

DOI 10.31392/ONP.2786-6890.6(1).2024.03

UDC 371.09:004.9:910.3

**PECULIARITIES OF
USING GEOGRAPHIC
INFORMATION
SYSTEMS IN THE
PROCESS OF FORMING
ECOLOGICAL
CONSCIOUSNESS
OF ELEMENTARY
SCHOOL-AGED
CHILDREN**

Olena Karpenko

*PhD student at the Department of Primary
Education and Innovative Pedagogy,
Dragomanov Ukrainian State University,
9 Pyrohova Str., Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5573-7147>
e-mail: lenakarpenko29@gmail.com*

Abstract. *The relevance of the issue of the use of geographic information technologies in primary school is related to the development of effective pedagogical approaches that contribute to the successful education of students. It has been established that the use of tools and technologies, namely geographic information systems (GIS), can greatly facilitate the development of students' spatial thinking. The skills they acquire through the use of GIS will help students better understand spatial interconnections. Geographic information technologies contribute to students' spatial thinking, which is a necessity in the modern world, where scientific and technological literacy play a key role.*

It has been found that learning through solving problems based on geographic information technologies helps students to apply skills in practice, which has a positive effect on learning and engagement. Teachers can use online platforms to help present information about different subjects from different areas of study. In addition, these online mapping tools for creating interactive assignments and projects for students can teach them how to work with new technologies, organize information from different sources in a compelling visual format, and present different types of written information along with geovisualizations in a format different from traditional written research papers. An overview of mapping platforms and virtual globes that are appropriate for use in primary school is provided.

Web resources and programs that can be used during the lessons of the integrated course "I Explore the World" are proposed and a methodology for their use with the introduction of methodological solutions is developed, which is a useful didactic material for primary school teachers in preparation for the lesson "I Explore the World" in the content line "Man and Nature".

Key words: *geographic information systems, GIS, elementary school, web resources, geographic information technologies.*

DOI 10.31392/ONP.2786-6890.6(1).2024.03

УДК 371.09:004.9:910.3

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ

Карпенко О. В.

аспірантка кафедри початкової освіти
та інноваційної педагогіки,
Український державний університет
імені Михайла Драгоманова,
вул. Пирогова, 9, Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5573-7147>
e-mail: lenakarpenko29@gmail.com

Анотація. Актуальність проблематики щодо застосування геоінформаційних технологій у початковій школі пов'язана із розвитком ефективних педагогічних підходів, які сприяють успішному навчанню учнів. Встановлено, що використання інструментів та технологій, а саме географічні інформаційні системи (ГІС) може значно полегшити розвиток просторового мислення учнів. Навички, які вони отримують у процесі використання ГІС, допоможуть учням краще розуміти просторові взаємозв'язки. Геоінформаційні технології сприяють просторовому мисленню учнів, що є необхідністю в сучасному світі, де наукова та технологічна грамотність відіграють ключову роль.

З'ясовано, що навчання через розв'язання задач на основі геоінформаційних технологій допомагає учням практично застосовувати навички, що позитивно впливає на засвоєння матеріалу та залученню учнів до навчання. Викладачі можуть використовувати онлайн платформи, що допомагають представити інформацію про різні предмети з різних галузей навчання. Крім того, ці онлайн картографічні інструменти для створення інтерактивних завдань та проєктів для учнів, можуть навчити їх працювати з новими технологіями, організувати інформацію з різних джерел у переконливому візуальному форматі та представляти різні типи письмової інформації разом з гео-візуалізаціями у форматі, відмінному від традиційних письмових дослідницьких робіт. Здійснено огляд картографічних платформ та віртуальних глобусів, які доцільно використовувати в початковій школі.

Запропоновано веб-ресурси та програми, що можуть бути застосовані на уроках інтегрованого курсу «Я досліджую світ» та розроблена методика їх використання з впровадженням методичних розробок, що є корисним дидактичним матеріалом для вчителів початкової школи при підготовці до уроку «Я досліджую світ» в змістовній лінії «Людина і природа».

Ключові слова: геоінформаційні системи, ГІС, початкова школа, веб-ресурси, геоінформаційні технології.

