфери може бути конкурентним до емоційної і вольової, що в подальшому впливає на поведінку дитини, її інтереси та внутрішній світ в цілому.

Уточнюючи це питання, можна зазначити, що конкурентність між когнітивною і емоційно-вольовою сферами є біологічно детермінованою. Це зумовлено перш за все гетерохронним (нерівномірним, нелінійним, етапним) розвитком дитини. Відповідно у дитини первинно формується чуттєва, емоційно-вольова сфери, праксис (робота з предметами та інструментами як предметно-маніпулятивна діяльність), мовлення, і реалізується це в багатьох випадках за допомогою ігрових ситуацій. Сам інтелект спочатку формується як сенсомоторний, надалі інтелектуальна діяльність є зв'язаною з праксисом і мовленням. Поступово вона стає відносно автономною, хоча досить тісно пов'язаною з мовленням (з імпресивною мовою). Це вказує на важливість урахування вікової та індивідуальної відповідності інтелектуальних завдань, їх специфіки (наприклад, завдання з математики тощо) та тривалості занять когнітивним можливостям дитини та співвідносній її зрілості емоційно-вольовій сфері.

Тому, незважаючи на навчальну ефективність вказаної технологізованої традиції викладання математики, вона має бути врівноважена і гармонізована шляхом актуалізації емоційно-інтелектуального і чуттєвого виміру свідомості. Для дітей зазначений підхід гармонізації когнітивної й емоційно-вольової сфер є не тільки цікавим, але й необхідним для збереження їх психологічного здоров'я та взаємодоповнювального розвитку математичного й емоційного інтелекту. Виходячи з ідей природовідповідності й гуманізації навчання, що включає *primo loco* (лат. перш з все) збереження і формування психологічного здоров'я учнів і їх гармонійний розвиток, ми артикулюємо питання про необхідність цілеспрямованої актуалізації емоційно-інтелектуального та чуттєвого вимірів свідомості в процесі вивчення математики. Вказані методологічні прийоми та підходи застосовуються в освіті при використанні інтегрованого навчання.

При досить значній розробленості напрямів екологізації та естетизації викладання математики як у середній, так і у вищій школі, вказана проблематика недостатньо розкрита в рамках компетентнісної парадигми як інтегративна. Недостатньо розроблений компетентнісний аспект реалізації екологізації і естетизації процесу навчання математики. Тому ми актуалізуємо як значиму проблему розробки моделі екологічної компетентності майбутнього вчителя математики, в системі якої повинен бути врахований культурно-мистецький аспект як компетентнісний і культурно-естетичний, інструменти естетизації й екологізації. У науковій педагогічній літературі зазначена проблема висвітлена неповно, хоча разом з урахуванням значимості її вирішення для реалізації цілей сталого розвитку, збереження здоров'я учнів і розкриття особистісного, творчого та інтелектуального потенціалів є актуальною.

**Мета дослідження.** Розробити культурно-мистецьку модель екологічної компетентності вчителя математики на основі актуалізації антропологічно-ціннісного, еколого-естетичного та етичного потенціалів мистецтва й архітектури.

**Методологія.** У даному дослідженні застосовано методи та підходи, інтегровані в методологічну систему. Були використані теоретичний аналіз наукової

літератури, інноваційний, екологічний, аксіоматичний, компетентнісний, здоров'язбережувальний, системний, антропологічний, культурологічний, аксіологічний, естетичний, етичний, мистецький, наративний, герменевтичний, епістемологічний, філософський, профілактичний, психологічний, психофізіологічний, екзистенційний, геопсихологічний (Міндел, 2018), соціальний, соціально-психологічний, трансдисциплінарний підходи.

Уточнимо значимість і спрямованість застосування деяких із вказаних вище підходів. Антропологічний підхід, в системі якого людина розглядається цілісно, системно і багатомірно як культурний, соціальний, біологічний, етичний, естетичний, ціннісний феномен, визначає методологічні і практичні шляхи антропологізації, які реалізовані в даній педагогічній системі. Відповідно до дитиноцентричних ідей К. Ушинського процес антропологізації представляємо як процес розвитку у майбутнього педагога системних знань про людину на основі різних наук, що розкривають людську природу, — біології, історії, етики, філософської антропології, психології та ін.

З екологічних позицій, керуючись ідеями «людських якостей» А. Паччеї, для нас методологічно значимим є осмислення людини як цілісного образу і типу — *Homo Ecologicus* (людини екологічної), *Homo Aeticus* (людини етичної), *Homo Aestheticus* (людини естетичної). Культурологічний підхід ми застосовуємо інтегративно з антропологічним. В системі даного підходу людина визначається і репрезентується як феномен, продукт і носій культури, включаючи екологічну, професійну, здоров'язбережувальну. Даний підхід є важливим для реалізації ідей екологізації, які стали культурно і професійно значимими. Особливого значення культурологічний підхід набуває в сучасних полікультурних умовах, визначаючи теоретичні і практичні шляхи для розвитку міжкультурної комунікації, толерантності, демократії.

Філософський підхід, який є наскрізним і традиційним при розробці методологій і педагогічних систем, розкриває нам ментальний простір для людиномірного осмислення екологічних проблем та екологічно-ціннісних рефлексій природи людини (Євтух та ін., 2021). Герменевтичний підхід, який застосовується



як в рамках філософських осмислень, так і виокремлено в форматі педагогічної герменевтики, спрямований на розкриття інтерпретативного потенціалу учасників освітнього процесу та їх антропологічного і екологічного спрямувань. Естетичний підхід визначає шляхи формування естетичного і певною мірою етичного сприйняття і осмислення майбутнім вчителем людини, культури і середовища. Мистецький підхід спрямований на застосування засобів мистецтва для розвитку екологічної компетентності при підготовці майбутніх вчителів. На основі естетичного і мистецького підходів, які гармонізують, аксіологізують, гуманізують, інтелектуалізують людину, розкриваючи її витонченість, естетизм, реалізується також естетизація освітнього процесу. Це включає активне застосування вказаних підходів при конструюванні компетентностей, в даному випадку екологічної, а також для розвитку безпечного і здорового освітнього середовища як естетизованого простору. Здоров'язбережувальний підхід розкриває нам шляхи до методологічних осмислень здоров'я як екологічного, культурно-екологічного, особистісно-психологічного феномену. Це разом із застосуванням естетичного і мистецького підходів визначає шляхи формування в учасників освітнього процесу естетизованого, людяного, толерантного і делікатного ставлення до оточуючого природного і соціокультурного середовища. Профілактичний підхід, який розглядається в системі здоров'язбережувального, має більш вузьку і конкретизовану спрямованість на актуалізацію, інтерпретацію і здоров'яорієнтовану рецепцію спеціальних знань про екологічні та інші чинники й умови розвитку певних патологій, які необхідно враховувати в освітніх та індивідуальних практиках збереження здоров'я, а також для розвитку екологічної свідомості.

В даній педагогічній системі застосували розроблені нами методичні дисципліни: «Екологічна пропедевтика», «Екологічна терапія», «Естетично-мистецька пропедевтика» і «Естетично-мистецька терапія». Зазначені методичні дисципліни спрямовані на розвиток культурно-мистецької моделі екологічної компетентності вчителя математики. Розкриємо зміст поняття методичної дисципліни.

Методична дисципліна визначається нами як навчальна дисципліна, яка є компетентісно орієнтованим інтелектуально-знаннєво-дисциплінарним інструментом, що розробляється з метою формування і розвитку певних компетентностей на основі компетентнісної парадигми, трансдисциплінарного і транспроблемного підходів та педагогічної інтеграції і включає в себе цілеспрямовані відбір, інтеграцію та модифікацію знань, цінностей, осмислень досвідів та традицій (професійних, культурних), а також при своєму конструюванні враховує особливості репрезентації знань (групову, індивідуалізовану), специфіку організації освітнього процесу та природу людини як *Homo Educandus* (людини, що навчається).

