

8. Roll, I & Wylie, R 2016, 'Evolution and revolution in artificial intelligence in education', *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), pp. 582–599.
9. Rutkas, AA 2024, 'Normalized Difference Model of the Descriptor Control System', In: *Proceedings of the 13th International Scientific and Technical Conference, Part 1, Information Systems and Technologies IST-2024*, 26-28 November, 2024, Kharkiv, Ukraine, pp. 29-34.
10. Selwyn, N 2019, *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Cambridge UK: Polity Press.
11. Yousef, AMF, Chatti, MA, Schroeder, U & Wosnitza, M 2014, 'The state of video-based learning: A review and future perspectives', *International Journal on Advances in Life Sciences*, 6(3-4), pp. 122–135.

Прорецензовано / Reviewed

21.06.2025

Рекомендовано до друку / Recommended for publication

03.07.2025

DOI 10.33930/ed.2019.5007.54(5-6)-10

УДК 528.88:378.046.4

ПОТЕНЦІАЛ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ ДЛЯ РОЗВИТКУ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ

С. М. Бабійчук
О. М. Задорожна
О. В. Томченко

Анотація.

Актуальність теми дослідження. Сучасна освіта потребує педагогів, які володіють не лише теоретичними знаннями, а й дослідницькими вміннями, що забезпечують їхню здатність працювати в умовах цифрової трансформації. Геоінформаційні системи (ГІС) і дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) є ефективними інструментами формування таких компетентностей, оскільки дають змогу аналізувати, моделювати й інтерпретувати просторові дані. Їх застосування сприяє розвитку критичного мислення, цифрової грамотності та міждисциплінарного підходу, що підвищує якість професійної підготовки педагогів.

Постановка проблеми. Попри активний розвиток цифрових технологій, у педагогічній освіті досі недостатньо використовується потенціал ГІС і ДЗЗ через нестачу методичних розробок і технічних ресурсів. Навчальні програми часто не відповідають потребам сучасної освіти, що обмежує розвиток аналітичних і дослідницьких умінь студентів. Отже, актуальним є наукове обґрунтування ефективних шляхів інтеграції цих технологій у підготовку майбутніх педагогів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковці (М. Головань, В. Яценко, Л. Карпова, О. Товканець, О. Овчарук, О. Фомін та ін.) розглядають дослідницьку компетентність як інтегровану особистісно-професійну якість, що включає мотивацію до наукового пошуку, володіння методологією та готовність до самостійної діяльності. У сучасних дослідженнях акцент робиться на проектному навчанні, інтерактивних методах і використанні ІКТ для формування дослідницьких умінь. Встановлено, що розвиток таких компетентностей забезпечує педагогічну мобільність, готовність до інноваційної діяльності та підвищує якість освіти.

Постановка завдання. Метою даної статті є обґрунтування теоретичних і

методичних засад використання технологій геоінформаційних систем (ГІС) та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у процесі формування дослідницької компетентності майбутніх педагогів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розвиток дослідницьких компетентностей є ключовою умовою професійного становлення сучасного педагога, адже забезпечує здатність критично осмислювати освітні процеси, приймати науково обґрунтовані рішення та впроваджувати інноваційні методики навчання. Як зазначають І. Зязюн, Н. Ничкало, Л. Лук'янова, С. Сисоева, а також Л. Шульман і Л. Дарлінг-Геммонд, учитель-дослідник має виступати активним учасником наукового пізнання, здатним аналізувати педагогічну практику й удосконалювати її на основі доказів. У цьому контексті важливим є формування у здобувачів умінь інтегрувати дослідницький підхід у навчальний процес, що сприяє розвитку критичного мислення, креативності та медіаграмотності учнів. Вивчення дисципліни "Технології ГІС та ДЗЗ у науковій освіті" (С. Бабійчук, О. Томченко) у межах програми "Наукова освіта та наукова комунікація" забезпечує майбутнім педагогам уміння працювати з просторовими даними, аналізувати природні й соціальні процеси, створювати цифрові карти та реалізовувати STEM-проекти. Застосування ГІС і ДЗЗ у шкільних курсах сприяє переходу від репродуктивного до дослідницько-інноваційного навчання, формуючи покоління педагогів-аналітиків, здатних виховувати учнів-дослідників і розвивати їхнє наукове мислення.

Висновки. Використання технологій ГІС та ДЗЗ у педагогічній освіті є ефективним засобом формування дослідницьких компетентностей майбутніх учителів. Опанування цими технологіями сприяє розвитку аналітичного мислення, цифрової грамотності, екологічної свідомості та здатності до міждисциплінарної інтеграції. Вивчення дисципліни "Технології ГІС та ДЗЗ у науковій освіті" забезпечує підготовку педагогів нового покоління — дослідників та інноваторів, здатних застосовувати науковий підхід у викладанні, впроваджувати STEM-освіту та підвищувати якість навчального процесу.

THE POTENTIAL OF GIS AND REMOTE SENSING TECHNOLOGIES FOR DEVELOPING RESEARCH COMPETENCE IN FUTURE EDUCATORS

Svitlana Babiichuk
Olha Zadorozhna
Olha Tomchenko

Abstract.

Relevance of the research. Contemporary education requires teachers who possess not only theoretical knowledge but also research competencies that enable them to operate effectively in the context of digital transformation. Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) technologies serve as powerful tools for cultivating such competencies, as they allow for the analysis, modeling, and interpretation of spatial data. Their integration fosters critical thinking, digital literacy, and interdisciplinary approaches, thereby enhancing the quality of teacher education.

Problem statement. Despite the rapid advancement of digital technologies, the potential of GIS and RS remains underutilized in teacher education due to a lack of methodological frameworks and technical resources. Existing curricula often fail to meet the demands of modern education, limiting the development of students' analytical and research skills. Therefore, there is a pressing need for scientific justification of effective strategies for integrating these technologies into the training of future educators.

Analysis of recent research and publications. Scholars such as M. Holovan, V. Yatsenko, O. Toukanets, L. Karpova, O. Toukanets, O. Ovcharuk, O. Fomin, and others conceptualize research competence as an integrated personal-professional quality encompassing motivation for inquiry, methodological proficiency, and readiness for independent activity. Current studies emphasize project-based learning, interactive methods, and the use of ICT to foster research skills. It has been established that the development of such competencies promotes pedagogical mobility, innovation readiness, and improved educational outcomes.