Вступ та сучасний стан досліджуваної проблеми. На конференції Національної дослідницької ради США було означено важливість просторового мислення, яке за своєю силою і поширеністю може стояти на одному рівні з математичним або вербальним. Хоча просторове мислення може бути менш визнаним і менш формалізованим ніж інші види мислення, воно є ключовим для розвитку різних компетенцій. Дослідники для опису цього виду мислення використовують різні терміни: просторові здібності, просторові поняття, просторове пізнання, просторовий інтелект тощо. Просторове мислення включає в себе різноманітні аспекти: а саме, просторові знання (симетрія, орієнтація, масштаб) і просторові способи мислення та дії, які допомагають розуміти зміни у просторі та розпізнавати закономірності в даних [7]. На сьогодні лишається важливим розвивати просторове мислення серед учнів, щоб підготувати їх до сучасного світу, де наукова та технологічна грамотність відіграють ключову роль. Використання інструментів та технологій, таких як географічні інформаційні системи (ГІС), може значно полегшити розвиток просторового мислення учнів. Навички, які вони отримують у процесі використання ГІС, допоможуть їм краще розуміти просторові взаємозв'язки, аналізувати дані та приймати обґрунтовані рішення. Це важливий крок у підготовці молодого покоління до успішного майбутнього в різних сферах життя.

У контексті досліджуваної теми серед багатьох публікацій можна виділити такі праці, у яких: розглядаються методологічні засади формування просторового мислення Т. Фав'єр (T. T. Favier), ван дер Я. Ші (van der Schee J.) [9], покращення вивчення географії за допомогою практичних ігор та геопросторових технологій досліджено в публікаціях В. Андреев, І. Дичківська, Н. Криворучко, В. Симоненко, П. Н. МакДеніел (P. N. McDaniel) [13], Алекс Оберле (Alex Oberle), вплив уроків географії з використанням геопросторових технологій на розвиток реляційного мислення розглядали Н. Консіл (N. R. Council) [7], Вененсіано Л. (L. Venenciano) [16], С. Ягі (S. L. Yagi), Ф. Зенігами (F. Zenigami), викладання, вивчення та дослідження географії за допомогою віртуальних глобусів приділяли увагу в своїх дослідженнях С. Бабійчук, О. Томченко, О. Мерсьє (O. Mercier) [15], А. Рата, (A. Rata), А. Джоші (A. Joshi) [6], питаннями екологічного виховання в закладах загальної середньої освіти займалися Н. Стецула, С. Павлюх

Вітчизняні та закордонні вчені сьогодні приділяють значну увагу геоінформаційним системам як інструменту, що має великий вплив на формування географічних знань та картографічних навичок, закладаючи екологічну свідомість у дітей початкової школи. З іншого боку, таким питанням як застосування новітніх інформаційних технологій, насамперед геоінформаційних, для використання в освітньому процесі в початковій школі приділено недостатньо уваги та потребують подальших досліджень.

Метою роботи є визначення особливостей застосування геоінформаційних систем в природничій галузі курсу «Я досліджую світ», як засобу формування екологічної свідомості у школярів початкових класів.

Завдання дослідження. В Україні опубліковано низку наукових праць по використанню геоінформаційних систем у закладах вищої освіти, позашкільній освіті та в закладах загальної середньої освіти (старша школа), тому постає завдання методологічного висвітлення застосування геоінформаційних систем в початковій школі для формування екологічної свідомості учнів.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використано метод системно-структурного аналізу з використанням геоінформаційного підходу та метод дистанційного зондування Землі для окреслення тематичних напрямів застосування на уроках природничої галузі курсу «Я досліджую світ» геоінформаційних систем як засобу формування екологічної свідомості в учнів початкової школи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Геоінформаційні технології в Україні швидко розвиваються. Вони охоплюють методи дистанційного зондування Землі, математичну обробку даних супутникових досліджень та методи картографічного моделювання на основі геоінформаційних систем (ГІС). Ці технології дозволяють ефективно аналізувати та візуалізувати географічні дані, що важливо для різних галузей, включаючи геологію, екологію, сільське господарство, містобудування та інші. Використання геоінформаційних технологій сприяє покращенню прийняття рішень, плануванню розвитку територій та забезпеченню сталого розвитку[3].