Дане дослідження сформоване на основі актуалізації методологічного та практико-технологічного потенціалів: концепції «Нова українська школа» (Гриневич та ін., 2016), дитиноцентризму, педагогіки партнерства, гармонійного розвитку дитини, екзистенціальної педагогіки (Больнов, 1955; Сухомлинський, 1988), екзистенціальної філософії (Больнов, 1955; Хайдеггер, 2010); педагогічної антропології, екологічної антропології, давньогрецької освітньої система пайдеї (Єгер, 1939), антропопрактик (за М. Фуко, 1988), ідеї антропологізації (за К. Ушинським, 1983), конкуренції функціональних систем із системної фізіології, а також концептів людини екологічної і *Homo Educandus* (людини, що навчається) та ін. Застосовані ідеї етизації, естетизації, екзистенціалізації, аксіологізації, професіоналізації культурно-освітнього простору. Були використані екологічно орієнтовані концепції: «людських якостей» (за А. Печчеї, 2013), «Теллус-антропної конвергенції» (Євтух та ін., 2021), «Блага діалогу людини і Землі» (Євтух та ін., 2021), «Арете Землі» (Євтух та ін., 2021), «Дотримання міри в активному впливі на Землю» (Євтух та ін., 2021), «Теллус-антропної гармонізації» (Євтух та ін., 2021), «Екзистенціалу Землі» (Євтух та ін., 2021), «Протидії хюбрису (гібрису)» (Євтух та ін., 2021), концепція Геї (Дж. Лаврок, 2009), доктрини ноосфери В. Вернадського (2004), «Турботи про Землю» (А. Гор, 2006) та ін.

**Результати дослідження.** Методологічно ціннісно і компетентісно орієнтовано осмислюючи представлені вище ідеї екологізації та естетизації

викладання математики, відповідно вимоги до реалізації цілей сталого розвитку та важливість розкриття аксіологічного, інтелектуального і творчого потенціалів дитини та її потреби в гармонійному розвитку і збереженні здоров'я, було розроблено культурно-мистецьку модель екологічної компетентності вчителя математики. Вказана модель представляє собою систему, яка складається з 4 компонентів: когнітивного, діяльнісного, особистісно-психологічного та культурно-мистецького. Представимо детально характеристики вказаних компонентів як культурно-мистецьку модель екологічної компетентності вчителя математики.

*Когнітивний компонент.* Даний компонент включає в себе *екологічні уявлення, знання (екологічний знаннево-інтелектуальний потенціал)*, які є ціннісно та освітньо-орієнтованими. До складу даного компонента входить також специфічне професійне когнітивне новоутворення — *освітньо-орієнтоване екологічне мислення*, що включає екологічні рефлексії, інтерпретації та типові алгоритми і когнітивні схеми. Складають його і метакогнітивні екологічні та математичні стратегії. До екологічних метастратегій ми відносимо екологічне і екологічно-освітнє цілепокладання та екологічно-ціннісну рефлексію. Метакогнітивні математичні стратегії представлені критичним, рефлексивним, інтерпретативним осмисленням екологічної проблематики з використанням знаннево-інтелектуального потенціалу математики.

Екологічний знаннево-інтелектуальний потенціал формується на основі етично-ціннісної та інтелектуально-інтерпретативної рецепції знань, цінностей, смислів з предметних галузей: екології, екологічної антропології, екологічної педагогіки, екологічної освіти, екологічної філософії, екологічної естетики, біоетики, екологічної етики та екологічної психології; а також шляхом екологічно-ціннісного осмислення концепції сталого розвитку, цілей сталого розвитку, нормативно-правових актів (екологічного права) та екологічних культурних і мистецьких традицій. Важливими аспектами екологічного знаннево-інтелектуального потенціалу є також математичні знання і уявлення, які ілюструють і на рівні

математичної раціональності розкривають екологічні феномени. Тобто математичні знання часто виступають у ролі процесуальних і операціональних, які, входячи до складу екологічних, дають нам можливість репрезентувати й осмислити екологічні феномени як закономірності, процеси, гармонії, дисгармонії, відповідності чи невідповідності певним ідеалам.

Специфікою екологічних знань є також те, що вони формуються як етично і ціннісно орієнтовані, а не як безвідносні чи «етично нейтральні». Ціннісна, етична й естетична орієнтація екологічних знань значною мірою визначається їх процесуальною і операціональною складовими, що, в свою чергу, є відображенням насамперед їх математичного виміру (як в актуальному, так і в контекстуальному форматах). Тобто математика є наукою, яка відображає світ ідей (за Платоном) (Платон, 360 р. до н.е.; Бернайс, 1964; Гедель, 1944, 1961), первинно задає передумови до критичних і аналітико-синтетичних осмислень та формування знаннєвих конструкцій на основі актуалізації контекстуально існуючих протилежностей «доцільне — недоцільне», «гармонійне — дисгармонійне», «рівновага — відсутність рівноваги» та ін.

Екологічні знання розглядаються як знаннєва основа особливого когнітивного новоутворення фахівця — професійного інтелекту, до складу якого має входити екологічне мислення. Відповідно ми формуємо концепт *освітньо-орієнтованого екологічного мислення*, репрезентуючи його як інтелектуально-етичну здатність педагога застосовувати в освітньому процесі з метою екологізації культурно-освітнього простору знання, когнітивні схеми, когнітивні інтенції та стереотипи, метакогнітивні (цілепокладання, рефлексії) та інтерпретативні стратегії і загалом свій когнітивний потенціал на основі цільового екологічно спрямованого розкриття феноменології Землі, природи і людини як цілісної коеволюційної системи, оптимальне існування якої можливе на засадах концепції сталого розвитку та екофільного ставлення до планети. Особливістю освітньо-орієнтованого екологічного мислення є його освітня спрямованість і психолого-педагогічна та соціально-педагогічна специфіка.

*Інтелектуально-знаннєво-дисциплінарні інструменти екологізації математичної освіти.* Системною інтелектуально-діяльнісною реалізацією когнітивного компонента в освітньому процесі є знаннєво-дисциплінарні та інтелектуально-діяльнісні інструменти, які визначаємо як «Екологічна пропедевтика» і «Екологічна терапія». «Екологічна пропедевтика» в даній педагогічній системі нами репрезентується як методична дисципліна (чи інтегративна). Методичні дисципліни, які спрямовані на формування певних компетентностей, є інтегративними. Методичні дисципліни сприяють компетентнісно орієнтованій педагогічній інтеграції знань з різних галузей. У даному випадку реалізується педагогічна інтеграція екологічних, математичних, мистецьких, естетичних і етичних знань, уявлень і цінностей. Це є методологічною передумовою формування інтегративних, емерджентних та синергійних ефектів у форматі практико-технологічно орієнтованих екологізованих математичних знань, в системі яких екологічний аспект представлений ціннісно-смиловими та етичними контекстами. «Екологічна пропедевтика» визначається як методична дисципліна теоретичного спрямування, розроблена на основі інтегративного застосування узагальнених екологічних, антропологічних (екологічна антропологія), психологічних (екологічна психологія), етичних (екологічна етика), естетичних, педагогічних (екологічна педагогіка) і комунікативних знань, цінностей, смислів, досвідів з метою розвитку екологічної компетентності та свідомості, інших компетентностей чи формування освітніх і соціальних середовищ, в яких наявний екологічний аспект (компонент), і є спрямованою на застосовування переважно при роботі в групі та для самостійної роботи. «Екологічна пропедевтика» є вступом до практично орієнтованого естетизованого, етизованого й аксіологізованого застосування знань з екології, екологічної антропології та психології в освітньому процесі. «Екологічна пропедевтика» є освітнім інтегративним дисциплінарно-методичним, знаннєво-дисциплінарним і інтелектуально-діяльним інструментом, сформованим на основі інтеграції екологічної і математичної складових та спрямованим на екологізацію культурно-освітнього простору шляхом актуалізації і

еколого-етичного осмислення загальних екологічних уявлень та визначальних екологічних проблем людини, людства, України та розгляду шляхів їх вирішення, що включає розкриття значимих екологічних феноменів та застосування екологічної етики, екологічної психології, екологічної антропології, екологічної філософії. В даному випадку в «Екологічній пропедевтиці» акцент робиться саме на загальних уявленнях і знаннях та на їх етичній, ціннісно-смісловій і соціокультурній орієнтаціях. Основними комунікативними і навчальними засобами «Екологічної пропедевтики» є полілог (наприклад, дискусія в групі), монолог. «Екологічна пропедевтика» відповідно до гуманістичних ідей Нової української школи реалізує екологізацію шляхом застосування педагогіки партнерства та організації екологічного дискурсу. Вона є соціально і соціально-психологічно орієнтованою, відповідно сприяє соціалізації учнів та розвитку їхніх соціальних умінь, адаптації. В екологічній пропедевтиці як в інтелектуально-знаннєвій системі значимими представляються математичні знання, когнітивні схеми і стратегії, які інтегруються з екологічними. Для такої інтеграції насамперед застосовується аналіз глобальних екологічних проблем та закономірностей. Наприклад, математичний апарат використовується для дослідження різних екологічних тенденцій та закономірностей (рис. 2) (Клочко та ін., 2021; Клочко та ін., 2023), як-от: викиди парникових газів, формування озонових дір, зменшення біорізноманіття, вплив метеочинників життя та здоров'я людини та ін. Окрім математичної інтерпретації результатів, тенденцій та закономірностей, репрезентується також й їх екологічна трактовка. Разом із математичними знаннями використовується також інтелектуально-знаннєвий потенціал інформатики (Клочко та ін., 2021; Клочко та ін., 2023). Наприклад, проектування та розробка баз даних моніторингу стану довкілля (рис. 3).

