

УДК 001.891.5

Довгий Станіслав Олексійович

доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАН України, академік НАПН України,
президент Малої академії наук України, м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0003-1078-0162

Бабійчук Світлана Миколаївна

кандидат педагогічних наук,
докторантка кафедри соціальної філософії, філософії освіти та освітньої політики
НПУ імені М.П. Драгоманова, м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0001-6556-9351

Юрків Лілія Ярославівна

завідувачка лабораторії «ГІС та ДЗЗ»
Національний центр «Мала академія наук України», м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-7919-2644
gis_rs@man.gov.ua

Кучма Тетяна Леонідівна

кандидат сільськогосподарських наук, методист лабораторії «ГІС та ДЗЗ»
Національний центр «Мала академія наук України», м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-9328-5919

Томченко Ольга Володимирівна

кандидат технічних наук, методист лабораторії «ГІС та ДЗЗ»
Національний центр «Мала академія наук України», м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0001-6975-9099

Данилов Сергій Олександрович

методист відділу науково-аналітичної роботи
Національний центр «Мала академія наук України», м. Київ, Україна
ORCID ID 0000-0001-9249-5810

ЗАСТОСУВАННЯ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ У ДОСЛІДНИЦЬКИХ РОБОТАХ УЧНІВ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

Анотація. У статті висвітлено застосування супутникових знімків в освітньому процесі Малої академії наук України (далі – МАНУ). Описано роль методів дистанційного зондування Землі (далі – ДЗЗ) у науковій освіті МАНУ – освітній концепції, що має на меті сформувати в учня науковий тип мислення через здійснення системних досліджень. Описано навички, які формуються в учнів завдяки застосуванню супутникових знімків у дослідницьких роботах і є особливо важливими в контексті індустрії 4.0: критичне мислення, креативність, здатність логічно обґрунтовувати власну позицію, уміння вирішувати поставлені завдання, оцінювати ризики та приймати рішення, здатність співпрацювати в команді. Наведено приклади компетентностей Нової української школи, що формуються в учнів у процесі здійснення дослідницької діяльності з використанням ДЗЗ. Проаналізовано результати 390 дослідницьких робіт учнів, зокрема поданих на Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів – членів МАНУ в секції «ГІС та ДЗЗ» відділення наук про Землю Київського територіального відділення МАНУ, Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Еко-погляд», Міжнародну літню школу з основ дистанційного зондування Землі МАНУ. Описано, як за допомогою пошуку, обробки й аналізу супутникових знімків в учнів розвивається науковий тип мислення. Наведено приклади того, як застосування ДЗЗ в учнівських дослідженнях дає змогу: опрацювати інформацію з першоджерела (супутникові знімки), перевіряти інформацію зі ЗМІ/соціальних мереж тощо, підтверджувати/спростовувати свою гіпотезу, проводити дослідження віддалених територій. Застосування ДЗЗ як інструменту освіти є особливо актуальним у час пандемії COVID-19, оскільки дає можливість ознайомитись зі станом території, не виходячи з дому, і проводити дослідження через комбінації спектральних каналів знімків, використання тематичних скриптів тощо будь-якої території лише за допомогою комп'ютера та доступу до мережі Інтернет.

Ключові слова: наукова освіта; науки про Землю; Мала академія наук; дистанційне зондування Землі дослідницькі роботи.

1. ВСТУП

Четверта промислова революція (індустрія 4.0), про яку вперше заговорили на одній з найбільших у світі промислових виставок – Ганноверському ярмарку, з кожним роком посідає все стійкіші позиції в економічному плануванні діяльності світових компаній [1]. Діджиталізація, інформатизація, смарт – уже звичні для слуху пересічної людини слова, що характеризують індустрію 4.0. Нині українська економіка головно перебуває у стадії третьої промислової революції (індустрія 3.0), що характеризується застосуванням можливостей комп'ютера й інформаційних технологій (ІТ) для автоматизації певних виробничих циклів. Наша країна, як і високорозвинені країни світу, прагне не лише створити і модернізувати виробничі потужності до умов індустрії 4.0, а й підготувати кваліфікованих працівників, які можуть бути конкурентоспроможними на міжнародному ринку праці, у цьому процесі освітня діяльність є одним з найважливіших чинників змін. Завданням освіти є так звана «гра на випередження» – підготувати сучасного випускника до життя в умовах другої половини ХХІ ст. Виробництво матеріальних благ має тенденцію до автоматизації та індивідуалізації продукції. Сфера послуг стає щораз більше клієнтоорієнтованою через застосування автоматизованих алгоритмів та великих даних («big data»). Також варто зауважити, що межа між промисловим виробництвом і сферою послуг стає доволі умовною.

Фахівці Всесвітнього економічного форуму вважають, що в умовах індустрії 4.0 більше третини необхідних професійних навичок до 2021 р. зміняться. Причини, які цьому сприяють, можна умовно зібрати в два блоки: стрімкий розвиток технологій і щосекундне збільшення різного роду даних. Із цього випливає, що однією з найбільш потрібних навичок, якими має володіти працівник, є вміння створювати й адаптувати до своїх потреб інноваційні рішення з оброблення даних. За рейтингом «Форбс» до трійки лідерів найбільш інноваційних компаній світу, які, на думку інвесторів, у найближчому майбутньому зроблять прорив у своїй галузі, належать компанії зі створення програмних забезпечень та сервісів для оброблення даних (ServiceNow, Workday та Salesforce), і на четвертому місці – «Tesla» (компанія, яка лідирувала в цьому списку у 2015 і 2016 рр.) [2]. Це свідчить на користь думки про вже не тільки тотальну інформатизацію усіх сфер життя людини, а про те, що наше життя більшою мірою може перейти у віртуальний простір. Отже, як підготувати сучасного учня до умов швидкозмінного світу?

Метою освітньої діяльності Малої академії наук України, зокрема й лабораторії «ГІС та ДЗЗ» («Геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі») є розвиток в учня наукового типу мислення через формування навичок оперувати інформацією з першоджерел, зокрема з супутникових знімків, та аналізувати дані, які підтверджують чи спростовують раніше сформовану гіпотезу. Дослідженню процесів розвитку наукового мислення присвятила свої праці Діана Кун, яка вивчала психологічні особливості розвитку наукового мислення в учнів, зокрема розглядала наукове мислення як процес, а не результат (останній є науковим розумінням). Якщо створено сприятливі умови, процес наукового мислення може привести до наукового розуміння. Саме прагнення до наукового розуміння – до пошуку пояснення – рухає процесом наукового мислення [3, с. 2]. Корінн Циммерман узагальнила результати досліджень щодо розвитку наукового мислення з особливим акцентом на дослідницьку діяльність учнів початкової та середньої школи [4]. Кеті Кейб Грандл дослідила розвиток наукового мислення в учнів початкової школи на уроках науки [5]. Корінн

Циммерман визначає наукове мислення як застосування методів та принципів наукового дослідження з метою пояснення чи вирішення проблемних ситуацій і передбачає навички, пов'язані з генеруванням, тестуванням та переглядом гіпотез, а в разі повністю сформованих навичок – для роздумів над процесом здобуття та зміни знань. Розвиток наукового типу мислення учнів у процесі дослідницької діяльності із застосуванням супутникових знімків перебуває у взаємозалежності з розвитком таких умінь, як-от: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення та моделювання. Детальніше ми їх розглянемо на прикладах учнівських робіт у розділі «Результати застосування супутникових знімків у дослідницьких роботах учнів МАНУ».