Research task. The purpose of this article is to justify the theoretical and methodological foundations for the use of geographic information systems (GIS) and remote sensing (RS)

technologies in the process of developing the research competence of future teachers.

Main material presentation. *Research competence is a key condition for the professional formation of modern educators, as it enables them to critically reflect on educational processes, make evidence-based decisions, and implement innovative teaching strategies. As noted by I. Zyazyun, N. Nychkalo, L. Lukyanova, S. Sysoieva, as well as L. Shulman, and L. Darling-Hammond, the teacher-researcher should be an active participant in scientific inquiry, capable of analyzing and improving pedagogical practice through evidence. In this context, it is essential to equip students with the ability to integrate research-based approaches into the learning process, thereby fostering critical thinking, creativity, and media literacy among students. The course “GIS and RS Technologies in Science Education” (S. Babiichuk, O. Tomchenko), offered within the “Science Education and Science Communication” program, equips future teachers with skills to work with spatial data, analyze natural and social processes, create digital maps, and implement STEM projects. The application of GIS and RS in school curricula facilitates a shift from reproductive to inquiry-based and innovative learning, shaping a generation of analytical educators capable of nurturing student-researchers and advancing scientific thinking.*

Conclusions. *The use of GIS and RS technologies in pedagogical education is an effective means of developing research competencies in future teachers. Mastery of these tools contributes to the growth of analytical thinking, digital literacy, ecological awareness, and interdisciplinary integration. Studying the course “GIS and RS Technologies in Science Education” prepares a new generation of educators—researchers and innovators—capable of applying scientific approaches in teaching, implementing STEM education, and enhancing the quality of the educational process.*

Актуальність теми дослідження. Сучасний розвиток освіти вимагає від майбутніх педагогів не лише глибоких теоретичних знань, а й високого рівня дослідницької компетентності. Одним із ефективних засобів її формування є використання геоінформаційних систем (ГІС) та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Ці технології відкривають нові можливості для аналізу, моделювання та інтерпретації просторових даних, що є надзвичайно важливим у природничих, соціально-економічних і освітніх дослідженнях.

ГІС та ДЗЗ дозволяють майбутнім педагогам оволодіти методами цифрового картографування, працювати з великими масивами інформації та застосовувати аналітичні підходи до вирішення навчальних і наукових завдань. Крім того, ці технології сприяють розвитку критичного мислення, формуванню навичок роботи з сучасними цифровими інструментами та інтеграції міждисциплінарних знань.

З огляду на стрімкий розвиток цифрових технологій та їх активне впровадження в освітній процес, дослідження потенціалу ГІС і ДЗЗ для формування дослідницької компетентності майбутніх педагогів є своєчасним і значущим. Використання цих технологій сприяє модернізації педагогічної освіти, підвищенню якості професійної підготовки та адаптації викладачів до викликів інформаційного суспільства.

Постановка проблеми. Проблема дослідження полягає у визначенні ефективних шляхів інтеграції ГІС та технологій ДЗЗ у підготовку майбутніх педагогів з метою формування їхньої дослідницької компетентності. Попри активний розвиток цифрових технологій, їхній потенціал у педагогічній освіті використовується обмежено через нестачу методичних підходів, належного технічного забезпечення та підготовлених фахівців. Водночас навчальні програми не завжди відповідають вимогам цифрової трансформації, що ускладнює розвиток аналітичних здібностей, критичного мислення та міждисциплінарної інтеграції студентів. Це зумовлює необхідність наукового обґрунтування й розробки ефективних методик застосування ГІС і ДЗЗ у педагогічній підготовці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд наукових публікацій, присвячених розвитку дослідницьких компетентностей майбутніх педагогів, дозволяє виокремити низку основних тенденцій і напрямів наукового пошуку.

Дослідники намагаються визначити сутність дослідницької компетентності, її структуру та компоненти. Вона часто розглядається як інтегрована особистісно-професійна якість, що включає мотивацію до наукового пошуку, володіння методологією дослідження, а також особистісні якості дослідника (М. Головань, В. Яценко, Л. Карпова, О. Товканець, О. Овчарук, О. Фомін та інші) [5; 8; 121; 14].

Окремо виділяються такі компоненти, як: пізнавальні (знання про методи дослідження); діяльнісні (уміння застосовувати методи); особистісні (готовність до самостійної роботи, критичне мислення).

Особлива увага приділяється: проєктній діяльності (І. В. Андрощук, І. П. Андрощук, Л. Карпова, Н. Кішан, О. Молчанюк, О. Пальчик) [1; 8; 9; 10]; інтерактивним методам навчання (зарубіжні дослідження PBL, як-от “Project Based Learning for Teacher Training in Primary Education” MDPI) [18]; використанню інформаційно-комунікаційних технологій у дослідженнях (В. Білецький, І. Войтович, Ф. Апшай, І. Теліш) [4]; організації науково-дослідницької роботи студентів як елемент практичної спрямованості навчання тощо.

Дослідники доводять, що розвиток дослідницької компетентності є ключовим елементом професійної готовності педагога. Наприклад, Л. Карпова показала, що для вчителя Нової української школи така компетентність необхідна для формування індивідуальної дослідницької траєкторії [8]. Доведено, що науково-дослідницька діяльність дає можливість педагогам адаптуватися до змін, формувати і впроваджувати інноваційні методи навчання, підвищувати якість освіти і власної професійної діяльності [12].

Науковці також визначають такі фактори: освітнє середовище (наявність курсів, методичних дисциплін, практик); мотивація студентів до наукового пошуку; кваліфікація й підтримка викладачів; доступ до наукових ресурсів — бібліотеки, лабораторії, технологій. Також важливою є організація навчального процесу так, щоб існувала практика наукової діяльності та можливості для самостійної роботи і рефлексії.

Згідно з дослідженнями, серед перспектив виокремлюють: посилення розвитку *критичного мислення та інформаційної грамотності* (проєкти, де PBL використовується в поєднанні з цифровими середовищами); формування міжкультурної компетентності; активне використання *онлайн-платформ* та цифрових інструментів у науково-дослідницькій діяльності з метою координації проєктів, роботи здобувачів освіти, доступу до літератури (наприклад, як це описано в вищезгаданому проєкті “Project-Based Learning in Teacher Education: Effect on Prospective Science Teachers’ Science Teaching Efficacy Beliefs” [18]).