«Екологічна терапія» у даній педагогічній системі репрезентується як методична дисципліна, спрямована на формування екологічної свідомості учня та розкриття його інтелектуально-математичного потенціалу на основі врахування його індивідуальних, вікових, гендерних, культурних, психологічних особливостей, а також у певній групі осіб (клас, частина класу). Основними комунікативними

засобами є діалог, обговорення і дискусія в малих групах. Тобто «Екологічна терапія» відповідно до гуманістичних ідей Нової української школи реалізує екологізацію шляхом застосування особистісно орієнтованого підходу. Вона є психологічно орієнтованою. «Екологічна терапія» спрямована на психологізацію освітнього процесу.

«Екологічна терапія» спрямована як на особистісно орієнтовану актуалізацію екологічної свідомості, так і на розкриття інтелектуально-математичного потенціалу учня шляхом математичного аналізу конкретних екологічних проблем і феноменів, які можуть бути значимі для життя та існування особистості. Наприклад, проводиться математичний аналіз певної (реальної чи віртуальної) екосистеми чи біогеоценозу. Стосовно даного питання можна розглянути систему нелінійних диференціальних рівнянь першого порядку, що описують динаміку популяцій, Лотки-Вольтерри (модель «хижак — жертва») (Лотка, 1925; Вольтерра, 1926) (1):

$$\begin{cases} \frac{\Delta N_1}{\Delta t} = k_1 N_1 - a_1 N_1 N_2; \\ \frac{\Delta N_2}{\Delta t} = -k_2 N_2 + a_2 N_1 N_2 \end{cases} \quad (1)$$

де  $N_1$ ,  $N_2$  — кількості жертв і хижаків відповідно;  $t$  — час;  $k_1$ ,  $a_1$ ,  $k_2$ ,  $a_2$  — параметри, що описують взаємодію жертв та хижаків відповідно, додатні дійсні числа.

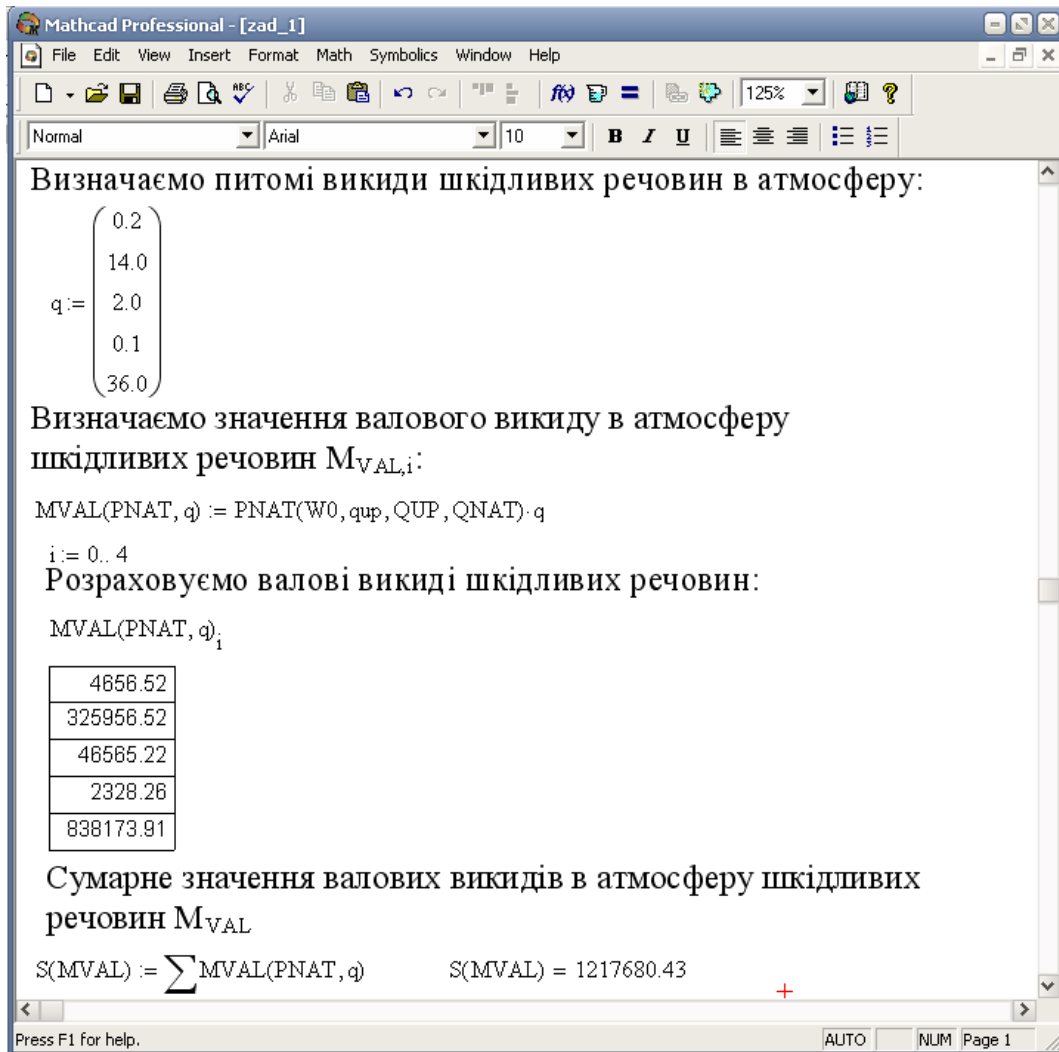


Рис. 2. Розрахунок валових викидів шкідливих речовин в атмосферу (Ключко, 2018)

Для цього також застосовуються цифрові технології, які дають можливість швидко і репрезентативно представити матеріал, який вивчається (рис. 4, 5).

Таким чином, визначальною методологічною стратегією екологізації, яка реалізується методичними дисциплінами, є інтелектуально-знаннєві спрямування — від загальних екологічних знань і уявлень, які репрезентуються в групі, до формування конкретизованих уявлень і персональних знань в окремого учня. Відповідно наявним є сходження від загальних аспектів екологічної етики, цінностей, метацілей до розвитку конкретизованих і значимих для особистості



екофільних цінностей, смислів, установок, інтенцій, мотивацій, цілей, поведінкових стереотипів.