ГІС дійсно є потужним інструментом для моделювання та дослідження природних та соціально-економічних систем. Вони дозволяють аналізувати та візуалізувати різноманітні об'єкти та явища, що вивчаються науками про Землю, а також взаємодіяти з соціально-економічними науками, картографією та дистанційним зондуванням землі. Завдяки ГІС можна проводити складний аналіз географічних даних, робити прогнози, вирішувати проблеми стосовно управління ресурсами, планування територій та багато іншого. Таким чином, ГІС відіграють важливу роль у розвитку науки та допомагають краще розуміти складні взаємозв'язки між природою та суспільством[1, с. 31].

Використання геоінформаційних систем (ГІС) разом із дистанційним зондуванням Землі (ДЗЗ) створює потужний інструмент для отримання високоточної, актуальної (до реального часу), постійно оновлюваної, об'єктивної та щільно насиченої територіальної інформації. Цей тандем дозволяє отримувати детальні дані про земельні угіддя, водні ресурси, лісові масиви, міську інфраструктуру та інші об'єкти з високою точністю та швидкістю оновлення. Такий тандем ГІС та ДЗЗ дійсно є дуже корисним і може бути використаний практично скрізь для розв'язання різноманітних завдань та досліджень [3, с. 112].

Дослідження в галузі географічної освіти важливі для розвитку ефективних педагогічних підходів, які сприяють успішному навчанню учнів на різних рівнях освіти, у тому числі і початкової. Активні методи навчання, такі як рефлексія, обговорення, презентації, рольові ігри та практичні завдання, дійсно допомагають залучити учнів до навчання та сприяють їхньому кращому розумінню матеріалу. Ці підходи стимулюють креативність, критичне мислення та сприяють розвитку навичок співпраці та комунікації. Важливо продовжувати дослідження в цій галузі для постійного вдосконалення методів навчання та підвищення якості природничої освіти. У той же час, важливість візуалізації картографічного матеріалу, не піддається сумніву [14]. Попередні дослідження підтверджують, що деяким учням може бути важко визначити та візуалізувати особливості ландшафту під час роботи з картами. Це може бути пов'язано з нестачею досвіду в роботі з картами, складністю інтерпретації картографічних даних або володінням недостатнім обсягом знань. Для полегшення цього процесу можна використовувати різні методи та підходи, такі як навчання з використанням інтерактивних технологій, віртуальні екскурсії, групові вправи та інші методи, які допоможуть учням краще розуміти та аналізувати картографічну інформацію. Важливо надавати учням можливість практично застосовувати свої знання для покращення їхнього вміння працювати з картографічним матеріалом [2].

Включення вмісту ГІС у навчальну програму має значний вплив на навчання учнів. Навчання через розв'язання задач на основі ГІС допомагає учням практично застосовувати географічні навички, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу, залученню учнів до навчання та формуванню екологічної свідомості у школярів [9].

У більш широкому контексті, ГІС підтримує підходи до проблемного навчання, що сприяє розвитку критичного мислення та аналітичних навичок учнів. Викори-

стання геопросторових технологій на уроках природознавства допомагає покращити реляційне мислення учнів порівняно з традиційними методами навчання. Реляційне мислення допомагає краще розуміти та аналізувати різні людські системи через їх взаємозв'язки та відносини. Погляд на суспільство через призму реляційного мислення дає можливість розгледіти взаємодію між різними групами та інституціями, їх вплив на кожен окремо та на загальний розвиток суспільства загалом [16, с. 2]. Такий підхід допомагає краще розуміти складні проблеми та знаходити більш ефективні рішення. Численні дослідження підтверджують важливість використання сучасних технологій у навчальному процесі для підвищення якості освіти та активізації навчання учнів [11].