Отже, розвиток дослідницьких компетентностей є важливим завданням педагогічної освіти. Необхідно використовувати різноманітні методи та технології для формування дослідницьких компетентностей та створювати сприятливі умови для науково-дослідницької діяльності студентів.

Постановка завдання. Метою даної статті є обґрунтування теоретичних і методичних засад використання технологій геоінформаційних систем (ГІС) та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у процесі формування дослідницької компетентності майбутніх педагогів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасна освіта спрямована на формування фахівців, здатних до самостійного аналізу, критичного мислення та інноваційної діяльності. Дослідницькі компетентності майбутніх педагогів є ключовими для їхньої професійної підготовки, оскільки забезпечують уміння розв’язувати педагогічні проблеми на основі наукового підходу, впроваджувати новітні методики та адаптуватися до змін освітнього середовища.

Інтеграція дослідницької діяльності у навчальний процес сприяє рефлексивному мисленню та здатності аналізувати освітні практики, що відповідає

сучасним тенденціям педагогічної науки. Використання наукових методів у викладацькій діяльності дозволяє майбутнім педагогам глибше розуміти закономірності навчання, розробляти ефективні освітні стратегії та обґрунтовано впроваджувати інновації.

Підготовка педагогів із розвиненими дослідницькими навичками сприяє підвищенню якості освіти, адже вони здатні критично оцінювати сучасні педагогічні технології, самостійно здійснювати науковий пошук та розробляти власні методики викладання. Це забезпечує їхню професійну мобільність і здатність адаптуватися до нових викликів освітньої сфери.

Формування дослідницьких компетентностей також є необхідною умовою для розбудови ефективної системи педагогічної освіти. Викладач, який володіє науковими методами, може не лише якісно навчати, а й сприяти розвитку критичного мислення у студентів, мотивуючи їх до подальшого саморозвитку.

Таким чином, розвиток дослідницьких компетентностей майбутніх педагогів є важливим чинником підвищення ефективності освітнього процесу. Він сприяє формуванню педагогів нового покоління, здатних працювати в умовах динамічних змін, використовувати науковий підхід у навчанні та створювати інноваційні освітні моделі.

Науковці дедалі більше наголошують на потребі формування вчителя-дослідника, здатного не лише передавати знання, а й критично осмислювати педагогічну практику, аналізувати освітнє середовище та приймати обґрунтовані рішення на основі досліджень. Такий підхід, як зазначають І. Зязюн, Є. Барбіна [3], Н. Ничкало, Л. Лук'янова, Л. Хомич [11], С. Сисоєва та Т. Кристопчук [13], сприяє розвитку педагогічної рефлексії, наукового мислення й здатності до інноваційної діяльності. У зарубіжній науці цю ідею розвивали Л. Шульман (Shulman) [20], К. Зайхнер (Zeichner) [22] і Л. Дарлінг-Геммонд (Darling-Hammond) [15], які підкреслювали, що вчитель має бути активним учасником наукового пізнання, спроможним здійснювати аналітичну діяльність та вдосконалювати власну практику на основі доказів. Формування таких компетентностей забезпечує ефективне управління навчальним процесом, підвищує його якість і сприяє становленню професійно автономного педагога нового покоління.

Залучення майбутніх учителів до дослідницької діяльності ще на етапі їх професійної підготовки дозволяє їм навчитися інтегрувати дослідницькі підходи в щоденну освітню практику. Це, у свою чергу, сприяє активному залученню учнів до пізнавального процесу, формуванню їхніх критичного мислення, навичок самостійного пошуку інформації, ефективного використання медіа та різноманітних освітніх ресурсів. Дослідницький підхід в освітньому процесі дає змогу майбутнім учителям краще розуміти потреби учнів, виявляти проблеми в навчанні та знаходити ефективні шляхи їх розв'язання, сприяючи тим самим підвищенню якості навчання.

Розвиток дослідницьких компетентностей у майбутніх педагогів є одним із ключових чинників успішності їхньої професійної діяльності в закладах загальної середньої освіти. Сформована дослідницька компетентність забезпечує здатність педагога не лише відтворювати готові знання, а й критично аналізувати педагогічні явища, визначати причини навчальних труднощів і приймати обґрунтовані рішення на основі даних. Учитель-дослідник здатний до рефлексії, аргументованого вибору ефективних методів і створення інноваційних технологій навчання, що підвищує якість освітнього процесу. Дослідницька діяльність сприяє розвитку критичного мислення, комунікативної культури, академічної доброчесності та навичок наукової аргументації. Педагог, який володіє дослідницькими методами, здатен формувати в учнів інтерес до пізнання, розвивати в них аналітичні навички, креативність та вміння працювати з інформацією, тобто виховувати "учня-дослідника". Уміння здійснювати науковий пошук, аналізувати результати, презентувати висновки та

впроваджувати інновації сприяють професійній мобільності педагога, його конкурентоспроможності й готовності до викликів цифрової трансформації освіти. Таким чином, розвиток дослідницьких компетентностей стає основою формування вчителя нового типу — аналітика, інноватора і партнера учня у спільному пізнанні світу.

Таким чином, розвиток дослідницьких компетентностей є не лише інструментом професійного зростання майбутніх педагогів, а й засобом формування інноваційного, гнучкого та ефективного освітнього середовища.

У міжнародному освітньому дискурсі дедалі більшої ваги набувають рамкові підходи, що визначають розвиток дослідницьких компетентностей як стратегічний напрям професійної підготовки педагогів. Так, OECD у межах проєкту *Education 2030* розглядає дослідницьку компетентність як одну з ключових трансформаційних компетентностей (transformative competences), необхідних учителю майбутнього для розв'язання комплексних освітніх і суспільних проблем [19]. У документах UNESCO, присвячених розвитку наукової освіти (*Science Education for Sustainable Development*), підкреслюється, що навчання на основі дослідження (inquiry-based learning) є базовою умовою формування дослідницького мислення, критичного аналізу та стійкої освітньої мотивації [21]. Водночас Європейська Комісія у межах рамкових документів *European Qualifications Framework (EQF)* та *Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu)* акцентує увагу на необхідності включення до структури педагогічної компетентності дослідницьких умінь, аналітичних здібностей і критичного мислення, що забезпечують здатність учителя діяти в умовах динамічних змін освітнього середовища [17].