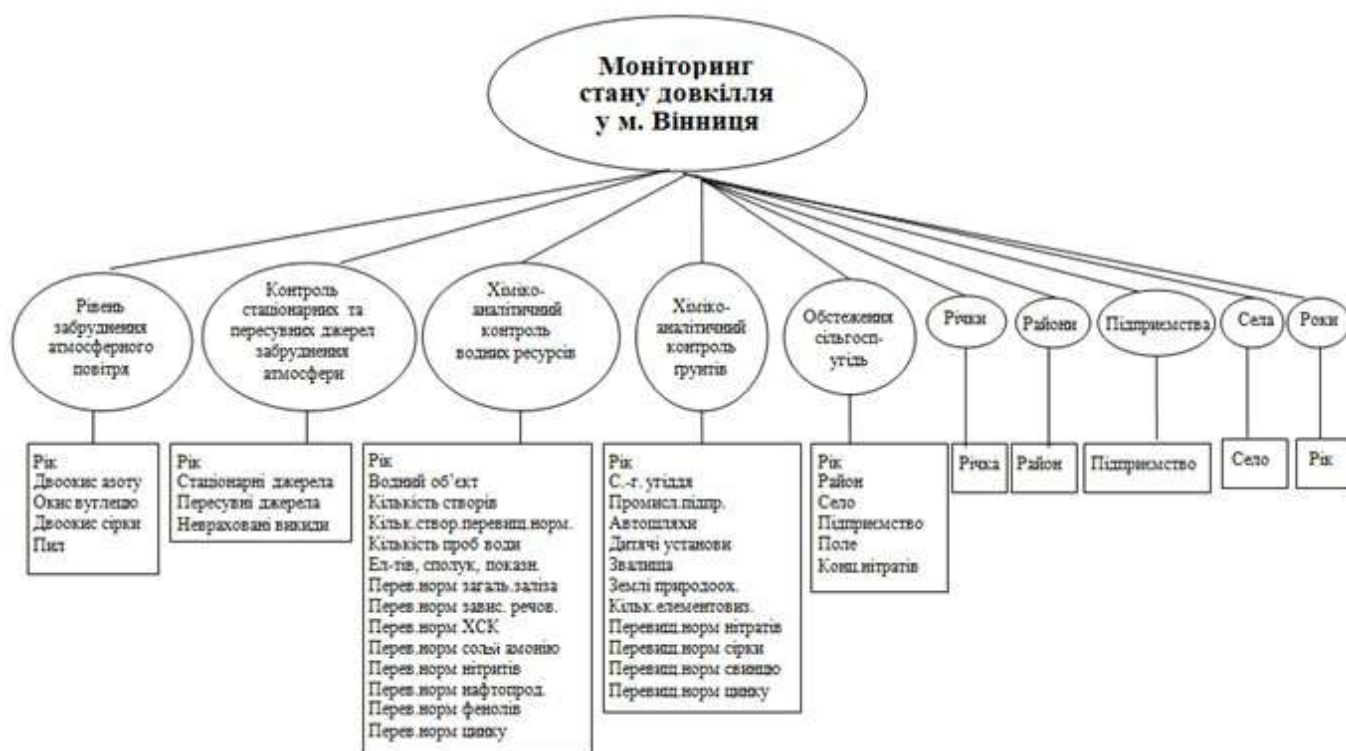


Рис. 3. Інформаційно-логічна модель бази даних моніторингу стану довкілля м. Вінниця (Клочко, 2018)

```

LotVmod <- function (Time, State, Pars) {
  with(as.list(c(State, Pars)), {
    dx = x*(alpha - beta*y)
    dy = -y*(gamma - delta*x)
    return(list(c(dx, dy)))
  })
}

```

Рис. 4. Фрагмент коду програми на мові програмування R, що описує систему рівнянь (1)

Вказана методологічна стратегія екологізації розглядається як епістемологічна вісь «Пропедевтика екології — Терапія екології». Вказана епістемологічна вісь ілюструє стратегію дедуктивного характеру — від загального до конкретного.

Функцією даного компонента є інтелектуально-знаннєве, інтелектуально-мнестичне, інтелектуально-інтерпретативне, інтелектуально-ціннісне забезпечення екологізації у складі екологічної компетентності вчителя математики.

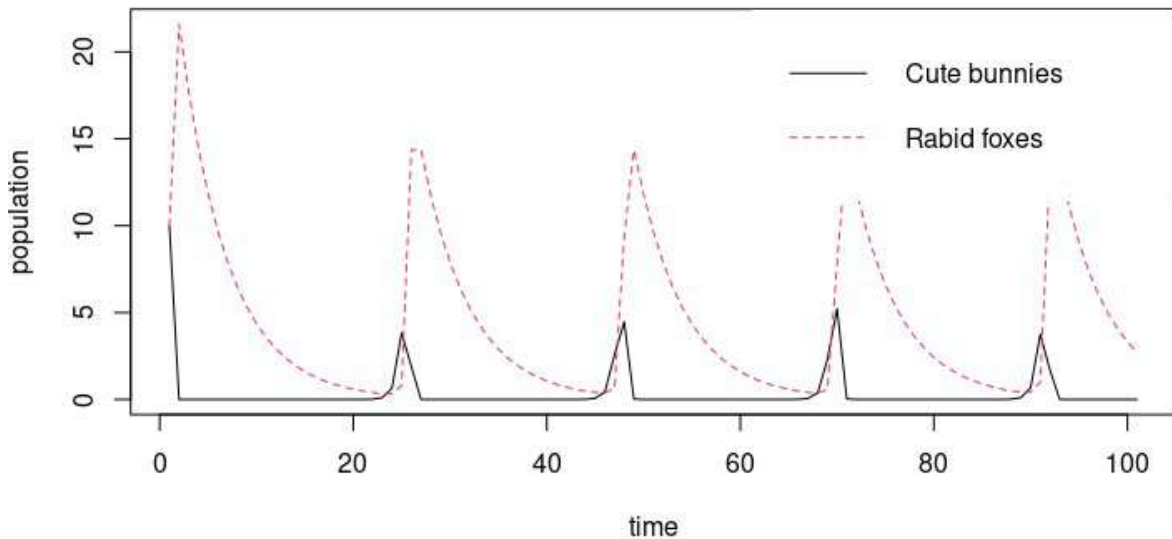


Рис. 5. Графічна реалізація програми на мові програмування R, що описує систему рівнянь (1)

*Культурно-мистецький компонент.* Цей компонент представлений системою особистісно-психологічних, психологічних і духовних якостей та педагогічних, соціально-педагогічних чинників, які сукупно визначають інтелектуально-естетичну й емоційно-естетичну, комунікативно-естетичну, комунікативно-етичну здатність вчителя до естетизації й екологізації освітнього процесу шляхом застосування засобів мистецтва, архітектури та літератури. До таких особистісно-психологічних, духовних і психологічних якостей належать знання, навички, вміння, компетентності (естетичні компетентності), мистецькі аспекти світогляду вчителя математики, які визначають його здатності до розуміння, інтерпретації та репрезентації мистецтва, літератури й архітектури як актуальних естетичних, етичних та інтелектуальних складових освітнього процесу. Вказані якості також

представлені душевними станами та естетичними почуттями, рефлексіями, інтерпретаціями, репрезентаціями, цінностями, смислами, а також особистісними вміннями осмислювати, бачити і розуміти художні образи та смисли, репрезентувати й інтерпретувати їх. Педагогічні та соціально-педагогічні чинники культурно-мистецького компонента представлені здатностями вчителя математики до застосування засобів мистецтва, архітектури і літератури для естетизації освітнього процесу. Це включає передусім естетизацію екологічної і математичної складових освітнього процесу.

Отже, в даній педагогічній системі екологізація та естетизація реалізуються інтегративно, що спрямовано на формування емерджентних і синергійних освітніх ефектів. Тому ми артикулюємо ідею *інтегративної естетизації й екологізації*. Така педагогічна інтеграція відповідно спрямована на формування системи естетичних, екологічних, етичних і еколого-естетичних ціннісно-сміслових контекстів, цінностей, знань, інтенцій, рефлексій, інтерпретацій, когнітивних схем в освітньому процесі викладання математики. Екологічне осмислення зовнішнього середовища, наприклад саду, парку чи якогось природного артефакту (наприклад, дерева) в комбінації з актуалізованим естетичним сприйняттям, що включає прояв певних естетичних почуттів, пов'язане з душевним піднесенням, формує ефект значимості для особистості, який стає для неї згодом ціннісним. Тобто якщо корисне і необхідне ще й представляється як гарне (в розумінні індивідуума), то воно трансформується у важливе і дороге для індивідуума, в ціннісне. Таким чином проявляється ефект синергії, який полягає в значному підсиленні, й ефект емерджентності, яка є проявом нових якостей в системі, що є результатом її інтеграції і трансформації.