Постановка проблеми. Креативність, критичне мислення, комунікаційні навички, вміння працювати в команді, комплексне розв'язання проблем стануть засадами успішності фахівця. З огляду на це одним з найбільших викликів, які стоять перед індустрією 4.0, є не стільки розвиток ІТ, скільки підготовка до цих змін людей, здатних критично осмислювати можливості інформатизації і на їх основі створювати нові рішення. Із цією метою освітній процес має бути скоректований на державному рівні [6], але зміни зазвичай починаються з успішних практик учителів-ентузіастів, відкритих до нових методик та освітніх інструментів, що згодом будуть узагальнені, систематизовані, удосконалені і поширені в інших освітніх закладах.

Щоб уміти адаптуватися до постійно змінних умов життя в індустрії 4.0, учень має не лише володіти базовими предметними знаннями, а й на практиці формувати вміння креативно підходити до розв'язання проблем і критично осмислювати інформацію. Однією з успішних на сьогодні педагогічних ідей є наукова освіта – освітня концепція, спрямована на синергію освіти та науки, яка ґрунтується на цілеспрямованій, головно дослідницькій діяльності з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності учнів. Засобами такого освітнього процесу є застосування сукупності наукових методів у процесі дослідження з метою здобуття нових знань, формування наукового типу мислення та розширення і поглиблення наукової картини світу, враховуючи вікові й індивідуальні особливості учня. Стратегічними цілями такої освіти є виховання науково грамотних, свідомих і відповідальних громадян, а також підготовка нової генерації науковців, новаторів та винахідників. Завданням наукової освіти є розвиток дослідницької компетентності і формування навичок 4К (критичне мислення, креативність, комунікація та колективна робота).

Нині кожен має доступ до даних супутникової зйомки. Знаючи, де знайти і як проаналізувати супутникові знімки, можна самостійно перевірити інформацію, яку подають ЗМІ чи офіційна статистика. Інформація про довкілля, надзвичайні ситуації та наслідки стихійних лих доволі часто може представлятись у спекулятивній формі. Тому метою діяльності лабораторії «ГІС та ДЗЗ» є навчити школярів, як за допомогою супутникових знімків та інструментів їх обробки, зокрема засобами ГІС, можна перевіряти і порівнювати інформацію, моніторити процеси та явища в часі і просторі, критично осмислювати велику кількість різночасових і різнотематичних даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням упровадження ідей наукової освіти в освітню практику нашої країни займаються фахівці НЦ «МАНУ» й Інституту обдарованої дитини НАН України, зокрема Станіслав Довгий [7], президент Малої академії наук України – організації з багаторічним досвідом діяльності у сфері наукової освіти, за що 2017 р. вона отримала статус Центру ЮНЕСКО II категорії зі стратегічною ціллю впроваджувати ідеї наукової освіти в Східноєвропейському регіоні та інших країнах світу. Максим Гальченко, Юрій Гоцуляк визначають наукову освіту як освітню модель, що «ґрунтується на автономності учня в навчально-виховному процесі і передбачає самостійний пошук і виконання освітніх завдань учнем як окремих проєктів та досліджень, так і під керівництвом учителя-консультанта» [8 с. 5]. Наталія

Поліхун, Ірина Сліпухіна, Ігор Чернецький акцентують увагу на тому, що «комплексне поняття “наукова освіта” це: наукова культура індивіда, а її мета – його залучення до культурних цінностей науки; особливий вид пізнавальної діяльності, спрямованої на становлення особистості експериментатора, дослідника, вченого; освіта, яка отримана експериментальним шляхом, з використанням наукового методу; цілеспрямований процес навчання і виховання на основі сучасних досягнень науки та техніки, технологій з метою отримання знань і формування умінь, а також формування загальнокультурних і професійних компетенцій у сучасному інформаційному суспільстві для особистої самореалізації та розвитку суспільства загалом; цілеспрямований і прискорений розвиток наукових здібностей завдяки педагогічно організованій передачі й поширенню наукових знань і наукового світогляду в суспільстві» [9, с. 187]. Лілія Гриневич [10], Наталія Морзе, Марія Бойко наголошують, що «наскрізною ідеєю наукової освіти є формування наукового стилю мислення, яке, своєю чергою, є підґрунтям здатності людини до інноваційності» [11, с. 4].

Практично реалізує ідеї наукової освіти в Україні МАНУ, організовуючи освітню діяльність за 64-ми науковими напрямами. Освітні програми МАНУ дослідницько-експериментального напрямку укладаються та апробуються, зважаючи на потреби учнів, сучасні наукові теорії та регіональні умови навчання. Учитель має вільний вибір освітніх форм та методів, учні, своєю чергою, мають змогу обрати не лише актуальну тему власної наукової розвідки, а й проблему, яка цікавить їх особисто.

У цій статті ми зосереджуємо увагу на можливостях застосування матеріалів ДЗЗ з використанням ГІС у дослідницьких роботах учнів у межах ідей наукової освіти. Практика таких досліджень існує, наприклад, у Німеччині, як зазначають автори Керстін Восс, Роланд Гецке, Генрік Ходам [12]. Застосування ДЗЗ у шкільній освіті їх країни зводиться до візуального представлення учням супутникових знімків на уроках, тому потреба розроблення навчально-методичної літератури та дидактичних засобів навчання є нагальною задля підвищення грамотності учнів та перепідготовки вчителів у цьому напрямі. У Польщі дослідники Беата Хеймановська, Вальдемар Камінський, Марек Пшиборський, Крістіян Піка і Єжи Пірхла [13] на прикладі застосування супутникових знімків у вищих навчальних закладах роблять припущення, що застосування технологій ГІС та ДЗЗ формують науковий тип мислення в студента. Результати онлайн опитування викладачів географії освітніх закладів Північної Ірландії, як зазначає Стефан Рулстон [14], свідчать про те, що загалом учителі позитивно сприймають ГІС як інструмент, який можна використовувати в навчальному процесі, виявляють бажання отримати додаткові матеріали і пройти навчання в цьому напрямі. У Норвегії дослідники Ян Кетіл Род, Венче Ларсен та Ейнар Нільсен [15] дійшли висновку, що поступове впровадження ГІС у школі вчителями географії треба починати з вебдодатків, заснованих на ГІС, або безкоштовних програм перегляду, зокрема супутникових знімків. Дослідниками Ендрю Дж. Мілсоном, Алі Демірчі і Джозефом Дж. Керскі зібрано широкий міжнародний погляд на педагогічну цінність використання ГІС-технологій у школі та продемонстровано, що ГІС є не лише технологічним інструментом, який слід використовувати в школі, а й каталізатором мотивації, заохочення та співпраці в розумінні та розв'язанні глобальних проблем [16]. Учні повинні мати можливість самостійно досліджувати обрану наукову проблему, щоб їх навчальний досвід був реальним і корисним, а впровадження ГІС та ДЗЗ-технологій у навчальний процес сприяють виконанню таких досліджень. У 2019 р. Морін Капуде Мзуза і Крісто Ван Дер Вестхуйзен [17] зробили огляд сучасного стану застосування ГІС у південноафриканських середніх школах. Серед виявлених основних проблем відсутність освіти з ГІС у навчальних програмах середньої школи, дефіцит досвідчених викладачів, відсутність знань і технічної експертизи, небажання вчителів

змінювати свій спосіб викладання, дефіцит коштів та недостатня кількість ресурсів [18]. Аналогічні огляди проводили й українські вчені, зокрема Людмила Даценко і Віталій Остроух у своїй роботі [19] розглянули впровадження ГІС у курсі географії профільної школи. Аналіз науково-педагогічної літератури засвідчив, що нині в Україні впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в практику шкільної освіти тільки починається.