В типових програмах початкової освіти НУШ 1 за редакцією О. Я. Савченко та НУШ 2 за редакцією Р. Б. Шияна зазначено, що метою природничої освітньої галузі є формування наукового мислення та культури дослідження серед учнів. Це означає, що учні навчаються аналізувати природні явища, використовуючи науковий підхід, та розвивати навички дослідницької роботи. Крім того, природнича освіта спрямована на розвиток системних уявлень про цілісність та розмаїття природи, що допомагає учням краще розуміти взаємозв'язки в природному середовищі. Також важливою метою є утвердження принципів сталого розвитку, що сприяє збереженню природних ресурсів та зменшенню негативного впливу людини на довкілля. Навчання ефективній, безпечній і природоохоронній поведінці в довкіллі також є важливою складовою природничої освіти, оскільки це сприяє створенню екологічно свідомого суспільства [4], а отже це підтверджує максимальну відповідність меті типових програм НУШ та призначення ГІС.

На сьогодні доступно все більше різноманітних картографічних платформ та віртуальних глобусів, таких як Google Earth, NASA Worldview та ArcGIS Online від ESRI, Fire Information for Resource Management System FIRMS (Інформація про пожежі для системи управління ресурсами FIRMS) від NASA які можна використовувати безкоштовно та з мінімальними навичками у картографуванні чи програмуванні. Викладачі можуть використовувати ці онлайн платформи для створення геовізуалізації, що допомагають представити інформацію про різні предмети з різних галузей навчання. Крім того, ці онлайн картографічні інструменти для створення інтерактивних завдань та проєктів для учнів можуть навчити їх працювати з новими технологіями, організувати інформацію з різних джерел у переконливому візуальному форматі та представляти різні типи письмової інформації разом з геовізуалізаціями у форматі, відмінному від традиційних письмових дослідницьких робіт [14, с. 75].

Google Earth (Google Планета Земля) є віртуальним глобусом, який базується на географічній інформаційній програмі. Він був запущений у 2005 році та випущений для загального користування у 2006 році. Програма Google Планета Земля створює карту Землі, накладаючи супутникові зображення та аерофотознімки на земну кулю. Будь-хто може досліджувати шари, створені іншими користувачами Google Earth або створювати власні шари для відображення даних та іншої інформації на платформі Google Earth. Наразі доступні дві версії Google Earth: Google Earth (з обмеженими функціями) і Google Earth Pro, яка є професійною версією з більшими можливостями, а також безкоштовною для використання [10, с. 9].

За допомогою цієї програми на уроках інтегрованого курсу «Я пізнаю світ» можна досліджувати вплив людини на природу в змістовній лінії «Людина і природа» до теми «Ощадливе використання ресурсів». Дітям буде цікаво побачити як відбувається зміна лісистості в Україні, зокрема в Карпатах, у результаті активних вирубок (Рис. 1).



а) 2014 рік



б) 2020 рік

Рис. 1. Динаміка зміни площі лісів біля села Верхній Бистрий Хустського району Закарпатської області в програмі Google Планета Земля (Google Earth Pro): а) 2014 рік; б) 2020 рік

Поширення пожеж як на території України, так і в усьому світі чітко можна простежити за допомогою ресурсу Fire Information for Resource Management System FIRMS (Інформація про пожежі для системи управління ресурсами FIRMS) [15]. Використання цього ресурсу дозволить виявити активні пожежі (Рис. 2, 3).