*Естетично-дисциплінарні інструменти інтегративної естетизації та екологізації.* Системною когнітивно-діяльнісною реалізацією культурно-мистецького компонента в освітньому процесі є знаннево-дисциплінарні й естетично-емоціно-діяльнісні інструменти. Вказані інструменти ми представляємо у форматі методичних дисциплін «Естетично-мистецька пропедевтика» і «Естетично-

мистецька терапія». «Естетично-мистецька пропедевтика» в даній педагогічній системі є освітнім дисциплінарно-методичним, знаннєво-дисциплінарним, естетично-діяльнісними, емоційно-естетичним, емоційно-смісловим і інтелектуально-інтерпретативним інструментом, спрямованим на естетизацію культурно-освітнього простору на основі інтегративного розкриття інтелектуально-креативного потенціалу математики та актуалізації загальних етичних, естетичних, мистецьких, літературних, архітектурних знань і уявлень, включаючи естетично і етично орієнтоване розкриття феноменології певних творів (мистецьких феноменів). «Естетично-мистецька пропедевтика», яка реалізується переважно із застосуванням комунікативних практик монологу і полілогу, спрямована на співвідносне і взаємозалежне формування естетичного, етичного й екологічного дискурсів та відповідних ціннісно-сміслових контекстів освітнього процесу викладання математики.

«Естетично-мистецька терапія» репрезентується як методична дисципліна, спрямована на естетизацію, морально-естетичний та естетично-емоційний розвиток конкретної особистості на основі актуалізації знаннєвих, інтелектуальних, чуттєво-емоційних і емоційно-мистецьких шляхів розкриття феноменології певних конкретних мистецьких та архітектурних творів з використанням особистісно орієнтованого підходу та врахуванням індивідуально-психологічних і креативних особливостей учня. Відповідно до дитиноцентричних і гуманістичних ідей Нової української школи застосування естетично-мистецької терапії спрямоване на реалізацію особистісно-орієнтованого, креативного, діяльнісного підходів, педагогіки партнерства, інклюзії, розвитку індивідуальних якостей учня, збереження і формування його психологічного (перш за все емоційного), екзистенційного та духовного здоров'я. Це реалізується шляхом гармонізації особистості на основі актуалізації естетичного, творчого й етичного потенціалів мистецтва.

Таким чином системорганізуючою методологічною стратегією естетизації є формування епістемологічної осі «Естетично-мистецька пропедевтика — Естетично-мистецька терапія», яка відображає особистісно орієнтовану динаміку освітніх процесів: від загальних знань естетичного до його емоційно-етичного

розкриття на прикладі певного конкретного твору мистецтва; від розгляду мистецько-естетичних питань на рівні групової роботи до цілеспрямованих і особистісно-орієнтованих педагогічних дій, спрямованих на розкриття естетичного й етичного потенціалів певної особистості; від естетизації до розвитку естетичної свідомості та морально-естетичного і морально-етичного удосконалення; від естетизації до інтегративної екологізації й естетизації.

*Особистісно-психологічний компонент.* Цей компонент представлений системою психологічних якостей особистості, значимих для реалізації даної компетентності. До вказаного компонента входять професійно трансформовані особистісно-характерологічні якості, а також певні значимі для професійної діяльності психологічні новоутворення — екофільні інтенції, мотивації, установки тощо. Про системоорганізуючу роль людських якостей говорить А. Печчеї у своїй програмній книзі «Людські якості» (Печчеї, 2013). В нашій інтерпретації, окрім когнітивності (про що було зазначено вище), такими системоорганізуючими особистісно-психологічними якостями є турбота про Землю (концепція А. Гора), відповідальність за Землю, арете Землі (концепція М. Євтуха, В. Федорця, О. Ключко) (Євтух та ін., 2021), екзистенціал Землі (концепція М. Євтуха, В. Федорця, О. Ключко) (Євтух та ін., 2021). Зазначені якості не є локальними і тільки екологічно орієнтованими. Важко уявити гармонійну особистість вчителя, який тільки любить природу і паралельно індиферентно чи негативно ставиться до оточуючих людей. Вказані людські якості є одночасно антропно й екологічно орієнтованими. Вони відображають добру, сердечну і гармонійну природу людини (Йогер, 1939). Ці якості представлені добротою, милосердям, толерантністю, людяністю, співчутливістю, почуттям такту, делікатністю, турботою, оптимізмом, почуттям гумору, відповідальністю.

*Діяльнісний компонент.* Вказаний компонент спрямований на реалізацію екологічної компетентності, що проявляється в педагогічних діях, у системі яких інтегруються представлені складові: когнітивна, культурно-мистецька, особистісно-психологічна.

Когнітивний компонент у системі діяльнісного розкривається у здатності вчителя математики застосовувати в педагогічній практиці екологічні знання, когнітивні вміння, мислення, алгоритми, когнітивні інтенції, уявлення, розуміння, інтерпретації, рефлексії, екстраполяції та метакогнітивні стратегії (цілепокладання, рефлексія власних можливостей та ін.) тощо.

Особистісно-психологічний компонент розкривається в системі діяльнісного саме через душевно-психологічну здатність до реалізації в педагогічній практиці турботи про дітей і турботи про Землю, відповідальності за дітей і відповідальності за Землю, доброти, милосердя, людяності та інших значимих особистісно-психологічних якостей і поведінкових характеристик. Тобто потрібно трансформувати особистісно-психологічні якості та поведінкові характеристики і здатності, які входять до потенціалу особистості, в актуальний формат екологічно орієнтованих практик і технологій: навчальних, виховних, комунікативних, освітньо-терапевтичних, інклюзивних, інноваційних.

Культурно-мистецький компонент розкривається в системі діяльнісного як душевно-психологічна, емоційно-інтелектуальна, інтелектуально-естетична здатність вчителя математики до реалізації в освітніх практиках свого культурно-мистецького потенціалу. Це включає в себе здатності до формування: гармонійної і екофільної особистості, а також її включеності в соціум і в культурно-освітній простір; естетичних та етичних вмінь, візій, навичок, інтерпретацій; естетичних інтерпретацій і осмислень екологічних феноменів. Вказані здатності реалізуються на основі застосування знань та інтерпретацій мистецтва, архітектури, літератури.

Методичні дисципліни, про які було сказано вище, є системним та цільовим об'єднанням знань, навичок, цінностей, смислів інтерпретацій. Хоч вони і розглядаються цілісно, водночас в системі екологічної компетентності зв'язані з більшою чи меншою включеністю певних компонентів компетентності. Когнітивний компонент екологічної компетентності є визначальним у процесі реалізації «Пропедевтики екології» та «Естетично-мистецької пропедевтики» (рис. 6). Водночас особистісно-психологічний компонент домінує в «Терапії екології» й «Естетично-мистецькій терапії». Те ж саме стосується послідовності

застосування, в якій спочатку актуалізуються «Пропедевтика екології» й «Естетично-мистецька пропедевтика», спрямовані на всю групу. Після цього застосовується «Терапія екології» й «Естетично-мистецька терапія». На основі зазначеного структурування із застосуванням методичних дисциплін, в системі яких послідовно і взаємозалежно актуалізуються як загальні, так і приватні знання, проходить взаємодія як в групі, так і особистісно орієнтована, ми виділяємо два діяльнісних полюси: пропедевтичний і терапевтичний.

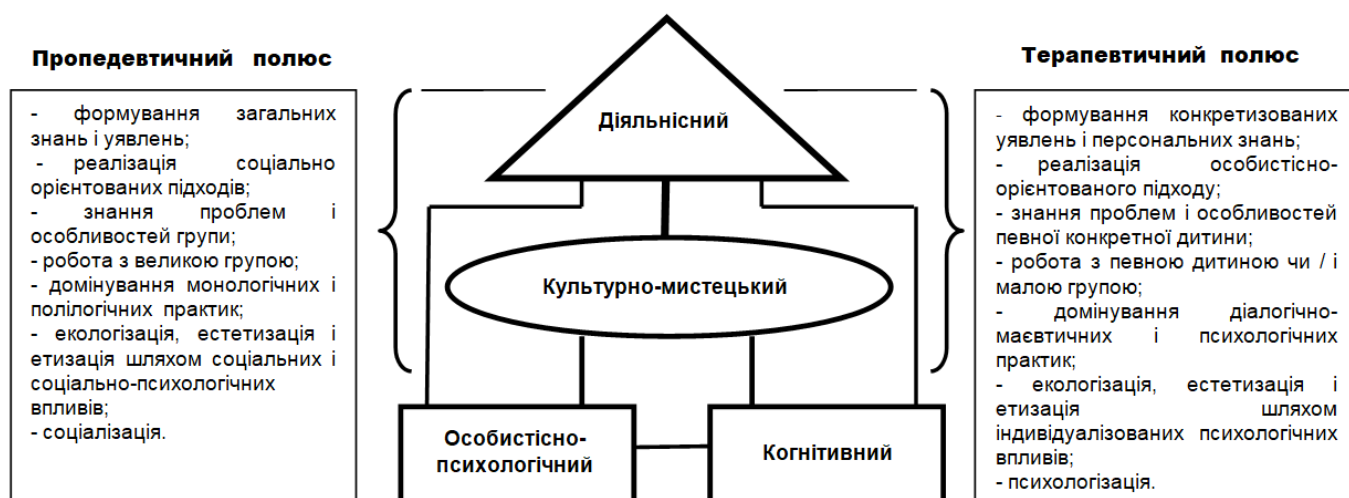


Рис. 6. Структурна схема культурно-мистецької моделі екологічної компетентності вчителя математики.