Метою статті є висвітлення того, як застосування методів дистанційного зондування Землі в дослідницьких роботах учнів МАНУ сприяє розвитку наукового типу мислення. Завдання цього дослідження полягали в узагальненні досвіду організації та наукового супроводу дослідницьких робіт учнів Малої академії наук України, зокрема в лабораторії «ГІС та ДЗЗ».

2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети було проаналізовано 390 дослідницьких робіт учнів МАНУ, що були виконані в рамках діяльності лабораторії «ГІС та ДЗЗ», зокрема результати опитування авторів цих дослідницьких робіт, що були подані на II етап Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів – членів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ» відділення наук про Землю Київської МАН (14 учнів) 2019–2020 н. р., Міжнародну літню школу з основ ДЗЗ (36 учнів) у липні 2019 р., Всеукраїнський конкурс «Еко-погляд» (340 учнів) 2019–2020 н. р.

У процесі дослідження *Авторами* сформульовано ідею впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітню практику МАНУ в рамках діяльності Центру ЮНЕСКО МАНУ і лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Національного центру «МАНУ», визначено проблему, мету та цілі проведеного дослідження на основі діяльності лабораторії «ГІС та ДЗЗ» МАНУ, здійснено критичний науковий огляд рукопису; *Авторами* розроблено концепцію рукопису, визначено та практично реалізовано стратегічні шляхи імплементації технологій ГІС та ДЗЗ у рамках ідей наукової освіти МАНУ, розроблено концептуальні основи й організовано Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Еко-погляд» і Міжнародну літню школу з основ дистанційного зондування Землі МАНУ, здійснено науковий супровід дослідницьких робіт учнів для зазначених заходів; *Авторами* проведено аналіз відповідей учнів за результатами Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Еко-погляд» і визначено, що застосування ІТ в природничих науках, зокрема супутникових знімків, може виступати мотиваційним компонентом освітнього процесу; здійснено науковий супровід дослідницьких робіт учнів Міжнародної літньої школи з основ дистанційного зондування Землі МАНУ; *Авторами* здійснено науковий супровід дослідницьких робіт учасників Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Еко-погляд» та проведено відповідний аналіз та інтерпретацію цих даних для рукопису; *Авторами* здійснено науковий супровід дослідницьких робіт учнів секції «ГІС та ДЗЗ» відділення наук про Землю Київського територіального відділення МАНУ та проведено відповідний аналіз даних для рукопису; *Авторами* проведено термінологічний аналіз для уточнення основних понять дослідження, здійснено організаційний супровід та аналіз результатів Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Еко-погляд».

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі обрання проблеми дослідження учні використовують загальнонаукові методи пізнання – індукцію і дедукцію. Користуючись методом індукції, учні насамперед досліджують свої населені пункти, території, до яких мали безпосередній

фізичний доступ. На підставі висновків свого дослідження учні можуть формулювати подальші гіпотези (для територій більшого масштабу), визначати закономірності й узагальнювати інформацію. Також пошук способів розв'язання проблеми і дослідження може йти у зворотний бік – від загального знання певної системи речей до визначення окремого, одиничного. Основа дедукції має бути міцною і бездоганною, підтвердженою очевидними фактами і практикою. Наприклад, на основі інформації про глобальні зміни клімату і щорічне підвищення концентрації вуглекислого газу в повітрі учні досліджують динаміку цього показника у своєму населеному пункті і порівнюють із середньостатистичним по світу.

Дистанційне зондування Землі та геоінформаційні системи як освітній напрям у МАНУ. Одним з напрямів, що активно розвивається в МАНУ з 2012 р., є ДЗЗ та ГІС. Зокрема секція «ГІС у географії» працює в Київській Малій академії наук з 2012 р., де на постійній основі навчаються мінімум 10 учнів. Напрямок дистанційного зондування Землі був доданий з 2015 р., після чого назва секції змінилася на «ГІС та ДЗЗ». З 2020 р. така сама секція почала працювати у Львівській МАН. У структурі Національного центру «МАНУ» відкрито лабораторію «ГІС та ДЗЗ», основними напрямками діяльності якої є створення навчально-методичного забезпечення для освітньої діяльності закладів позашкільної та загальної середньої освіти, науковий супровід учнівських дослідницьких робіт секції «ГІС та ДЗЗ» Київського територіального відділення МАНУ, проведення семінарів-практикумів для вчителів географії, екології та біології, організація Всеукраїнського екологічного конкурсу для школярів «Еко-погляд», проведення міжнародних шкіл з основ ДЗЗ.

Засобами системної пошукової, дослідної, проектної та дослідницької роботи учень формує індивідуальну матрицю знань про навколишній світ і власний шлях пошуку першоджерел даних, особисто перевіреної інформації. Власне, цей шлях до пізнання і сприяє формуванню низки навичок (критичне мислення, креативність, здатність логічно обґрунтовувати власну позицію, вміння вирішувати поставлені завдання, оцінювати ризики та приймати рішення, здатність співпрацювати в команді), необхідних для життя в індустрії 4.0.

З 2016 р. система освіти України перебуває в процесі фундаментальної реформи під назвою «Нова українська школа», яка змінює принципи навчального процесу. Шкільна освіта стає орієнтованою на формування в учнів компетентностей і наскрізних умінь. Спираючись на концепцію Нової української школи, освітня діяльність лабораторії «ГІС та ДЗЗ» впливає на формування усіх 10 компетентностей, але більшою мірою спрямована на інформаційно-цифрову, екологічну та компетентності в природничих науках і технологіях.

Одним з ресурсів, які лабораторія активно застосовує у своїй діяльності, є EO Browser, що обумовлено інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом і великим масивом доступних космічних знімків. EO Browser [20] – безкоштовна хмарна платформа для візуалізації та завантаження доступних знімків середньої і низької роздільної здатності із супутників: Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3, Sentinel-5P, Landsat, Envisat Meris, MODIS, Proba-V, GIBS. EO Browser поєднує в собі безліч функцій: порівняння даних, різні автоматичні параметри візуалізації (природні і штучні кольори, автоматичні комбінації каналів залежно від потреб дослідження і т. д.), синтез каналів, вимірювання площ, отримання статистичних даних у вигляді графіків і навіть деякі алгоритми обробки даних та скрипти. Ця платформа надає можливість створити свою бібліотеку знімків. Зареєстровані користувачі мають змогу зберігати результати обробки даних з географічною прив'язкою у файли, а також експортувати супутникові знімки в програмне забезпечення ГІС з метою складнішої обробки даних.

Хмарні сервіси для доступу та візуалізації супутникових даних дають змогу самостійно обирати й аналізувати проблему з будь-якого комп'ютера з доступом до мережі Інтернет у школі чи вдома, без встановлення спеціалізованого програмного забезпечення.

Результати застосування супутникових знімків у дослідницьких роботах учнів МАНУ. Дослідження ґрунтується на аналізі дослідницьких робіт учасників II етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів – членів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ» відділення наук про Землю Київської МАН, Міжнародної літньої школи з основ ДЗЗ, Всеукраїнського конкурсу «Еко-погляд». За результатами нашого аналізу, при виконанні досліджень учні ознайомилися з новим для себе інструментарієм – ДЗЗ, отримали навички аналізу супутникових знімків у дослідницьких роботах, що впливає на формування їх інформаційно-цифрової, екологічної компетентностей і компетентності в природничих науках та технологіях.