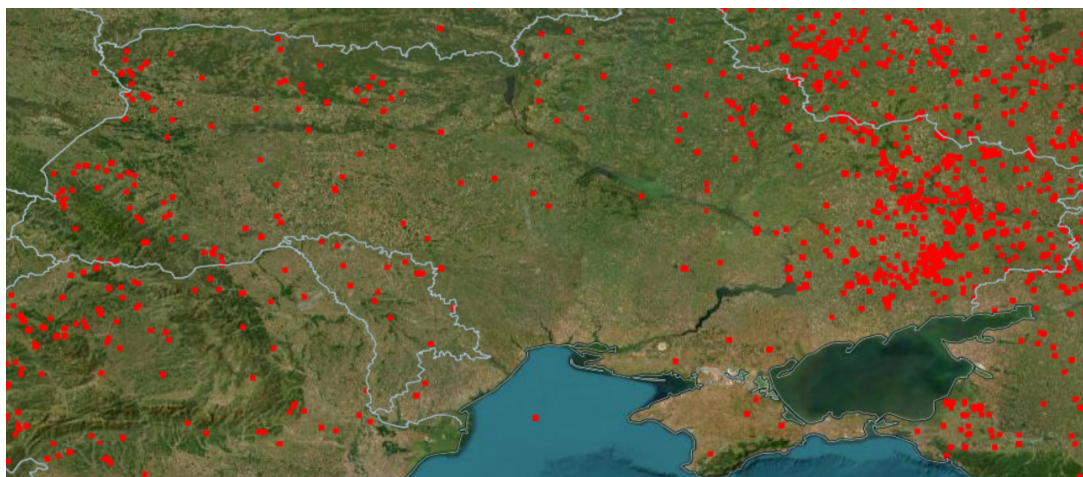


Рис. 2. Візуалізація активних пожеж в Україні в програмі Fire Information for Resource Management System (FIRMS) за квітень 2024 року

Також вплив людини на довкілля можна продемонструвати учням у ресурсі NASA Worldview [17]. Він дозволяє щоденно спостерігати за різноманітними нічними явищами на поверхні Землі та в атмосфері в умовах слабкого освітлення. Одним із таких явищ є явище світлового забруднення.

Світловим забрудненням вважається порушення затемненості у нічний час, що свою чергу призводить до зсуву у часі природної освітленості певної території через вплив штучних джерел світла. Це може призвести до відхилень у житті рослин та тварин, оскільки надмірне освітлення вночі може впливати на їхні фізіологічні процеси, ритми активності та поведінку [8].

Світлове забруднення може мати негативний вплив на екосистеми, зокрема на організми, які залежать від природного циклу світла та темряви для нормального функціонування. Тому важливо усвідомлювати наслідки світлового забруднення і приймати заходи для зменшення його впливу на природу.

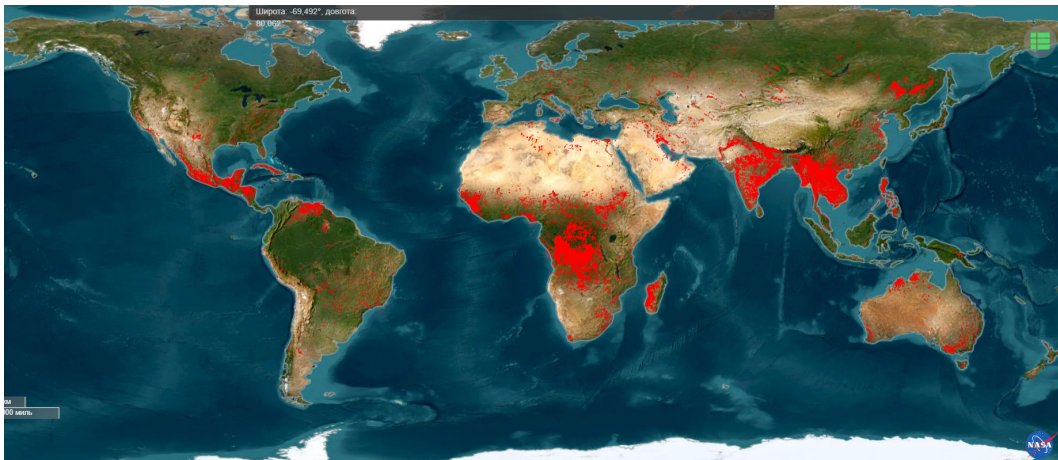


Рис. 3. Візуалізація активних пожеж у світі в програмі Fire Information for Resource Management System (FIRMS) за квітень 2024 року

Досягнення в галузі освітлювальних технологій, які просуваються через економію енергії та яскравіше світло, можуть мати негативний вплив на нічне небо та спостереження зоряного неба. Надмірне освітлення може призвести до явища, відомого як світлове забруднення, коли нічне небо стає переосвітленим, що ускладнює спостереження зоряного неба. Це може призвести до того, що третина населення Землі фактично не може побачити Чумацький Шлях на нічному небі через надмірне світло на Землі. Це показує важливість розумного та ефективного використання освітлювальних технологій [5]. Негативними наслідками цього процесу є: вплив на здоров'я людини, надмірне споживання енергії, вплив на злочинність і безпеку; порушення природних екосистем та біоритмів живих організмів, перешкода для астрономічних спостережень. З огляду на це, доцільно представити учням вигляд земної поверхні вночі (Рис. 4, 5).