Діяльнісний компонент інтеграції і трансформації впливів інших складових визначається як такий, що має свої власні спрямованості та функції. Тобто даний компонент переважно репрезентується як функціональний у форматі дії, а не як система потенційних якостей і можливостей. Діяльнісний компонент включає в себе також здатності вчителя математики до формування екологічно орієнтованих дискурсів, комунікацій, дискусій, питань, свідомості, раціональності, установок, мислення, рефлексій, цілепокладань, вчинків.

### Висновки.

1. На основі методологічно-ціннісного і практико-технологічного осмислення концепції сталого розвитку, цілей сталого розвитку, компетентнісного та інноваційного підходів, естетично-мистецького виміру Homo Educandus, ідей педагогічної інтеграції та тенденцій екологізації й естетизації культурно-освітнього простору, розкритих відповідно до екоцентричних і дитиноцентричних спрямувань Нової української школи, нами була розроблена культурно-мистецька модель екологічної компетентності вчителя математики, яка містить 4 компоненти: когнітивний, діяльнісний, особистісно-психологічний і культурно-мистецький. Функціональною спрямованістю екологічної компетентності вчителя математики є інтегративна екологізація, естетизація, аксіологізація й етизація культурно-освітнього простору, перш за все занять з математики, а також розвиток гармонійної здорової особистості.

2. Когнітивний компонент екологічної компетентності вчителя математики представлений екологічними та математичними знаннями й уявленнями та особливим професійним інтелектуальним феноменом — екологічним мисленням. Культурно-мистецький компонент, який спрямований на естетизацію культурно-освітнього простору, відповідно містить естетичні, математичні, етичні та мистецькі знання, уміння, навички, інтерпретації, рефлексії, почуття, цінності, ціннісні орієнтації, смисли. Особистісно-психологічний компонент складається з екологічно й естетично орієнтованих якостей особистості, включаючи передусім мотивації, рефлексії, професійні установки. Значимими складовими особистісно-психологічного компонента є турбота про Землю (концепція А. Гора), відповідальність за Землю, арете Землі (концепція М. Євтуха, В. Федорця, О. Клочко), екзистенціал Землі (концепція М. Євтуха, В. Федорця, О. Клочко), а також такі людські якості, як доброта, милосердя, толерантність, турбота, відповідальність та ін. Діяльнісний компонент включає в себе здатності вчителя математики до формування екологічно орієнтованих дискурсів, комунікацій, дискусій, свідомості, раціональності, установок, вчинків тощо.

3. При формуванні й реалізації екологічної компетентності вчителя математики були застосовані розроблені інтелектуально-знаннєво-дисциплінарні й естетично-



дисциплінарні інструменти, які представлені у форматі методично-технологічного конструкту — методичних дисциплін. Вказані методичні дисципліни цілеспрямовано створюються для інтеграції і цільового (екологічного, математичного й естетичного) та компетентнісного спрямування знань, цінностей, смислів, етичних установок, рецептованих з різних предметних сфер. В екологічній компетентності виділяється пропедевтичний і терапевтичний полюси, сформовані відповідними методичними дисциплінами.

4. Пропедевтичний полюс актуалізує загальні знання і уявлення. Цей полюс також є соціально і соціально-психологічно спрямованим на роботу з групою з використанням переважно монологу, полілогу та цифрових технологій. Пропедевтичний полюс представлений методичними дисциплінами «Пропедевтика екології» (пов'язана з когнітивним компонентом компетентності) і «Естетично-мистецька пропедевтика» (пов'язана з культурно-мистецьким компонентом компетентності).

5. Терапевтичний полюс розкриває практично орієнтовані знання про певні екологічні, математичні, мистецькі, етичні феномени. В його системі формуються особистісні знання (за М. Поланьї). Терапевтичний полюс є психологічно й екзистенційно спрямованим на роботу з малою групою чи конкретною особою. Для цього переважно використовуються діалогічні та маєвтичні практики, технології самопізнання та турботи про себе (за М. Фуко), цифрові технології, ландшафтна педагогіка, організація самостійної роботи та засоби музичного й образотворчого мистецтва. Цей полюс представлений методичними дисциплінами «Терапія екології» (пов'язана з когнітивним і особистісно-психологічним компонентами компетентності) і «Естетично-мистецька терапія» (пов'язана з культурно-мистецьким і особистісно-психологічним компонентами компетентності).

6. У всіх зазначених компонентах екологічної компетентності вчителя математики наявним є виразний математичний вимір. У когнітивному компоненті це — математичні знання, ідеї та когнітивні навички і схеми, через які розкривається феноменологія екологічних проблем. В культурно-мистецькому

компоненті математика застосовується для розкриття феноменології естетичного, мистецького, гармонійного, досконалого. В особистісно-психологічному компоненті актуалізуються ідеї гармонії як вихідного гармонійного психологічного стану, який може бути осмислений шляхом застосування математичного апарату. Діяльнісний компонент спрямований на інтегративне осмислення математичних, екологічних, мистецьких, етичних і естетичних феноменів та їх практичне застосування в освітньому процесі. В системі екологічної компетентності вчителя математики інтегруються напрями екологізації, математизації, естетизації, етизації, аксіологізації, екзистенціалізації, психологізації культурно-освітнього простору.

**Перспективи подальших досліджень.** Планується продовжити розробку напрямку екологізації й естетизації математичної освіти, що включає удосконалення та уточнення культурно-мистецької моделі екологічної компетентності вчителя математики, подальший розвиток методики і методології її формування та проведення експериментальних досліджень.

### Список використаних джерел

- Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019. Дата оновлення: 02.10.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019> (дата звернення: 05.04.2023).
- Гриневич Л., Елькін О., Калашнікова С., Коберник І., Ковтунець В., Макаренко О., Малахова О., Нанаєва Т., Усатенко Г., Хобзей П., Шиян Р. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. Міністерство освіти і науки України, 2016. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 14.03.2023).
- Yevtuch M. B., Fedorets V. M., Klochko O. V., Kravets N. P. & Branitska T. R. Ecological and Axiological Reflection of the Concept of Sustainable Development as a Basis for the Health-preserving Competence of a Physical Education Teacher. SHS Web Conf. 104, 02008, 2021. DOI: 10.1051/shsconf/202110402008
- Clarivate: Web of Science. 2023. URL: <https://www.webofscience.com/> (дата звернення: 13.03.2023).
- Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, The Netherlands, VOSviewer – Visualizing scientific landscapes, 2023. URL: <https://www.vosviewer.com/>. (дата звернення: 13.03.2023).