Спільним для кожного з вищезазначених заходів є добровільна участь учня в дослідженні, самостійне обрання проблеми, об'єкта і предмета дослідження. Опанування учнями інструментів ДЗЗ, необхідних для верифікації гіпотези дослідження, проведення досліджень здійснювалось як самостійно, так з консультацією керівника секції «ГІС та ДЗЗ» Київського територіального відділення МАН / працівників лабораторії «ГІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ».

Анкетування перед початком Всеукраїнського конкурсу «Еко-погляд» засвідчило, що більшість учасників (214) були учнями 8–11 класів (рис. 1). Більшість учасників конкурсу – жителі міст (65,7%), з сільської місцевості – 34,3%. Більшість учнів (70,3%) ніколи не писали науково-дослідницьких робіт у межах конкурсу-захисту МАН. Більшість учасників конкурсу «Еко-погляд» проживали в Донецькій і Дніпропетровській областях (по 13,7%), а також у місті Києві (12%) (рис. 2).

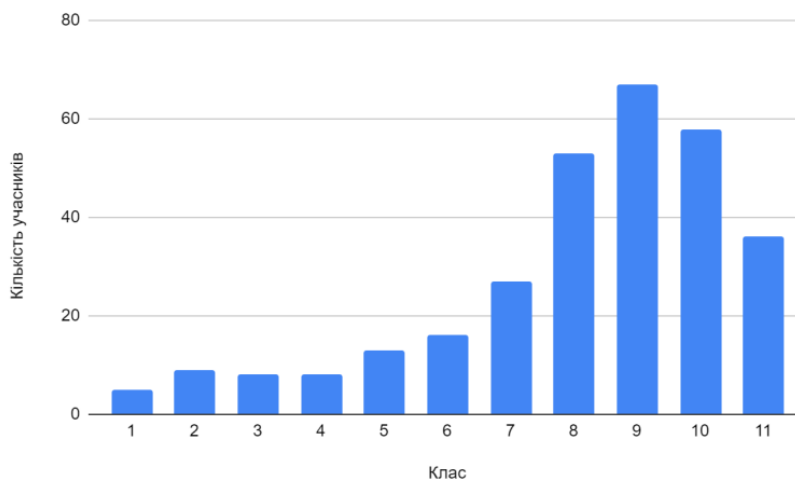


Рис. 1. Віковий розподіл учасників конкурсу «Еко-погляд» (2019–2020 н. р.)

Більшість учнів, чії роботи були відібрані для фінального захисту (38 фіналістів), досліджували територію, на якій проживають (68%), а інші (31,6%) досліджували тематику, популярну й актуальну в засобах масової інформації на момент написання роботи. На жаль, умовам конкурсу повною мірою відповідали лише 38 робіт з 214, це можна пояснити тим, що більшість учасників могли мати на меті пройти лише онлайн навчання з основ ДЗЗ. З тих, хто подав конкурсні роботи, більшість описувала екологічні проблеми звичними біолого-хімічними алгоритмами, не застосовуючи супутниковий моніторинг як інструмент дослідження.

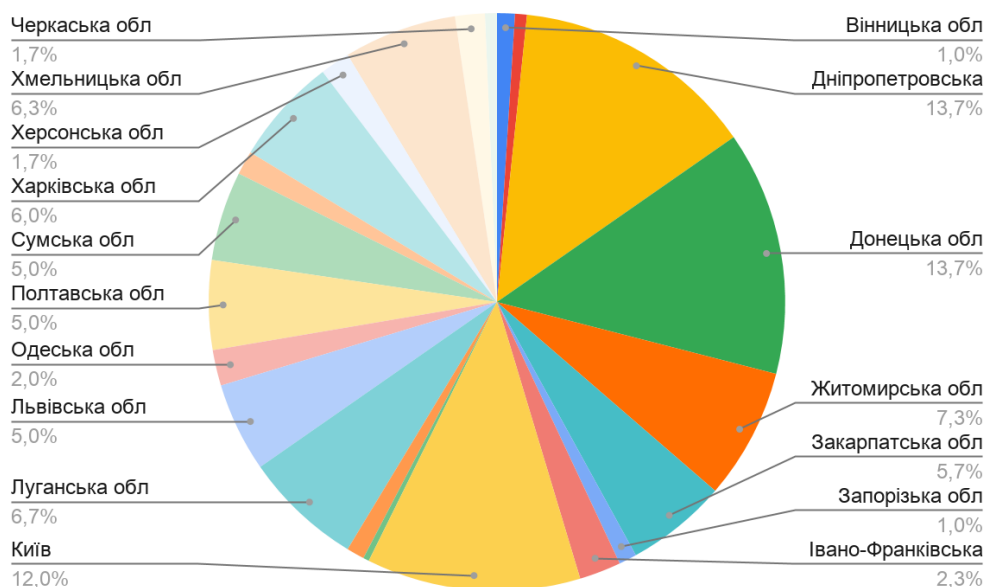


Рис. 2. Територіальна структура учасників конкурсу «Еко-погляд» (2019–2020 н. р.)

Повторне анкетування, у якому взяли участь 20 учасників конкурсу «Еко-погляд» у 2019–2020 н. р., проведене через шість місяців після завершення конкурсу, засвідчило, що 75% учасників використовували супутникові знімки після участі в конкурсі (14 із 20 респондентів), з них 50% (7 респондентів) не мали раніше досвіду роботи із супутниковими знімками, а 70% продовжували використовувати знімки і працювали в програмах EO Browser та Google Планета Земля. Окрім того, 55% дітей, які взяли участь в опитуванні, продовжили працювати над обраною для конкурсу темою наукового дослідження. 75% учасників виявили чітке бажання взяти участь у конкурсі цього року. Усі запитання анкети були прямі напівзакриті (з можливістю надати власну відповідь).

Також ми проводимо анкетування учасників, які беруть участь у Всеукраїнському конкурсі «Еко-погляд» у 2020–2021 н. р. Станом на 3 грудня 2020 р. зареєструвався 41 учасник, серед яких 34,2% – учні 11 класу, 34,2% – 10 класу та 18,4% – 9 класу. Пропорція учасників сільських і міських жителів змінилась порівняно з минулим роком: цього року учнів, що проживають у сільській місцевості, більше – 58%, з міської відповідно – 42%. Більшість учнів, що зареєструвались для участі в конкурсі, живуть у Миколаївській (майже 37%) і Запорізькій (24%) областях, де секцій «ГІС та ДЗЗ» в територіальних відділеннях МАН України немає, проте учні виявляють зацікавленість до використання супутникових знімків. 53% учасників конкурсу планують уперше проводити дослідження, до того ж майже 89,7% з них не мають досвіду роботи зі супутниковими знімками. На запитання «Яка територія дослідження вас цікавить?» більшість учнів (30%) відповідають, що в них є бажання дослідити свій населений пункт; район/ОТГ, як і територію всієї України, планують досліджувати по чверті респондентів; екологічні ситуації світового масштабу планує дослідити п'ята частина зареєстрованих учасників.