Рис. 4. Візуалізація світлового забруднення в Україні в програмі NASA Worldview за березень 2021 року

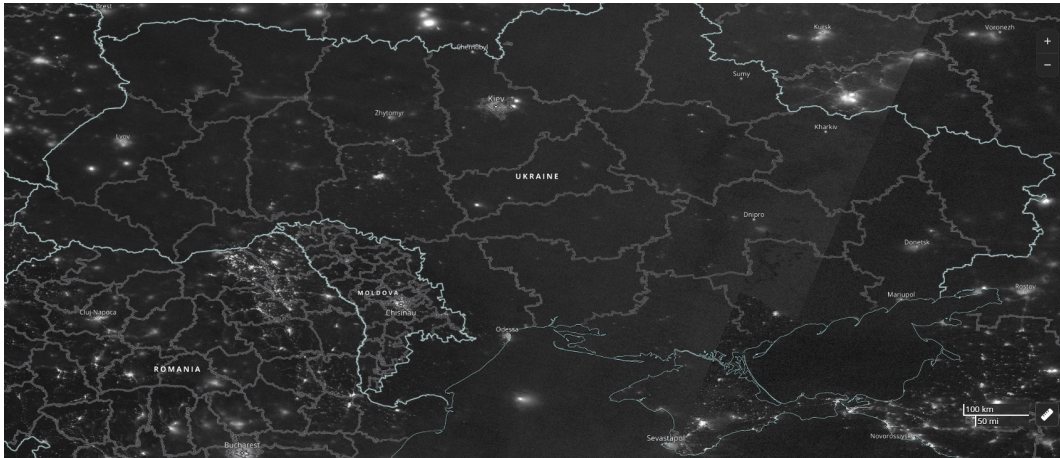


Рис. 5. Візуалізація світлового забруднення в Україні в програмі NASA Worldview за листопад 2022 року

Методика використання цих ресурсів може включати інтеграцію їх у різні уроки та завдання, створення інтерактивних матеріалів для залучення учнів, а також використання цих інструментів для розробки цікавих та пізнавальних проєктів. Важливо пам'ятати про індивідуалізацію навчання та врахування потреб кожного учня при використанні даних ресурсів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. ГІС – це система зі спеціальними можливостями для даних із просторовою прив'язкою. Маючи можливість зберігати, отримувати та представляти просторові дані, ГІС має величезний потенціал, щоб сприяти ефективному вивченню географії. Маючи можливість ефективно надавати великі обсяги візуальної інформації, картографічні інструменти, такі як Google Планета Земля та інші вебресурси, пропонують нові способи представлення просторової інформації та захоплюючий навчальний процес. Стрімкий розвиток програмного забезпечення ГІС і картографічних веб-сервісів призвів до значного збільшення кількості картографічних сервісів, що в свою чергу слугувало значним збільшенням кількості шкіл і вчителів, які використовують ГІС в освітньому процесі. Багато організацій і приватних осіб сприяють використанню ГІС в природничо-екологічній освіті від початкової школи до старших класів.

Численні дослідження також підтвердили, що використання ГІС може покращити просторове мислення учнів та сформувати екологічну свідомість. Таким чином, переваги впровадження ГІС у початкову освіту є значними.