Цифровізація сучасного суспільства вимагає відповідної трансформації освіти, особливо у сфері підготовки майбутніх педагогів. Однією з ключових умов такої трансформації є впровадження дисциплін, що сприяють розвитку цифрових, інформаційно-комунікаційних, дослідницьких і критично-аналітичних компетентностей. Зокрема, у цьому контексті надзвичайно актуальним є включення до підготовки здобувачів зі спеціальності А1 Освітні науки, освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти “Наукова освіта та наукова комунікація” дисципліни “Технології ГІС та ДЗЗ у науковій освіті” (розробники: С. Бабійчук та О. Томченко), яка має високий потенціал для формування широкого спектра професійних умінь.

Наукове підґрунтя впровадження цього курсу базується на вагомому доробку його авторів, присвяченому дослідженню можливостей використання ГІС та ДЗЗ у розвитку дослідницьких компетентностей здобувачів освіти, підвищенні якості наукової підготовки майбутніх учителів та інтеграції сучасних цифрових технологій у педагогічну практику. Розробники обґрунтовують доцільність застосування геоінформаційних технологій у системі наукової освіти як інструменту, що сприяє розвитку аналітичного мислення, формуванню просторової уяви, екологічної свідомості та навичок роботи з великими масивами даних — компетентностей, які є невід’ємними складниками підготовки педагога нового покоління [6; 16].

В своїх наукових роботах С. Довгий, С. Бабійчук, О. Томченко, В. Лялько зосереджують увагу на розробці навчальних програм та методичних матеріалів для підготовки вчителів і учнів з основ ДЗЗ і застосування ГІС у дослідницькій діяльності (зокрема — для позашкільної роботи й курсів у Малій академії наук) [2; 6; 7; 16]. Мета - формування у здобувачів умінь працювати з супутниковими знімками, опрацьовувати просторові дані та використовувати їх у предметних і міжпредметних дослідженнях.

Отже, вивчення здобувачами вищої освіти в межах освітньо-професійної програми “Наукова освіта та наукова комунікація” навчальної дисципліни “Технології ГІС та ДЗЗ у науковій освіті” має безпосередній зв’язок із підготовкою їх

до ефективного викладання шкільних курсів природничого, географічного, екологічного та громадянського спрямування. Геоінформаційні системи (ГІС) і технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) є сучасними інструментами, які дозволяють здійснювати просторовий аналіз, моделювати природні та соціальні процеси, досліджувати зміни в навколишньому середовищі на основі реальних даних. Опанування цими технологіями в процесі навчання формує в майбутніх педагогів уміння інтегрувати науково-дослідницький підхід у шкільну освіту, створювати міжпредметні проекти, застосовувати відкриті геопросторові дані для розвитку в учнів аналітичного й критичного мислення.

Використання ГІС і ДЗЗ у шкільних курсах, зокрема географії, біології, екології, історії, громадянської освіти, дає можливість реалізувати дослідницьке, проектно-орієнтоване та STEM-навчання, сприяє формуванню компетентностей, передбачених Новою українською школою — уміння працювати з інформацією, робити висновки на основі доказів, приймати рішення на підставі аналізу даних. Завдяки вивченню дисципліни “Технології ГІС та ДЗЗ” майбутні педагоги набувають практичних навичок створення цифрових карт, аналізу екологічних проблем, моделювання соціальних процесів, що розширює їхній інструментарій для сучасного навчання.

Таким чином, засвоєння основ ГІС та ДЗЗ у межах підготовки за спеціальністю А1 Освітні науки (ОП “Наукова освіта та наукова комунікація”) забезпечує майбутнім педагогам не лише розуміння принципів наукового пізнання, але й готовність передавати ці знання учням, формуючи в них уміння працювати з просторовими даними, мислити як науковець-дослідник та використовувати цифрові технології для пізнання світу. Це сприяє переходу шкільної освіти від репродуктивного навчання до дослідницько-інноваційного типу, орієнтованого на розвиток наукового мислення та практичної грамотності учнів.

Навчальна дисципліна спрямована на формування в майбутніх педагогів знань і навичок роботи з геоінформаційними системами (ГІС) та технологіями дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) як інструментами дослідження, навчання та цифрової трансформації освітнього процесу. Курс охоплює як теоретико-методичні основи використання геоданих в освіті, так і практичний інструментарій застосування супутникових технологій у шкільному й позашкільному середовищі.

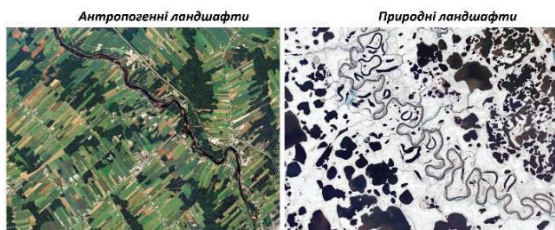
У першому модулі розглядаються великі дані в контексті природничих наук, еволюція ІТ в освіті, основи супутникового моніторингу та можливості ГІС у візуалізації геоданих і моніторингу довкілля. Він містить такі теми:

1. Великі дані в природничих науках: історичний експурс та перспективи.
2. Роль ІТ в розвитку наукової освіти України, зокрема природничої.
3. Технології супутникового моніторингу Землі в освіті. Фізичні основи супутникового моніторингу Землі.
4. ГІС як інструмент аналізу супутникових знімків.

Другий модуль присвячений практичним аспектам використання освітніх ресурсів, розроблених ESA і NASA, досвіду впровадження ГІС та ДЗЗ у закладах освіти України, а також ролі цих технологій у проектній, дослідницькій та пошуковій діяльності учнів та розкривається через теми:

1. Освітні ресурси розроблені Європейським космічним агентством.
2. Освітні ресурси розроблені НАСА.
3. Можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в українській шкільній освіті (див. рис.1).
4. Можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в українській позашкільній освіті (див. рис.2).
5. Місце і роль технологій ГІС та ДЗЗ у дослідницькій, дослідній, проектній та пошуковій освітній діяльності.

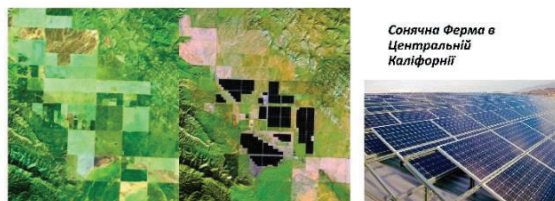
теми: Природні комплекси (6 кл.) та Ландшафти України (8 кл.)



тема: Сільське господарство (9 кл.)



тема: Виробництво та постачання електроенергії (9 кл.)