Також ми можемо порівняти успішність учнів у виконанні досліджень з супутниковим моніторингом Землі за двома формами організації освітнього процесу (онлайн – Всеукраїнський конкурс «Еко-погляд» 2019–2020 н. р.) й очному (Міжнародна літня школа з дистанційного зондування Землі, червень 2019 р.). Так, очне навчання з основ ДЗЗ виявилось більш ефективним, зокрема анкетування, яке ми

проводили після завершення Міжнародної літньої школи, засвідчило: для 100% учасників захід був для дуже корисним, форма навчання – оптимальною для опанування навчального матеріалу, завдання, які учні виконували для рефлексії, – 100% зрозумілими. Новизну досліджуваного матеріалу оцінено в продовженні думки «Матеріали, представлені на літній школі, були для мене...»: «майже всі новими» – 62,5%, «деякою мірою новими» – 37,5%. Також ми ставили відкриті запитання без варіантів відповідей, щоб оцінити загальне враження від заходу, зокрема запитання звучало: «Зазначте три найважливіших аспекти, які стали для вас найбільш значущими під час літньої школи?». Більшість відповідей зводилася до: «Нові та корисні знання, доступне подання інформації та відмінна методика викладання, дружня атмосфера». Завершальним етапом Літньої школи був захист дослідницьких робіт, у якому брали участь усі учасники заходу. Темі учні обирали самостійно, усі роботи стосувались глобальних екологічних проблем.

Далі ми представляємо результати декількох учнівських досліджень учнів, які брали участь у заходах.

Завдяки тому, що супутникова зйомка охоплює всю територію Земної кулі, кожен користувач супутникових даних може отримати знімок будь-якої частини світу і порівнювати процеси та явища, які одночасно відбуваються в різних країнах, континентах чи кліматичних зонах. Це дає учням змогу обирати об'єктом дослідження не лише територію, яку вони добре знають чи можуть відвідати, а й віддалені та важкодоступні місця. П'ять робіт, що були представлені 2019–2020 н. р. на II етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів – членів МАНУ у відділенні наук про Землю Київської МАН, стосувалися досліджень за межами території України, зокрема це аналіз вулканічної активності Кілауеа на острові Гаваї, танення льодовиків Арктики на прикладі льодовика Devon Ice Cap, аналіз терористичних актів у світі, порівняння темпів зростання Нью-Йорка і Шанхаю, а також дослідження проявів джентрифікації в Лондоні, Сіетлі та Києві. Ще дві роботи були спрямовані на дослідження ландшафтних змін та території Чорнобильської зони відчуження, що має обмежений доступ. Отже, супутникова зйомка може бути джерелом фактичних даних спостережень будь-якого об'єкта земної поверхні, отримати які учні можуть, маючи відповідні знання та комп'ютер з доступом до мережі Інтернет, що в час пандемії COVID-19 має важливе значення для результату освітнього процесу.

У будь-якому науковому дослідженні учень має обґрунтувати свою гіпотезу чи теоретичні висновки офіційними статистичними даними або фактами. Цю роль певною мірою можуть виконувати супутникові знімки. Тому вміння знаходити відповідні космічні «докази» є цінною навичкою дослідника.

У всіх дослідженнях, що були подані на конкурс-захист у секції «ГІС та ДЗЗ» у відділенні наук про Землю Київської МАН, діти використовували інформацію з ДЗЗ як основну інформаційну базу досліджень, тому що самі супутникові знімки є правдивою інформацією. Кожен з дослідників, почувши цікаву інформацію в новинах, зміг переконатися і побачити на власні очі ці явища через супутникові знімки.

Так, наприклад, досліджуючи актуальну проблему танення льодовиків, Софія Тарашук, учениця 8 класу НВК № 30 «Еконад», детально ознайомила з поточною ситуацією в ЗМІ і вирішила за допомогою супутникових знімків перевірити її. Учениця проаналізувала зміну льодового покриву Devon Ice Cap (Канада) на чотирьох локаціях за період з 1984 р. по 2016 р. на основі супутникових знімків Landsat. Площа льодовика за 32 роки суттєво зменшилась. На рисунку 3 показано космічні знімки 2016 р. двох ділянок дослідження, де червоною лінією позначено межі льодовика у 1984 р. Тобто відстань, на яку відступив льодовик, становила 500 м на лівому знімку і 1800 м на

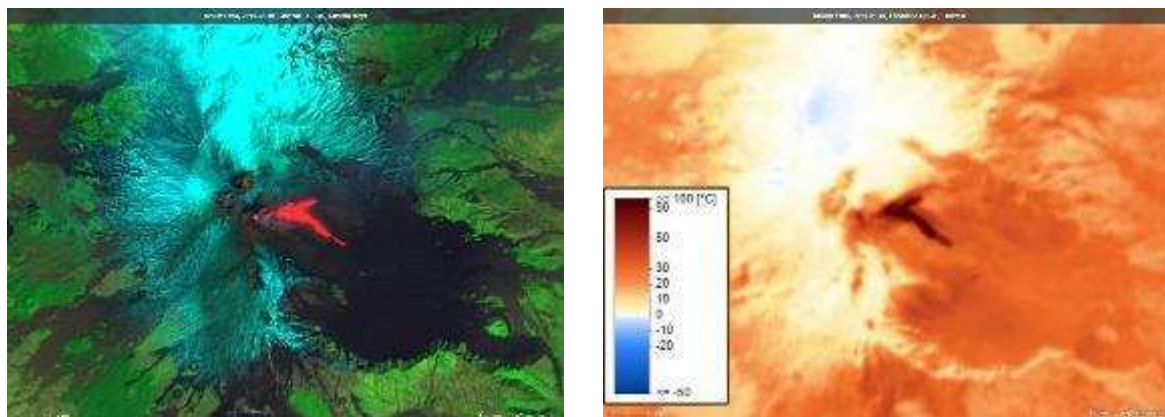
правому. Восьмикласниця дійшла висновку, що інтенсивність танення льодовика в досліджених локаціях відбувається з різною швидкістю. Зокрема, опрацюючи чотири локації на вказаний період часу, найменше зміщення льодового покриву відбулось на відстань від 250 м, а найбільше – до 1870 м. Отже, учениця критично осмислила і логічно обґрунтувала інформацію про зменшення площі льодового покриву, спираючись на самостійне дослідження.



Рис. 3. Зміна льодового покриву Devon Ice Cap (Канада) за результатами дослідження Софії Таращук: на знімках за 2016 р. червоною лінією показано обрис льодового покриву у 1984 р.

В іншому дослідженні Костянтин Василевський, учень 9 класу школи № 163 ім. М. Кирпоноса, порівнював темпи зростання одних з найбільших у світі мегаполісів, розташованих на різних континентах, – Нью-Йорка і Шанхая. Учень аналізував статистичну інформацію про зміну кількості населення, а також індекс освітленості міст, що розраховується на основі нічних супутникових знімків, за період 2012–2019 рр. Аналізуючи динаміку індексу освітленості для цих мегаполісів, учень дійшов висновку, що темпи розширення площі міста Шанхай значно вищі, ніж міста Нью-Йорк. Окрім того, у 2012–2016 рр. інтенсивність розростанням обох міст була вищою порівняно з наступним 4-річним періодом. Зокрема за період 2012–2016 рр. площа Шанхая за індексом освітленості збільшилась на 14%, а Нью-Йорка – лише на 2%. За період 2016–2019 рр. площа Шанхая збільшилась на 5%, що свідчить про уповільнення темпів зростання міста, у той час, як площа Нью-Йорка майже не змінилась (приріст становив лише 0,2%).