Перспективним вважаємо ознайомлення школярів початкових класів з основами геоінформаційних систем та впровадженням методичних розробок, що є корисним дидактичним матеріалом для вчителів початкової школи при підготовці до уроку «Я досліджую світ» в змістовній лінії «Людина і природа». У сучасних умовах розвитку еколого-педагогічної освіти дослідження не лише теоретико-методологічних аспектів формування екологічної свідомості учнів у закладах загальної середньої освіти, але й розробка практичних рекомендацій має велике значення. Важливо не лише теоретично розглядати питання екологічної освіти, але й розробляти конкретні методики, програми та інструменти, які допоможуть педагогам ефективно впроваджувати ці принципи у навчальний процес. Практичні рекомендації можуть включати в себе методи навчання з використання геоінформаційних технологій. Це допоможе забезпечити більш ефективне формування екологічної свідомості учнів та підготувати їх до відповідальної поведінки у відношенні до навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бабійчук, С. (2017). Дидактичні умови застосування геоінформаційних систем у дослідницькій діяльності старшокласників : дис. канд. пед. наук. Київ, КУ ім. Бориса Грінченка, 372 с. URL: <https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2021/06/dysertatsiia-Babiychuk-S.M..pdf>
2. Єфременко, П. Є., Шевченка, М. В., & Горб, А. І. (2013). Сучасні програмно-апаратні GNSS-засоби для створення та актуалізації локальних ГІС-проектів. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (17), 12-18. URL: <https://periodicals.karazin.ua/pbgok/article/view/390>
3. Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. (2014). Геоінформаційні системи і бази даних : монографія. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с.
4. Типові освітні програми для 1-4 класів від 12.08.2022. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni->
5. Bright lights : big cities at night. *European Space Agency*. 2014. URL: https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Research/Bright_lights_big_cities_at_night.
6. Carpenter Thomas P., Megan Loef Franke and Linda Levi (2003). Thinking mathematically : Integrating arithmetic and algebra in the elementary school. Portsmouth, NH : Heinemann. ISBN 0-325-00565-6. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 2004. Vol. 7, No. 4. P. 383-391. URL: <https://doi.org/10.1007/s10857-004-3350-3>.
7. Council, N. R. (2006) Learning to think spatially : GIS as support system in K-12 curriculum. Washington, D.C. : The National Academies Press, USA. URL: <https://doi.org/10.17226/11019>.
8. Eloholma M., Ketomäki J., Halonen L. (2004). Luminances and visibility in road lighting – conditions, measurements and analysis. Report 30. Helsinki University of Technology, Lighting Laboratory, 27 p. URL: <https://research.aalto.fi/en/publications/luminances-and-visibility-in-road-lighting-conditions-measurement>.
9. Favier T. T., van der Schee J. A. (2014). The effects of geography lessons with geospatial technologies on the development of high school students' relational thinking. *Computers & education*. Vol. 76. P. 225-236. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.004>.
10. Joshi A. "Google Earth" is a virtual globe. *ENVIS Centre on Himalayan Ecology*. 2015. Vol. 11, No. 4. P. 8-10.
11. Kerski J. J. (2021). Innovative instruction using field surveys, interactive maps, dashboards, and infographics. *The geography teacher*. Vol. 18, No. 1. P. 45-54. URL: <https://doi.org/10.1080/19338341.2020.1861051>
12. Mathews A. J., DeChano-Cook L. M., Bloom C. (2023). Enhancing middle school learning about geography and topographic maps using hands-on play and geospatial technologies. *Journal of geography*. P. 1-11. URL: <https://doi.org/10.1080/00221341.2023.2226156>.
13. McDaniel P. N. (2022). Teaching, learning, and exploring the geography of north america with virtual globes and geovisual narratives. *Journal of geography*. 2022. P. 1-16. URL: <https://doi.org/10.1080/00221341.2022.2119597>
14. Mercier O. R., Rata A. (2016). Drawing the line with Google Earth : the place of digital mapping outside of geography. *Journal of geography in higher education*. Vol. 41, No. 1. P. 75-93. URL: <https://doi.org/10.1080/03098265.2016.1260097>.
15. NASA-FIRMS. NASA | LANCE | FIRMS. URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:2024-04-01;@31.5,14.6,2.6z>.
16. Venenciano L. C. H., Yagi S. L., Zenigami F. K. (2021). The development of relational thinking : a study of Measure Up first-grade students' thinking and their symbolic understandings. *Educational Studies in Mathematics*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10014-z>
17. Worldview : Explore Your Dynamic Planet. *Worldview*. 2018. URL: <https://worldview.earthdata.nasa.gov>.