тема: Добувна промисловість (9 кл.)



Тема: Води суходолу і водні ресурси (8 кл.)



тема: Моніторинг навколишнього середовища 8 кл.

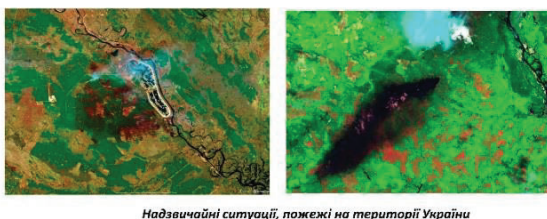


Рисунок 1. Приклади використання даних дистанційного зондування Землі в українській шкільній освіті

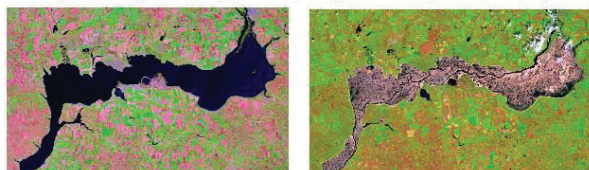
ФРАГМЕНТИ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ШКОЛЯРІВ



Приклади впливу військових дій на водні об'єкти

Візуалізація стану Каховського водосховища до та після підриву греблі

Виконав: фіналістка Всеукраїнського конкурсу «Екологія 2025» Двосюклова Софія, 8 клас ліцею Академія, м. Київ



Космічний знімок Sentinel-2 Level 2-A з ресурсу ArcGIS Online за 05.05.2023

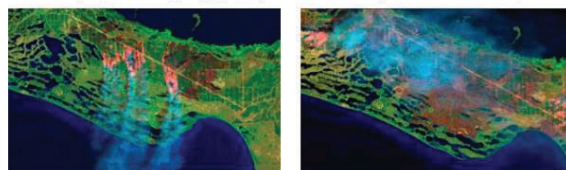
Космічний знімок Sentinel-2 Level 2-A з ресурсу ArcGIS Online за 05.07.2023



Приклади впливу військових дій на лісові ресурси

Візуалізація поширення лісової пожежі на території Чорноморського біосферного заповідника

Виконав: переможець міського етапу конкурсу-захисту МАН 2023 Клименко Артем, 10 клас гімназії №163, м. Київ



Космічний знімок Landsat 8-9 L2 з ресурсу ArcGIS Online за 05.05.2022

Космічний знімок Sentinel-2 з ресурсу ArcGIS Online за 09.05.2022



Приклади впливу військових дій на об'єкти інфраструктури

Візуалізація наслідків ракетного удару по промисловому об'єкті Київської області

Виконав: переможець міського етапу конкурсу-захисту МАН 2023 Неурт Михайло, 11 клас ліцею №172 «Нива», м. Київ



Космічний знімок з ресурсу World Imagery Wayback за 01.03.2020

Космічний знімок з ресурсу World Imagery Wayback за 01.04.2022



Приклади впливу військових дій на агроландшафти

Візуалізація наслідків будівництва ворожих фортифікаційних споруд та обстрілів у Херсонській області

Виконав: переможець міського етапу конкурсу-захисту МАН 2025 Каденко Денис, 9 клас ліцею №172 «Нива», м. Київ



Космічний знімок з Esri World Imagery Wayback за Jul 9, 2024

Космічний знімок з Esri World Imagery Wayback за Mar 12, 2024

Рисунок 2. Можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в українській позашкільній освіті. Приклади результатів наукових робіт школярів поданих на конкурси МАНУ з моніторингу наслідків війни в Україні з використанням супутникових знімків

Практичні навички майбутніх педагогів у галузі наукової освіти формуються під час виконання семінарських і практичних занять, зміст яких спрямований на опанування сучасних цифрових технологій та аналітичних інструментів. Зокрема, у межах теми *“Великі дані в природничих науках: історичний експурс та перспективи”* студенти знайомляться з методами обробки великих масивів інформації, що використовуються для наукових досліджень і прогнозування природних процесів. Розгляд теми *“Роль ІТ у розвитку наукової освіти України”* сприяє усвідомленню значення цифрової трансформації освіти, зокрема у сфері природничих дисциплін. Особливу увагу приділено вивченню технологій супутникового моніторингу Землі та геоінформаційних систем (ГІС) як сучасних інструментів збору, обробки й аналізу просторових даних. Аналіз освітніх ресурсів, розроблених Європейським космічним агентством (ESA) та Національним аерокосмічним агентством США (NASA), дозволяє студентам ознайомитися з кращими міжнародними практиками інтеграції дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у навчальний процес. Окремий акцент робиться на *можливостях використання технологій ГІС та ДЗЗ* в українській шкільній та позашкільній освіті — від створення інтерактивних карт до участі в екологічних моніторингових проєктах. Застосування цих технологій у дослідницькій, проєктній і пошуковій діяльності сприяє формуванню дослідницьких компетентностей, розвитку критичного мислення та здатності учнів до самостійного наукового пізнання.

Результати навчання за навчальною дисципліною “Технології ГІС та ДЗЗ у науковій освіті” спрямовані на формування інтегральної компетентності майбутніх педагогів — здатності розв’язувати проблеми, задачі дослідницького та інноваційного характеру у сфері освітніх наук і наукової освіти. У процесі засвоєння дисципліни студенти набувають умінь використовувати сучасні цифрові технології та ресурси у професійній, інноваційній і дослідницькій діяльності, що корелює із загальними компетентностями: пошук, аналіз і застосування наукової інформації, а також проведення досліджень на належному рівні.

Важливим результатом є формування спеціальних компетентностей, зокрема здатності розробляти та впроваджувати нові освітні інструменти й використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології, зокрема геоінформаційні системи (ГІС) і технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Такі знання забезпечують уміння інтегрувати цифрові технології у навчальні курси, сприяють розвитку дослідницької обдарованості учнів і підвищенню якості освітнього процесу. Крім того, опанування результатів навчання, а саме: здатності розробляти та викладати освітні курси наукового спрямування, здійснювати пошук, аналіз і критичну оцінку наукової інформації, формує у майбутніх педагогів компетентність діяти як дослідники, які здатні поєднувати аналітичне мислення, цифрову грамотність і педагогічну творчість у професійній діяльності.

В цілому навчальний курс сприяє розвитку критичного і креативного мислення, формуванню екологічної свідомості, інформаційно-цифрової грамотності та дослідницької компетентності, що відповідає вимогам Нової української школи та компетентнісного підходу в педагогічній освіті.