- Nadiroh N., Zulfa V., and Yuliani S. Learning Transformation of the 21st Century Curriculum for Prospective Teacher in Term of Eco-literacy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 802. No. 1. IOP Publishing, 2021. DOI: 10.1088/1755-1315/802/1/012009
- Теплицький О.І., Теплицький І.О., Семеріков С.О., Соловйов В.М. Професійна підготовка учителів природничо-математичних дисциплін засобами комп'ютерного моделювання: соціально-конструктивістський підхід. Кривий Ріг: Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2015. 278 с.
- Теплицький І.О., Семеріков С.О. На перехресті екології, математики, інформатики й фізики. *Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики*. 2013. Т. XI, (3). С. 174–184.
- Tsidylo I. M., Shevchyk L. O., Hrod I. M., Solonetska H. V., & Shabaga S. B. A Computer Simulation of Population Reproduction Rate on the Basis of Their Mathematical Models. In *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 2288, No. 1, 2022, IOP Publishing. DOI: 10.1088/1742-6596/2288/1/012014
- Osadchyi, V. V., Valko, N. V., & Kuzmich, L. V. (2021). Using Augmented Reality Technologies for STEM Education Organization. In *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1840, No. 1, 2021. P. 012027. IOP Publishing. DOI: 10.1088/1742-6596/1840/1/012027
- Perignat E., & Katz-Buonincontro J. STEAM in Practice and Research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 2019. P. 31–43. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.
- Kant I. *Critik der reinen Vernunft* (German: *Kritik der reinen Vernunft*). Digitalisat und Volltext im Deutsches Textarchiv. Riga. 1781. URL: [https://www.deutschestextarchiv.de/book/show/kant\\_rvernunft\\_1781](https://www.deutschestextarchiv.de/book/show/kant_rvernunft_1781). (дата звернення: 12.03.2023).
- Меньших О.Е., Петренко Ю.О. Особливості психофізіологічних функцій учнів старшого шкільного віку: монографія. Черкаси: ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2015. 76 с.
- Mindell A. *Earth-Based Psychology: Path Awareness from the Teachings of Don Juan, Richard Feynman, and Lao Tse*. Gatekeeper Press, 2018.
- Bollnow O. F. *Neue Geborgenheit: Das Problem einer Überwindung des Existentialismus*. Kohlhammer, Stuttgart, 1955. URL: [https://bollnow-gesellschaft.de/getmedia.php/\\_media/ofbg/201411/88v0-orig.pdf](https://bollnow-gesellschaft.de/getmedia.php/_media/ofbg/201411/88v0-orig.pdf) (дата звернення: 14.03.2023).
- Сухомлинський В.О. Сто порад учителю. Київ: Рад. шк., 1988. 304 с. URL: <https://karova.in.ua/wp-content/uploads/2010/05/Сто-порад-учителю.-В.О.-Сухомлинський.pdf> (дата звернення: 14.03.2023).
- Heidegger M. *Being and Time*. Suny Press, 2010. 482 p.
- Jaeger W. *Paideia: The ideals of Greek culture*. Internet Archive. Oxford, B. Blackwell, 1939. URL: <https://archive.org/details/paideiaidealsofg0003jaeg> (дата звернення: 14.03.2023).
- Foucault M. *Technologies of the Self: Lectures at University of Vermont Oct. 1982*. University of Massachusetts Press, Cambridge, 1988. P. 16–49.
- Ушинський К.Д. Людина як предмет виховання. Вибрані педагогічні твори : у 2 т. Т.1: Теоретичні проблеми педагогіки. К.: Рад. шк., 1983. 488 с. 1983. С. 192–463.
- Peccei A. *The Human Quality*. Elsevier, 2013.
- Lovelock J. *The Vanishing Face of Gaia: A final Warning: Enjoy It while You Can*. Allen Lane, London, 2009.
- Вернадський В. Декілька слів про ноосферу. *Хроніка*. 2004. С. 485–495.

- Gore Jr. A. A. *Earth in the Balance: Ecology and the Human Spirit*. Houghton Mifflin Company, New York, 2006. 407 p.
- Plato. *Timaeus*. In a *Collection of Plato's Dialogues at Standard Ebooks*. Circa 360 BC. URL: <https://standardebooks.org/ebooks/plato/dialogues/benjamin-jowett> (дата звернення: 14.03.2023).
- Bernays P. On Platonism in Mathematics, 1935. *Philosophy of Mathematics: selected readings*, 1964. P. 274–286. URL: Retrieved from [https://www.phil.cmu.edu/bernays/Pdf/bernays13\\_2002-11-26.pdf](https://www.phil.cmu.edu/bernays/Pdf/bernays13_2002-11-26.pdf) (дата звернення: 14.03.2023).
- Gödel K. Russell's Mathematical Logic. In: P. A. Schlipp (Ed.), *The philosophy of Bertrand Russell*. La Salle, Illinois: Open Court Publishing Company. *Library of Living Philosophers*, vol. 5, 1944. Pp. 123–153.
- Gödel K. The Modern Development of the Foundations of Mathematics in the Light of Philosophy. In: S. Feferman (Ed.), *Kurt Gödel: Collected Works: Volume III*, 1961. Pp. 374–387. Oxford: Oxford University Press.
- Ключко О., Федорець В., Ключко В. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми, (60), 2022. С. 232–247. DOI: 10.31652/2412-1142-2021-60-232-247.
- Klochko O. V., Fedorets V. M., Mazur M. V., Liulko Y. P. An IoT System Based on Open APIs and Geolocation for Human Health Data Analysis. *CEUR Workshop Proceedings*, 2023. P. 87–101. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3358/paper15.pdf>
- Lotka A. J. *Elements of Physical Biology*. Williams and Wilkins. 1925.
- Volterra V. *Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi*. Mem. Acad. Lincei Roma. T 2, 1926. P. 31–113.
- RPubs by RStudio. 2023. URL: <https://rpubs.com/> (дата звернення : 05.04.2023).
- Ключко О.В. Теоретичні і методичні засади професійної підготовки майбутніх менеджерів аграрного виробництва засобами сучасних інформаційно-комунікаційних технологій: дис. ... д-ра педагогічних наук : 13.00.04. Вінниця, 2018. 689 с.

## References

- Pro Tsili staloho rozvytku Ukrainy na period do 2030 roku: Ukaz Prezidenta Ukrainy vid 30.09.2019 № 722/2019 [About the On Sustainable Development Goals of Ukraine for the Period until 2030]. Decree of the President of Ukraine dated 30.09.2019 № 722/2019. (2023). [in Ukrainian]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019>
- Bernays, P. (1964). On Platonism in Mathematics, 1935. *Philosophy of Mathematics: Selected Readings*, 274–286. [https://www.phil.cmu.edu/bernays/Pdf/bernays13\\_2002-11-26.pdf](https://www.phil.cmu.edu/bernays/Pdf/bernays13_2002-11-26.pdf)
- Bollnow, O. F. (1955). *Neue Geborgenheit: Das Problem einer Überwindung des Existentialismus*. Kohlhammer, Stuttgart. [https://bollnow-gesellschaft.de/getmedia.php/\\_media/ofbg/201411/88v0-orig.pdf](https://bollnow-gesellschaft.de/getmedia.php/_media/ofbg/201411/88v0-orig.pdf)
- Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, The Netherlands, VOSviewer – *Visualizing Scientific Landscapes*, (2023). <https://www.vosviewer.com/>
- Clarivate: Web of Science. (2023). <https://www.webofscience.com/>

- Foucault, M. (1988). *Technologies of the Self: Lectures at University of Vermont Oct. 1982*. University of Massachusetts Press, Cambridge
- Gödel, K. (1944). Russell's Mathematical Logic. In: P. A. Schlipp (Ed.), *The Philosophy of Bertrand Russell. Library of Living Philosophers*, vol. 5, pp. 123–153, La Salle, Illinois: Open Court Publishing Company
- Gödel, K. (1961). The Modern Development of the Foundations of Mathematics in the Light of Philosophy. In: S. Feferman (Ed.), *Kurt Gödel: Collected Works: Volume III*, pp. 374–387, Oxford: Oxford University Press
- Gore, Jr. A. A. (2006). *Earth in the Balance: Ecology and the Human Spirit*. Houghton Mifflin Company, New York
- Heidegger, M. (2010). *Being and Time*. Suny Press
- Hrynevych, L. M., Elkin, O., Kalashnikova, S., Kobernyk, I., Kovtunets, V., Makarenko, O., Malakhova, O., Nanaieva, T., Usatenko, H., Khobzei, P., & Shyian, R. (2016). *Nova Ukrainska shkola. Kontseptualni zasady reformuvannia serednioi shkoly* [New Ukrainian School. Conceptual principles of secondary school reform]. Ministry of Education and Science of Ukraine <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
- Jaeger, W. (1939). *Paideia: The ideals of Greek culture*. Internet Archive. Oxford, B. Blackwell. <https://archive.org/details/paideiaidealsofg0003jaeg>
- Kant, I. (1781). *Critique of Pure Reason*. Digitalisat und Volltext im Deutsches, Riga [https://www.deutschestextarchiv.de/book/show/kant\\_rvernunft\\_1781](https://www.deutschestextarchiv.de/book/show/kant_rvernunft_1781)
- Klochko, O. V. (2018). *Teoretychni i metodychni zasady profesiinoi pidhotovky maibutnikh menedzheriv ahrarnoho vyrobnytstva zasobamy suchasnykh informatiino-komunikatsiinykh tekhnolohii* [Theoretical and Methodical Principles for Future Managers Professional Training in agrarian manufacturing Agricultural Production Using the Latest Information and Communication Technologies].dissertation. Doctor degree thesis, Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsiubynskyi, Vinnytsia.
- Klochko, O. V., Fedorets, V. M., Mazur, M. V., & Liulko, Y. P. (2023). An IoT System Based on Open APIs and Geolocation for Human Health Data Analysis. In *CEUR Workshop Proceedings*, 87–101. <https://ceur-ws.org/Vol-3358/paper15.pdf>
- Klochko, O., Fedorets, V., & Klochko, V. (2021). Tsyfrove imitatsiine modeliuвання ekolohichnoi svidomosti studentiv na osnovi analizu ryzykiv proiavu ekofobnykh tendentsii [Digital Simulation Modeling of Students' Ecological Consciousness Based on Risk Analysis of Ecophobic Tendencies]. *Modern Informational Technologies and Innovative Methods in Professional Training: Methodology, theory, experience, problems*, 232–247. DOI: 10.31652/2412-1142-2021-60-232-247
- Lotka, A. J. (1925). *Elements of Physical Biology*. Williams and Wilkins.
- Lovelock, J. (2009). *The Vanishing Face of Gaia: A final warning: Enjoy It While You Can*. Allen Lane, London.