REFERENCES:

1. Babychuk, S. (2017). Didactic conditions for the use of geographic information systems in the research activities of high school students [Didactic Conditions for the Application of Geographic Information Systems in the Research Activities of High School Students] : *Candidate's thesis*. Kyiv. Retrieved from: <https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2021/06/dysertatsiia-Babychuk-S.M..pdf>. [in Ukrainian].
2. Efremenko, P. E., Shevchenko, M. V., & Gorb, A. I. (2013). Modern GNSS software and hardware tools for creating and updating local GIS projects. *Problems of Continuing Geographic Education and Cartography*, (17), 12-18. Retrieved from: <https://periodicals.karazin.ua/pbgok/article/view/390> [in Ukrainian].
3. Zatserkovnyi, V. I., Burachek, V. G., Zheleznyak, O. O., Tereshchenko, A. O. (2014). Geographic information systems and databases [Geographic information systems and databases] : a monograph. Nizhyn : Nizhyn Gogol State University [in Ukrainian].
4. Typovi osvichni prohramy dlia 1-4 klasiv [Typical educational programs for 1-4 grades]. (2022). Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-pochatkovoyi-shkoli> [in Ukrainian].
5. Bright lights : big cities at night. *European Space Agency*. (2014). Retrieved from: https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Research/Bright_lights_big_cities_at_night [in English].
6. Carpenter, Thomas P., Megan, Loef Franke & Linda Levi (2004). Thinking mathematically : Integrating arithmetic and algebra in the elementary school. Portsmouth, NH: Heinemann. *Journal of Mathematics Teacher Education*. Vol. 7 (4), 383-391. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s10857-004-3350-3> [in English].
7. Council, N. R. (2006). Learning to think spatially : GIS as support system in K-12 curriculum. Washington, D.C. : The National Academies Press, USA. Retrieved from: <https://doi.org/10.17226/11019>. [in English].
8. Eloholma, M., Ketomäki, J., Halonen, L. (2004). Luminances and visibility in road lighting – conditions, measurements and analysis. Report 30. Helsinki University of Technology, Lighting Laboratory. Retrieved from: <https://research.aalto.fi/en/publications/luminances-and-visibility-in-road-lighting-conditions-measurement> [in English].
9. Favier, T. T., van der Schee, J. A. (2014). The effects of geography lessons with geospatial technologies on the development of high school students' relational thinking. *Computers & education*. Vol. 76, 225-236. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.004> [in English].
10. Joshi, A. (2015) Google Earth” is a virtual globe. *ENVIS Centre on Himalayan Ecology*, Vol. 11, 4, 8-10. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/326113481_Google_Earth_Virtual_Globe#fullTextFileContent [in English].
11. Kerski, J. J. (2021). Innovative instruction using field surveys, interactive maps, dashboards, and infographics. *The geography teacher*, Vol. 18, 1, 45-54. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/19338341.2020.1861051> [in English].
12. Mathews, A. J., DeChano-Cook, L. M., Bloom, C. (2023). Enhancing middle school learning about geography and topographic maps using hands-on play and geospatial technologies. *Journal of geography*, 1-11. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/00221341.2023.2226156> [in English].
13. McDaniel, P. N. (2022). Teaching, learning, and exploring the geography of north america with virtual globes and geovisual narratives. *Journal of geography*, 1-16. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/00221341.2022.2119597> [in English].
14. Mercier, O. R., Rata, A. (2016). Drawing the line with Google Earth : the place of digital mapping outside of geography. *Journal of geography in higher education*, Vol. 41, 1, 75-93. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/03098265.2016.1260097> [in English].
15. NASA-FIRMS. NASA. LANCE. FIRMS. Retrieved from: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:2024-04-01;@31.5,14.6,2.6z> [in English].
16. Venenciano, L. C. H., Yagi, S. L., Zenigami, F. K. (2021). The development of relational thinking: a study of Measure Up first-grade students' thinking and their symbolic understandings. *Educational Studies in Mathematics*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10014-z> [in English].
17. Worldview: Explore Your Dynamic Planet. *Worldview*. (2018). Retrieved from: <https://worldview.earthdata.nasa.gov> [in English].