Також, слід підкреслити, що навчальна дисципліна “Технології ГІС та ДЗЗ у науковій освіті” має низку переваг з огляду на компетентнісний підхід, оскільки сприяє цілісному поєднанню знань, умінь і практичного досвіду майбутніх педагогів. Її зміст орієнтований на *інтеграцію теорії та практики*: студенти не лише опановують принципи функціонування геоінформаційних систем і технологій дистанційного зондування Землі, а й застосовують їх під час виконання лабораторних робіт, аналізу супутникових знімків і створення картографічних продуктів. *Міждисциплінарний характер курсу* забезпечує поєднання знань із географії, інформатики, екології та педагогіки, що розвиває системне бачення світу

й уміння інтегрувати різні наукові підходи у викладанні. Опанування ГІС і ДЗЗ сприяє формуванню *цифрової культури сучасного педагога*, який здатен ефективно працювати в умовах цифрової трансформації освіти. Водночас курс підтримує *інноваційні освітні підходи*, зокрема впровадження STEM- та STEAM-методик, дослідницької й проєктної діяльності, що підвищує пізнавальну активність і мотивацію учнів. Крім того, володіння геоінформаційними технологіями готує майбутніх педагогів до участі у *міжнародних науково-освітніх ініціативах*, пов'язаних із моніторингом довкілля, вивченням кліматичних змін і розвитком громад, що відповідає сучасним вимогам до фахівця глобалізованого освітнього простору.

Отже, впровадження дисципліни “Технології ГІС та ДЗЗ у науковій освіті” у програму підготовки майбутніх педагогів є актуальним і доцільним кроком, що відповідає сучасним освітнім тенденціям. Вивчення курсу сприяє розвитку як ключових, так і фахових компетентностей майбутніх учителів, забезпечує зв'язок теорії з практикою, підтримує інноваційність освітнього процесу та готує фахівців до ефективної роботи у цифровому середовищі. Така підготовка є важливою умовою формування конкурентоспроможного, мобільного та інноваційного педагога нового покоління.

Висновки та перспективи подальших досліджень. результати проведеного дослідження підтверджують високий потенціал технологій геоінформаційних систем (ГІС) та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у розвитку дослідницької компетентності майбутніх педагогів. Застосування цих технологій у педагогічній освіті забезпечує інтеграцію теоретичних знань і практичних навичок, сприяє формуванню аналітичного мислення, просторової уяви, інформаційно-цифрової грамотності та екологічної свідомості. Вивчення дисципліни “Технології ГІС та ДЗЗ у науковій освіті” у межах підготовки фахівців з освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти “Наукова освіта та наукова комунікація” формує у здобувачів уміння працювати з великими даними, здійснювати просторовий аналіз, інтерпретувати супутникові знімки й використовувати результати досліджень у навчальному процесі.

Використання ГІС і ДЗЗ сприяє розвитку міждисциплінарного мислення майбутніх педагогів, оскільки поєднує знання з географії, екології, інформатики, педагогіки та методики навчання. Це створює умови для впровадження інноваційних освітніх підходів - зокрема STEM і STEAM-методик, проєктного та дослідницького навчання. Важливим результатом є також формування готовності педагогів до участі у міжнародних освітніх ініціативах, пов'язаних із моніторингом довкілля, кліматичних змін і розвитку сталих громад.

Таким чином, впровадження навчальної дисципліни, орієнтованої на використання технологій ГІС та ДЗЗ, є важливим кроком у модернізації педагогічної освіти. Вона не лише забезпечує формування дослідницьких і цифрових компетентностей, але й створює умови для становлення вчителя-дослідника - професійно мобільного, інноваційного та здатного до критичного осмислення освітньої практики. Перспективи подальших досліджень убачаються у розробленні методичних рекомендацій щодо інтеграції ГІС та ДЗЗ у навчальні програми закладів освіти різного рівня та створенні відкритих освітніх ресурсів для підтримки дослідницької діяльності педагогів.

Список використаних джерел:

1. Андрощук, ІВ & Андрощук, ІП 2023, ‘Проєктна діяльність як засіб підготовки майбутніх педагогів до реалізації освітніх завдань’, *Актуальні проблеми технологічної та професійної освіти: матеріали Всеукр. наук.-практ. Інтернетконф.*, м. Кременець, № 30, с. 7-9. Доступно : <https://tpodm.khmnmu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/19/zbirnyk_kremenecz-2023.pdf#page=7>. [27 Травень 2025].