- Menshykh, O. E., & Petrenko, Yu. O. (2015). Osoblyvosti psykhoфизиологичnykh funktsii uchniv starshoho shkilnoho viku [Peculiarities of Psychophysiological Functions of High School Students].
- Mindell, A. (2018). *Earth-Based Psychology: Path Awareness from the Teachings of Don Juan, Richard Feynman, and Lao Tse*. Gatekeeper Press.
- Nadiroh, N., Zulfa, V., & Yuliani, S. (2021). Learning Transformation of the 21st Century Curriculum for Prospective Teacher in Term of Eco-Literacy. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 802, No. 1, IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/802/1/012009
- Osadchyi, V. V., Valko, N. V., & Kuzmich, L. V. (2021). Using Augmented Reality Technologies for STEM Education Organization. In *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1840, No. 1, IOP Publishing. DOI: 10.1088/1742-6596/1840/1/012027
- Peccei, A. (2013). *The Human Quality*. Elsevier
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in Practice and Research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.10.002
- Plato. (Circa 360 BC). *Timaeus*. In a *Collection of Plato's Dialogues at Standard Ebooks*. <https://standardebooks.org/ebooks/plato/dialogues/benjamin-jowett>
- RPubs by RStudio. (2023). <https://rpubs.com/>
- Sukhomlynskyi, V. O. (1988). Sto porad uchytelevi [One Hundred Tips for the Teacher]. Kyiv: Radianska shkola [in English] <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
- Teptytskyi, I. O., & Semerikov, S. O. (2013). Na perekhresti ekolohii, matematyky, informatyky i fizyky [At the Crossroads of Ecology, Mathematics, Computer Science and Physics]. *Teoriia ta metodyka navchannia matematyky, fizyky, informatyky*, T. XI, (3), pp. 174–184.
- Teptytskyi, O. I., Teptytskyi, I. O., Semerikov, S. O., & Soloviov, V. M. (2015). Profesiina pidhotovka uchyteliv pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin zasobamy kompiuternoho modeliuvannia: sotsialno-konstruktyvistskyi pidkhid [Professional Training of Teachers of Natural and Mathematical Disciplines by Means of Computer Modeling: A social-constructivist approach]. Vydavnychiy viddil DVNZ «Kryvorizkyi natsionalnyi universytet»
- Tsidylo, I. M., Shevchyk, L. O., Hrod, I. M., Solonetska, H. V., & Shabaga, S. B. (2022). A Computer Simulation of Population Reproduction Rate on the Basis of Their Mathematical Models. In *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 2288, No. 1, IOP Publishing. DOI: 10.1088/1742-6596/2288/1/012014
- Ushynskyi, K. (1983). Liudyna yak predmet vykhovannia: Sproba pedahohichnoi antropolohii [Man as an Object of Education: An attempt of pedagogical anthropology]. *Vybrani pedahohichni tvory*, 1, 192–463.
- Vernadskyi, V. (2004). Dekilka sliv pro noosferu [A Few Words about the Noosphere]. *Khronika [Chronicle]*, 485–495.

Volterra, V. (1926). Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. Mem. Acad. Lincei Roma. 2: 31–113.

Yevtuch, M. B., Fedorets, V. M., Klochko, O. V., Kravets, N. P., & Branitska, T. R. (2021). Ecological and Axiological Reflection of the Concept of Sustainable Development as a Basis for the Health-Preserving Competence of a Physical Education Teacher. In *SHS Web of Conferences*, Vol. 104, EDP Sciences. DOI: 10.1051/shsconf/202110402008


## Conceptualisation of the Cultural and Artistic Model of Ecological Competence of Mathematics Teacher

### Oksana Klochko

 <https://orcid.org/0000-0002-6505-9455>

Doctor Habilitation of Pedagogical Sciences, Full Professor,  
Professor of the Department of Mathematics and Informatics,  
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University,  
32 Ostrozkoho St,  
21000, Vinnytsia, Ukraine,  
[klochkoob@gmail.com](mailto:klochkoob@gmail.com)

### Vasyl Fedorets

 <https://orcid.org/0000-0001-9936-3458>

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,  
Professor of the Department of Pedagogy, Administration and Special Education, State Higher Educational Institution “University of Educational Management”  
at National Academy of Educational Sciences of Ukraine,  
52-A Sichovykh Striltsiv St,  
04053, Kyiv, Ukraine  
Associate Professor of the Department of Psychological-Pedagogical Education and Social Sciences,  
Public Higher Educational Establishment "Vinnytsia Academy of Continuing Education",  
13 Hrushevskoho St,  
21000, Vinnytsia, Ukraine,  
[bruney333@yahoo.com](mailto:bruney333@yahoo.com)

**Abstract.** *The article represents the concept of the cultural and artistic model of the ecological competence of the mathematics teacher. The authors use the system of methods and approaches, among which the decisive ones were innovative, ecological, environmental, competence, systemic, anthropological, culturological, axiological, aesthetic, artistic, and epistemological were the defining ones. The developed “cultural and artistic model of ecological competence of a mathematics teacher” contains 4*

*components – cognitive, activity, personality-psychological and cultural-artistic. The ecological competence of the mathematics teacher has a functional focus on integrative ecologization, environmentalisation, aestheticisation, axiologisation, and ethicisation of the cultural and educational space and on the development of a harmonious and healthy personality. In the components of ecological competence, the mathematical dimension is significant. In the cognitive component, this is mathematical knowledge, ideas, and cognitive skills and schemes through which the phenomenology of ecological and environmental problems is revealed. In the cultural and artistic component, mathematics is used to reveal the phenomenology of the aesthetic, artistic, harmonious, and perfect. In the personal and psychological component, the ideas of harmony are actualised. The activity component is aimed at the integrative disclosure of mathematical, ecological, environmental, artistic, ethical and aesthetic phenomena. The directions of ecologization, environmentalisation, mathematisation, aestheticisation, ethicisation, axiologisation, and psychologization of the cultural and educational space are integrated into the system of ecological competence of the mathematics teacher. During the formation and implementation of ecological competence, methodical disciplines were developed and applied. The specified methodological disciplines are purposefully formed for the integration and target (ecological, environmental, mathematical and aesthetic) and competence orientation of knowledge, values, meanings, ethical attitudes, prescribed from various subject areas. Accordingly, propaedeutic and therapeutic poles formed by methodical disciplines are distinguished in ecological competence.*

**Keywords:** *mathematics teacher, ecological competence, ecologisation, aestheticisation, environmentalisation, emotional intelligence, sustainable development goals, New Ukrainian school, methodology, pedagogical hermeneutics, personally-oriented approach, innovative approach.*

*Стаття надійшла до редакції: 05.04.2023.*

*Прийнято до друку: 28.06.2023.*