Нижче наведемо приклад командної роботи на тему «Аналіз активності вулкана Етна», яку в рамках Міжнародної літньої школи з ДЗЗ, що проходила в Сваляві 2019 р., виконували учні: О. Лялюк, М. Яковенко, М. Габор, В. Козьма. Діти дослідили, коли саме за останні 10 років відбувалося виверження діючого стратовулкана Етна на острові Сицилія (Італія). Знайшовши знімки, на яких у видимому діапазоні було чітко видно лаву, вони змогли перевірити її температуру в тепловому діапазоні (рис. 4).



у видимому діапазоні

у тепловому діапазоні

Рис. 4. Знімок вулкана Етна з космічного апарата КА Landsat 19.03.2014, на якому чітко видно ділянку з магмою

Ще однією роботою на тему вулканізму є робота Н. Лавренчук, учениці 8 класу НВК № 30 «Еконад», яка аналізувала вулканічну активність вулкана Кілауеа (Гавайські острови). На основі аналізу наявних космічних знімків дослідниця змогла не лише визначити, у які дати відбулось виверження, а й порахувати зміну площі самого кратера після виверження (рис. 5).



30.01.2016



27.11.2018

Рис. 5. Вигляд кратера вулкана Кілауеа до і після виверження

Одним з важливих умінь, якого набувають учні, працюючи над своїм науковим дослідженням, є вміння відбирати важливу інформацію з масиву даних. Школярі працюють з різними джерелами інформації, вчать працювати з наборами даних та ресурсами, які підходять для дослідження їх проблеми. Це вміння необхідне і тоді, коли потрібно обирати супутникові дані для верифікації гіпотези дослідження, оскільки існує обмежений набір відкритих та якісних супутникових знімків.

Наприклад, Іван Карпенко, учень 8 класу гімназії № 172 «Нивки», у своїй роботі на тему «Відображення стану лісових ресурсів Чорнобильської зони відчуження за допомогою ДЗЗ та ГІС», яку представив на Всеукраїнському конкурсі «Еко-погляд», провів аналіз наявної статистики вирубок та пожеж на цій території і порівняв ці дані з інформацією, яку отримав із супутникових знімків. Учень обрав для свого дослідження 1992, 2010, 2015 і 2017 рр., оскільки, крім супутникових знімків Landsat і Sentinel, використовував сервіс Google Earth, у якому саме в ці роки були доступні знімки високої роздільної здатності.

На основі проведеного аналізу супутникових знімків Landsat, які мають найдовший період спостережень, і Sentinel, які мають кращу роздільну здатність, учень оцінив реальні площі лісу, що постраждали від пожеж та проведених рубок за останні 25 років. Порівнявши статистичні дані і дані, які отримав після аналізу космічних знімків, учень дійшов висновку, що інформація, яку подають до Державної служби статистики України, інколи містить занижені цифри, а методи дистанційного зондування Землі допомагають перевірити її. Школяр зміг реалізувати своє дослідження, оскільки працював з двома джерелами інформації – супутниковими знімками й офіційною статистикою, і за допомогою ДЗЗ мав змогу об'єктивно оцінити стан лісових ресурсів не тільки в ретроспективі, а й у режимі реального часу.

Ще одним прикладом, як учні можуть визначати важливе з масиву даних, є робота Романа Панченка, учня 9 класу Русанівського ліцею, на тему «Дослідження процесів заростання та «цвітіння» річки Дніпро в межах міста Києва за допомогою ГІС-технологій». Для реалізації своєї роботи Роман аналізував метеорологічні дані, дані гідропостів та обчислював площі ділянок заростання в межах міста Києва, використовуючи знімки високої роздільної здатності в програмі Google Earth Pro (рис. 6). Саме проведений аналіз вибраних даних дав учневі змогу з'ясувати причинно-наслідковий зв'язок між кліматичними змінними та розвитком заростання і «цвітіння» ділянок річки.



«цвітіння» води



*заростання вищою водною
рослинністю*

Рис. 6. Порівняння процесів заростання та «цвітіння» у Русанівській протоці між Долобецьким островом та Лівобережним масивом

Досліджуючи процеси джентрифікації, учень 10 класу Олександр Пальчевський у своїй роботі використав метод просторового моделювання для оцінки кількості притоку населення житлового комплексу «Comfort town» у Дніпровському районі. Автор завантажив дані з OpenStreetMaps, з них вибрав шар будівель, а далі визначив середню висоту будинків та кількість квартир. Для того, щоб змоделювати приблизну кількість населення комплексу, припустив, що в кожній квартирі проживає мінімум дві особи. Тобто завдяки комбінації шарів в QGIS учень самостійно зміг отримати нову інформацію про кількість мешканців комплексу. Отримана кількість жителів у результаті дослідження – це приблизна цифра, але вона дає змогу прогнозувати, наскільки збільшиться населення в цьому районі, відповідно як це вплине на сферу послуг, підвищення навантажень на транспортну мережу тощо. Після детального вивчення космічних знімків Києва автор також визначив декілька перспективних районів для розвитку процесів джентрифікації, наприклад, Подолу в межах індустріального району Рибальського острова і території біля р. Либідь поблизу станції метро «Либідська».

Наведемо ще один приклад командного дослідження учасників літньої школи з ДЗЗ. Р. Колесник, С. Бровді, І. Федак, Д. Габор провели дослідження на тему зміни берегової лінії льодовиків на прикладі різних ділянок землі, як-от: Антарктика, Арктика, о. Гренландія, р-н Нова Земля, Архангельська обл. Росії та ін. Так, досліджуючи одну локацію на о. Гренландія, діти дійшли висновку, що при однакових кліматичних змінах на всій Землі відбуваються аналогічні аномальні процеси підвищення температури повітря. Зокрема вони знайшли закономірність танення льодовиків на Північному і Південному полюсах Землі, побачивши на космічних знімках динаміку втрати льодового покриву за 40 років. А далі сформулювали гіпотезу, що підвищення рівня світового океану внаслідок танення льодовиків призведе до затоплення прибережної смуги багатьох країн, і порахували на конкретному прикладі, що при підвищенні рівня моря берегова лінія в Абу-Дабі може скоротитись на 2,26–3,81 км.

Метою вищезгаданих заходів було навчити учнів досліджувати земну поверхню засобами ДЗЗ, що одночасно є інструментом критичної оцінки інформації, зокрема дослідницьких гіпотез. Одним з питань, що дає змогу перевірити динаміку розвитку навичок аналізу супутникових знімків як інструменту критичної оцінки інформації, було збільшення «довіри» до інформації з супутникового знімка, тому що знімки зі штучних супутників Землі – це не лише фотографії нашої планети з космосу, а майже вся інформація, зашифрована в спектральних каналах, і щоб її побачити, потрібно розуміти, як «працює» ДЗЗ, на що була спрямована мета усіх заходів, які ми описували вище. Супутниковий знімок як інструмент критичної оцінки інформації дає учням знаряддя для підвищення їх дослідницької компетентності та формування наукового типу мислення.

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Отже, ми розглядаємо ДЗЗ як засіб формування наукового типу мислення школяра через застосування аналізу супутникових знімків у дослідницькій діяльності. Лабораторія «ГІС та ДЗЗ» МАНУ апробує авторські освітні методики з наукової освіти в природничих науках, які спрямовані на розвиток таких наскрізних умінь учня, як: критичність, креативність, здатність логічно обґрунтовувати власну позицію, уміння вирішувати поставлені завдання, оцінювати ризики для прийняття рішень, здатність комунікувати та співпрацювати в команді. На основі аналізу й опрацювання супутникових знімків у школярів формуються навички моніторингу процесів, що відбуваються на земній поверхні, перевірки інформації, які опублікована в ЗМІ тощо, узагальнення та вміння виокремлювати важливу інформацію з великого масиву даних.