2. Бабійчук, СМ & Томченко, ОВ 2021, 'Спеціалізовані курси з основ ДЗЗ для освітян системи Малої академії наук України', *Наукові записки Малої академії наук України*, № 1 (20), с. 13–28. Доступно : <http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu_2021_1_4>. [27 Травень 2025].
3. Барбіна, ЄС 2017, 'Педагогічна майстерність учителя у системі неперервної професійної освіти', *Педагогічний альманах*, № 36, с. 96-100. Доступно : <http://nbuv.gov.ua/UJRN/pedalm_2017_36_18>. [27 Травень 2025].
4. Білецький, ВВ, Войтович, ІС, Апшай, ФВ, & Теліш, ІС 2022, 'Інформаційно-комунікаційні технології в умовах змішаного навчання', *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, (208), с. 91-97. Доступно : <<https://doi.org/10.36550/2415-7988-2023-1-208-91-97>>. [27 Травень 2025].
5. Головань, МС & Яценко, ВВ 2012, 'Сутність та зміст поняття “дослідницька компетентність”', *Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі*, № 7, с. 55-62. Доступно : <<https://essuir.sumdu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/bc2e6579-1293-4c44-b059-3b243fefce69/content>>. [27 Травень 2025].
6. Довгий, СО & Бабійчук, СМ 2024, *Теорія і практика впровадження технологій дистанційно-го зондування Землі в Малій академії наук України : монографія*, Київ : Національний центр “Мала академія наук України”, 456 с. Доступно : <<https://doi.org/10.51707/978-617-7945-71-9>>. [27 Травень 2025].
7. Довгий, СО, Бабійчук, СМ, Томченко, ОВ & Лялько, ВІ 2021, 'Досвід проведення спецкурсу “Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування” для педагогічних працівників', *Український журнал дистанційного зондування Землі*, Т. 8, № 2, с. 36-40. Доступно : <<https://doi.org/10.36023/ujrs.2021.8.2.195>>. [27 Травень 2025].
8. Карпова, Л 2019, 'Дослідницька компетентність вчителя нової української школи', *Молодь і ринок*, № 1 (168), с. 85-89. Доступно : <<https://doi.org/10.24919/2308-4634.2019.158531>>. [27 Травень 2025].
9. Кішан, Н 2022, 'Проектна діяльність у Новій українській школі', *Педагогічний вісник Поділля*, № 1, с. 21-22.
10. Молчанюк, О & Пальчик, О 2021, 'Проектна діяльність—перспективна складова освітнього процесу', *Вісник післядипломної освіти: збірник наукових праць. Серія “Педагогічні науки”*. ПОЧАТОК, Т.15, № 44, с. 206-219. Доступно : <<https://ojs.uem.edu.ua/index.php/vpo/article/view/191>>. [27 Травень 2025].
11. Ничкало, Н, Лук'янова, Л & Хомич, Л 2021, *Професійна підготовка вчителя: українські реалії, зарубіжний досвід : науково-аналітична доповідь*, Нац. акад. пед. наук України, Ін-т пед. освіти і освіти дорослих імені Івана Зязюна НАПН України; За ред. В. Кременя, Київ : Вид-во ТОВ “Юрка Любченка”. 54 с. Доступно : <<https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/726268/>>. [27 Травень 2025].
12. Овчарук, ОВ, Товканець, ГВ, Пінчук, ОП, Іванюк, ІВ, Гриценчук, ОО & Трикоз, СВ 2023, 'The organizational and pedagogical conditions of using the informational and digital environment in the secondary school', *Інформаційні технології і засоби навчання*, № 3 (95), pp. 41-57. Доступно : <<https://doi.org/10.24919/2308-4634.2024.308717>>. [27 Травень 2025].
13. Сисоєва, СО & Кристопчук, ТЄ 2009, 'Investigation of the problem of the methodological culture of a teacher: the scientific concept of P.G. Kabanov', *Педагогічний процес: теорія і практика*, № 1, pp. 197-208. Доступно : <<https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/711869/>>. [27 Травень 2025].
14. Фомін, ОМ 2013, 'Наукові засади формування дослідницької компетентності обдарованих учнів в рамках діяльності Малої академії наук', *Освіта та розвиток обдарованої особистості*, № 2, с. 49-52. Доступно : <http://nbuv.gov.ua/UJRN/Otros_2013_2_15>. [27 Травень 2025].
15. Darling-Hammond, L 2006, *Powerful Teacher Education: Lessons from Exemplary Programs*, San Francisco: Jossey-Bass. Available from : <<https://doi.org/10.15581/004.12.25329>>. [29 May 2025].
16. Dovgyi, SO, Babiichuk, SM & Tomchenko, OV 2023, 'Experience of using planet Earth observation data in retraining courses for educators in the Junior academy of sciences of Ukrainian', *Information Technologies and Learning Tools*, 95(3), pp. 197–214. Available from : <<https://doi.org/10.33407/itlt.v95i3.5191>>. [29 May 2025].

17. European Commission 2022, *DigCompEdu: European Framework for the Digital Competence of Educators*. Luxembourg : Publications Office of the European Union. Available from : <<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466>>. [29 May 2025].
18. Molina-Torres, M.-P 2022, 'Project-Based Learning for Teacher Training in Primary Education', *Education Sciences*, 12 (10), 647 p. Available from : <<https://doi.org/10.3390/educsci12100647>>. [29 May 2025].
19. OECD 2019, *OECD Learning Compass 2030: A Series of Concept Notes*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. Available from : <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/1-1-learning-compass/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf>. [29 May 2025].
20. Shulman, LS 2013, 'Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching', *Journal of Education*, 193 (3), pp. 1-11 . Available from : <https://www.researchgate.net/publication/321512261_Those_who_Understand_Knowledge_Growth_in_Teaching>. [29 May 2025].
21. UNESCO 2021, *Science Education for Sustainable Development: Policy Brief*, Paris : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Available from : <<https://www.unesco.org/reports/science/2021/en/policy-briefs>>. [29 May 2025].
22. Zeichner, K 1993, 'Connecting Genuine Teacher Development to the Struggle for Social Justice', *Journal of Education for Teaching*, 19 (1), pp. 5–20. Available from : <<https://doi.org/10.1080/0260747930190102>>. [29 May 2025].

References:

1. Androschchuk, IV & Androschchuk, IP 2023, 'Proiektna diialnist yak zasib pidhotovky maibutnikh pedahohiv do realizatsii osvitnikh zavdan (Project activity as a means of preparing future teachers for the implementation of educational tasks)', *Aktualni problemy tekhnologichnoi ta profesiinoi osvity: materialy Vseukr. nauk.-prakt. Internetkonf., m. Kremenets*, № 30, c. 7-9. Dostupno : <https://tpodm.khmnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/19/zbirnyk_kremenecz-2023.pdf#page=7>. [27 Traven 2025].
2. Babiichuk, SM & Tomchenko, OV 2021, 'Spetsializovani kursy z osnov DZZ dlia osvitan systemy Maloi akademii nauk Ukrainy (Specialized courses on the basics of remote sensing for educators of the Small Academy of Sciences of Ukraine)', *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy*, № 1 (20), c. 13–28. Dostupno : <http://nbuv.gov.ua/UJRN/snjasu_2021_1_4>. [27 Traven 2025].
3. Barbina, YeS 2017, 'Pedahohichna maisternist uchytelia u systemi neperervnoi profesiinoi osvity (Teacher's pedagogical skills in the system of continuing professional education)', *Pedahohichniy almanakh*, № 36, s. 96-100. Dostupno : <http://nbuv.gov.ua/UJRN/pedalm_2017_36_18>. [27 Traven 2025].
4. Biletskyi, VV, Voitovych, IS, Apshai, FV, & Telish, IS 2022, 'Informatsiino-komunikatsiini tekhnologii v umovakh zmishanoho navchannia (Information and communication technologies in blended learning environments)', *Naukovi zapysky. Seriya: Pedahohichni nauky*, (208), c. 91-97. Dostupno : <<https://doi.org/10.36550/2415-7988-2023-1-208-91-97>>. [27 Traven 2025].
5. Holovan, MS & Yatsenko, VV 2012, 'Sutnist ta zmist poniattia "doslidnytska kompetentnist" (The essence and content of the concept of "research competence")', *Teoriia ta metodyka navchannia fundamentalnykh dystsyplin u vyshchii shkoli*, № 7, c. 55-62. Dostupno : <<https://essuir.sumdu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/bc2e6579-1293-4c44-b059-3b243f6fce69/content>>. [27 Traven 2025].
6. Dovhyi, SO & Babiichuk, SM 2024, *Teoriia i praktyka vprovadzhennia tekhnologii dystantsiino-ho zonduvannia Zemli v Malii akademii nauk Ukrainy : monohrafiia (Theory and practice of implementing remote sensing technologies at the Junior Academy of Sciences of Ukraine: monograph)*, Kyiv : Natsionalnyi tsentr "Mala akademiia nauk Ukrainy", 456 s. Dostupno : <<https://doi.org/10.51707/978-617-7945-71-9>>. [27 Traven 2025].
7. Dovhyi, SO, Babiichuk, SM, Tomchenko, OV & Lialko, VI 2021, 'Dosvid provedennia spetskursu "Osnovy dystantsiinoho zonduvannia Zemli: istoriia ta praktychne zastosuvannia" dlia pedahohichnykh pratsivnykiv (Experience of conducting a special course "Fundamentals of remote sensing of the Earth: history and practical application" for teachers)', *Ukrainskyi zhurnal dystantsiinoho zonduvannia Zemli*, T. 8, № 2, s. 36-40. Dostupno : <<https://doi.org/10.36023/ujrs.2021.8.2.195>>. [27 Traven 2025].