За результатами дослідження в рамках діяльності лабораторії «ГІС та ДЗЗ» ми побачили, що цікавість школярів до інструментів аналізу супутникових знімків зростає. Більшість учнів, що брали участь у трьох заходах (II етап Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів – членів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ» відділення наук про Землю Київської МАН, Міжнародної літньої школи з основ ДЗЗ, Всеукраїнського конкурсу «Еко-погляд»), не були знайомі з методами аналізу супутникових знімків і вперше виконували дослідницькі роботи, 70% респондентів за результатами анкетування учасників Всеукраїнського конкурсу «Екопогляд» (2019–2020 н. р.) продовжують застосовувати супутниковий моніторинг як інструмент дослідження та перевірки інформації. Подальші розвідки будуть спрямовані на аналіз ефективності освітнього курсу «Аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах», покликаною формувати в учнів уміння опрацьовувати дані супутникового моніторингу земної поверхні в програмному забезпеченні ГІС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] K. Schwab, “The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond”, *World Economic Forum*, 2016. [Електронний ресурс]. Доступно: www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/.
- [2] The World’s Most Innovative Companies. *Forbes*, 2018. [Електронний ресурс]. Доступно: www.forbes.com/innovative-companies/list/#tab:rank.
- [3] D. Kuhn “What is Scientific Thinking and How Does it Develop?”, New York: Teachers College Columbia University, 23 p., 2010.
- [4] C. Zimmerman, “The development of scientific thinking skills in elementary and middle school”, *Developmental Review*, Vol. 27, p. 173, 2007.
- [5] K. Trundle, and M. Saçkes, “Research in Early Childhood Science Education”, New York: Springer, 390 p., 2015.
- [6] A. Gray, “The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution”, *World Economic Forum*, 2016. [Електронний ресурс]. Доступно: www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/.
- [7] С. Довгий, В. Небрат, Д. Свириденко, та С. Бабійчук, “Наукова освіта в добу Industry 4.0: виклики економічному розвитку та зростання людського капіталу України”, *Науковий вісник Національного гірничого університету*, № 1, с. 146–151, 2020.doi: 10.33271/nvngu/2020-1/146.
- [8] Ю. Гоцуляк, та М. Гальченко, “Наукова освіта в Україні: теоретичний та нормативно-правовий контекст”, *Освіта та розвиток обдарованої особистості*, № 4, с. 5–11, 2016.
- [9] Н. Поліхун, І. Сліпучіна, та І. Чернецький, «Наукова освіта як інновація в системі освіти України», *Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Сер.: Педагогічні науки*, № 168, с. 186–189, 2018.
- [10] Л. Гриневич, «Освіта після пандемії. Частина 2. Тренди майбутнього шкільної освіти», *Нова українська школа*, 2020. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://nus.org.ua/view/osvita-pislya-pandemiyi-chastyna-2-trendy-majbutnogo-shkilnoyi-osvity/>. Дата звернення: Чер. 20, 2020.
- [11] Л. М. Гриневич, Н. В. Морзе, та М. А. Бойко, «Наукова освіта як основа формування інноваційної компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства», *Інформаційні технології і засоби навчання*, т. 77, № 3, с. 1–26, 2020.
- [12] K. Voss, Goetzke, and R. H. Hodam, “Learning modules – a way to integrate remote sensing methods in school education”, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2009. [Електронний ресурс]. Доступно: https://pdfs.semanticscholar.org/95e1/2fa633ef1c3f63fbf185f749dd34242d8629.pdf?_ga=2.20571967.604706486.1594308856-721182305.1591866020.
- [13] В. Hejmanowska, W. Kaminski, M. Przyborski K. Pyka, and J. Pырchla, “Modern remote sensing and the challenges facing education systems in terms of its teaching”, *Edulearn proceedings*, 2015. [Електронний ресурс]. Доступно: www.gdansk.geo.edu.pl/publikacje/EDULEARN_PROCEEDINGS_2015_remote-sensing.pdf.
- [14] S. Roulston, “GIS in Northern Ireland secondary schools: mapping where we are now”, *International Research in Geographical and Environmental Education*, Vol. 22, No.1, p. 41–56, 2013. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1080/10382046.2012.759437>.

- [15] J.K. Rød, W. Larsen, and E. Nilsen, “Learning geography with GIS: Integrating GIS into upper secondary school geography curricula”, *Norsk Geografisk Tidsskrift – Norwegian Journal of Geography*, Vol. 64, p. 21–35, 2010. doi: 10.1080/00291950903561250.
- [16] A. J. Milson, A. Demirci, and J. J. Kerski, “International Perspectives on Teaching and Learning with GIS in Secondary Schools”, Publisher New York, Springer, 353 p., 2012.
- [17] M. K. Mzuzza, and C. P. Van Der Westhuizen, “Review on the state of GIS application in secondary schools in the southern African region”, *South African Geographical Journal*, Vol.101, Issue 2, p. 175–191, 2019.
- [18] Л. Даценко, “Географічні інформаційні системи у курсі географії профільної школи”, на *Всеукраїнській науково-практичній конференції Картографічне моделювання та географічні інформаційні системи*, Львів, 2019, с. 101–103.
- [19] Л. Даценко, та В. Остроух, *Основи геоінформаційних систем і технологій у школах світу, Краєзнавство, географія, туризм*, № 46, с. 15–21, 2010.
- [20] EO-browser, 2020. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>

Матеріал надійшов до редакції 11.06.2020 р.

ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ УЧЕНИКОВ МАЛОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ

Довгий Станислав Алексеевич

доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН Украины, академик НАПН Украины, президент Малой академии наук Украины, г. Киев, Украина.

ORCID ID 0000-0003-1078-0162

Бабийчук Светлана Николаевна

кандидат педагогических наук,

докторантка кафедры социальной философии, философии образования и образовательной политики НПУ имени М.П. Драгоманова, г. Киев, Украина.

ORCID ID 0000-0001-6556-9351

Юркив Лилия Ярославовна

заведующая лабораторией «ГИС и ДЗЗ»

Национальный центр «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина.

ORCID ID 0000-0002-7919-2644

gis_rs@man.gov.ua

Кучма Татьяна Леонидовна

кандидат сельскохозяйственных наук, методист лаборатории «ГИС и ДЗЗ»

Национальный центр «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина.

ORCID ID 0000-0002-9328-5919

Томченко Ольга Владимировна

кандидат технических наук, методист лаборатории «ГИС и ДЗЗ»

Национальный центр «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина.

ORCID ID 0000-0001-6975-9099

Данилов Сергей Александрович

методист отдела научно-аналитической работы

Национальный центр «Малая академия наук Украины», г. Киев, Украина.