8. Karpova, L 2019, 'Doslidnytska kompetentnist vchytelia novoi ukrainskoi shkoly (Research competence of teachers in the new Ukrainian school)', *Molod i rynok*, № 1 (168), s. 85-89. Dostupno : <<https://doi.org/10.24919/2308-4634.2019.158531>>. [27 Traven 2025].
9. Kishan, N 2022, 'Proiektna diialnist u Novii ukrainskii shkoli (Project activity in the New Ukrainian School)', *Pedahohichniy visnyk Podillia*, № 1, c. 21-22.
10. Molchaniuk, O & Palchuk, O 2021, 'Proiektna diialnist–perspektyvna skladova osvithnoho protsesu (Project activity – a promising component of the educational process)', *Visnyk pisladyplomnoi osvity: zbirnyk naukovykh prats. Seriya "Pedahohichni nauky". POChATOK*, T.15, № 44, c. 206-219. Dostupno : <<https://ojs.uem.edu.ua/index.php/vpo/article/view/191> >. [27 Traven 2025].
11. Nychkalo, N, Lukianova, L & Khomych, L 2021, *Profesiina pidhotovka vchytelia: ukrainski realii, zarubizhnyi dosvid : naukovo-analitychna dopovid (Teacher training: Ukrainian realities, foreign experience: scientific and analytical report)*, Nats. akad. ped. nauk Ukrainy, In-t ped. osvity i osvity doroslykh imeni Ivana Ziaziuna NAPN Ukrainy; Za red. V. Kremenii, Kyiv : Vyd-vo TOV "Iurka Liubchenka". 54 s. Dostupno : <<https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/726268/>>. [27 Traven 2025].
12. Ovcharuk, OV, Tovkanets, HV, Pinchuk, OP, Ivaniuk, IV, Hrytsenchuk, OO & Trykoz, SV 2023, 'The organizational and pedagogical conditions of using the informational and digital environment in the secondary school', *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, № 3 (95). pp. 41-57. Dostupno : <<https://doi.org/10.24919/2308-4634.2024.308717>>. [27 Serpen 2025].
13. Sysoieva, SO & Krystopchuk, Tle 2009, 'Investigation of the problem of the methodological culture of a teacher: the scientific concept of P.G. Kabanov', *Pedahohichniy protses: teoriia i praktyka*, № 1, pp. 197-208. Dostupno : <<https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/711869/>>. [27 Traven 2025].
14. Fomin, OM 2013, 'Naukovi zasady formuvannia doslidnytskoi kompetentnosti obdarovanykh uchniv v ramkakh diialnosti Maloi akademii nauk (Scientific foundations for the formation of research competence in gifted students within the framework of the activities of the Junior Academy of Sciences)', *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti*, № 2, s. 49-52. Dostupno : <http://nbuv.gov.ua/UJRN/Otros_2013_2_15>. [27 Traven 2025].
15. Darling-Hammond, L 2006, *Powerful Teacher Education: Lessons from Exemplary Programs*, San Francisco: Jossey-Bass. Available from : <<https://doi.org/10.15581/004.12.25329>>. [29 August 2025].
16. Dovgyi, SO, Babiichuk, SM & Tomchenko, OV 2023, 'Experience of using planet Earth observation data in retraining courses for educators in the Junior academy of sciences of Ukrainian', *Information Technologies and Learning Tools*, 95(3), pp. 197–214. Available from : <<https://doi.org/10.33407/itlt.v95i3.5191>>. [29 May 2025].
17. European Commission 2022, *DigCompEdu: European Framework for the Digital Competence of Educators*. Luxembourg : Publications Office of the European Union. Available from : <<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466>>. [29 May 2025].
18. Molina-Torres, M.-P 2022, 'Project-Based Learning for Teacher Training in Primary Education', *Education Sciences*, 12 (10), 647 p. Available from : <<https://doi.org/10.3390/educsci12100647>>. [29 May 2025].
19. OECD 2019, *OECD Learning Compass 2030: A Series of Concept Notes*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. Available from : <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/1-1-learning-compass/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf>. [29 May 2025].
20. Shulman, LS 2013, 'Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching', *Journal of Education*, 193 (3), pp. 1-11. Available from : <https://www.researchgate.net/publication/321512261_Those_who_Understand_Knowledge_Growth_in_Teaching>. [29 May 2025].
21. UNESCO 2021, *Science Education for Sustainable Development: Policy Brief*, Paris : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Available from : <<https://www.unesco.org/reports/science/2021/en/policy-briefs>>. [29 May 2025].
22. Zeichner, K 1993, 'Connecting Genuine Teacher Development to the Struggle for Social Justice', *Journal of Education for Teaching*, 19 (1), pp. 5–20. Available from : <<https://doi.org/10.1080/0260747930190102>>. [29 May 2025].

Прорецензовано / Reviewed

11.04.2025

Рекомендовано до друку / Recommended for publication

29.04.2025