ORCID ID 0000-0001-9249-5810

Аннотация. В статье рассмотрено применения спутниковых снимков в образовательном процессе Малой академии наук Украины (далее - МАНУ). Описаны роль методов дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ) в научном образовании МАНУ – образовательной концепции, целью которой является формирование у ученика научного типа мышления благодаря проведению системных исследований. Описаны навыки, которые формируются у учащихся при применении спутниковых снимков в исследовательских работах и являются особенно важными в контексте индустрии 4.0: критическое мышление, креативность, способность логически обосновывать свою позицию, умение решать поставленные задачи, оценивать риски и принимать решения, способность работать в

команде. Приведены примеры компетентностей согласно Новой украинской школе, которые формируются у учащихся в процессе осуществления исследовательской деятельности с использованием ДЗЗ. Проанализированы результаты 390 исследовательских работ учащихся, в том числе представленных на таких мероприятиях, как: Всеукраинский конкурс-защита научно-исследовательских работ учеников секции «ГИС и ДЗЗ» отделения наук о Земле Киевского территориального отделения Малой академии наук Украины, Всеукраинский конкурс экологических проектов «Экопогляд» (эковзгляд), Международная летняя школа по основам дистанционного зондирования Земли МАНУ. Описано, как с помощью поиска, обработки и анализа спутниковых снимков у учащихся формируется научный тип мышления. Приведены примеры, как применение ДЗЗ в ученических исследованиях дает возможность: обрабатывать информацию из первоисточника (спутниковые снимки), проверять информацию из СМИ / социальных сетей и т.п., подтверждать / опровергать свою гипотезу, проводить исследования удаленных территорий. Применение ДЗЗ как инструмента образования особенно актуально во время пандемии COVID-19, поскольку дает возможность следить за состоянием территории, не выходя из дома и проводить исследования (через комбинации спектральных каналов снимков, использование тематических скриптов и т.д.), любой территории только с помощью компьютера и доступа к сети Интернет.

Ключевые слова: научное образование; науки о Земле; Малая академия наук; дистанционное зондирование Земли; исследовательские работы.

APPLICATION OF SATELLITE IMAGES IN PUPILS' RESEARCH ACTIVITIES OF THE JUNIOR ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

Stanislav Dovgyi

Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Academician of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, President of the Junior Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Svitlana Babiichuk

PhD of Pedagogical Sciences, doctoral student at the Department of Social Philosophy, Philosophy of Education and Educational Policy National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, Ukraine
ORCID 0000-0001-6556-9351

Liliia Iurkiv

Head of the "GIS and Remote Sensing Laboratory"
Junior Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID 0000-0002-7919-2644
gis_rs@man.gov.ua

Tetyana Kuchma

PhD in Agrarian Sciences, methodologist at the "GIS and Remote Sensing Laboratory"
Junior Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID 0000-0002-9328-5919

Olha Tomchenko

PhD of Technical Sciences
methodologist at the "GIS and Remote Sensing Laboratory"
Junior Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID 0000-0001-6975-9099

Sergey Danilov

methodologist at the Department of Scientific and Analytical Work
Junior Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0001-9249-5810

Abstract. The importance of satellite image application in the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine is discussed. The role of remote sensing in the science education of the Junior Academy of Sciences of Ukraine is described, as well as presented an educational

concept that aims to form a scientific type of thinking through the implementation of systematic research. The skills, which are formed through the use of satellite image in the research and are particularly important in the context of Industry 4.0 has been described, such as: critical thinking, creativity, ability to logically justify own statements, ability to solve the problems, assess the risks and make decisions, ability to work in a team. The examples of competences are given, according to the concept of New Ukrainian School. These competencies are formed in the process of conducting research activities using remote sensing. The results of 390 research works of students were analyzed, in particular those submitted for such events as: The annual National Research Paper Defense Competition among JASU Students in the section “GIS and Remote Sensing” (Department of the Kyiv Territorial Competition), competition on ecological projects «Ecopogliad” (Eco-vision), International Summer School on the basics of remote sensing of Junior Academy of Sciences of Ukraine. It is described how the scientific type of thinking is formed by searching, processing and analyzing satellite images. Presented examples demonstrate how the use of remote sensing in pupils research makes it possible to: process information from primary sources (satellite images), validate the information from the media / social networks, etc., confirm / refute a student’s hypothesis, conduct the research in remote areas. The use of remote sensing as an educational tool is especially relevant during the COVID-19 pandemic, as it provides an opportunity to get acquainted with the study area without leaving home and conduct the research based on combinations of spectral image bands, use of thematic scripts, etc. and Internet access.

Keywords: science education; Earth sciences; Junior Academy of Sciences of Ukraine; remote sensing; research works.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] K. Schwab, “The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond,” *World Economic Forum*, 2016. [Online]. Available.: www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/ (in English).
- [2] The World’s Most Innovative Companies. *Forbes*, 2018. [Online]. Available: www.forbes.com/innovative-companies/list/#tab:rank (in English).
- [3] D. Kuhn “What is Scientific Thinking and How Does it Develop?”, New York: Teachers College Columbia University, 23 p., 2010 (in English).
- [4] C. Zimmerman, “The development of scientific thinking skills in elementary and middle school,” *Developmental Review*, vol. 27, p. 173, 2007 (in English).
- [5] K. Trundle, and M. Saçkes, “Research in Early Childhood Science Education,” New York: Springer, 390 p., 2015 (in English).
- [6] A. Gray, “The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution,” *World Economic Forum*, 2016. [Online]. Available: www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/ (in English).
- [7] S. Dovgyi, V. Nebrat, D. Svyrydenko, and S. Babiichuk, “Science education in the age of Industry 4.0: challenges to economic development and human capital growth in Ukraine,” *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, Issue (1), pp. 146–151, 2020. doi: 10.33271/nvngu/2020-1/146 (in Ukrainian).
- [8] J. Gotsuliak, and M. Halchenko, “Science Education in Ukraine: theoretical and legal context,” *Osvita ta rozvytok obdarovanoi osobystosti*, no. 4, pp. 5–11, 2016 (in Ukrainian).
- [9] N. Polikhun, I. Slipukhina, and I. Chernetkiy, “Scientific education as an innovation in the education system of Ukraine,” *Naukovi zapysky Tsentral'noukrayins'koho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Ser.: Pedahohichni nauky*, no. 168, pp. 186–189, 2018 (in Ukrainian).
- [10] L. Hrynevych, “Education after the pandemic. Part 2. Trends in the future of school education,” *Nova ukrayins'ka shkola*, 2020. [Online]. Available: <https://nus.org.ua/view/osvita-pislya-pandemiyi-chastyna-2-trendy-majbutnogo-shkilnoyi-osvity/>. Accessed on: June 20, 2020 (in Ukrainian).
- [11] L. M. Hrynevych, N. V. Morze, M. A. Boiko, “Scientific education as the basis for innovative competence formation in the conditions of digital transformation of the society,” *Informatsiyi tekhnolohiyi i zasoby navchannya*, vol.77, №3, c. 1–26, 2020 (In Ukrainian).
- [12] K. Voss, Goetzke, and R. H. Hodam, “Learning modules – a way to integrate remote sensing methods in school education”, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2009. [Online]. Available:

- https://pdfs.semanticscholar.org/95e1/2fa633ef1c3f63fbf185f749dd34242d8629.pdf?_ga=2.20571967.604706486.1594308856-721182305.1591866020 (in English).
- [13] B.Hejmanowska, W. Kaminski, M. Przyborski K. Pyka, and J.Pyrchla, “Modern remote sensing and the challenges facing education systems in terms of its teaching,” *Edulearn proceedings*, 2015. [Online]. Available: www.gdansk.geo.edu.pl/publikacje/EDULEARN_PROCEEDINGS_2015_remote-sensing.pdf (in English).
- [14] S. Roulston, “GIS in Northern Ireland secondary schools: mapping where we are now,” *International Research in Geographical and Environmental Education*, Vol. 22, No.1, p.41–56, 2013. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10382046.2012.759437> (in English).
- [15] J.K. Rod, W. Larsen, and E. Nilsen, “Learning geography with GIS: Integrating GIS into upper secondary school geography curricula,” *Norsk Geografisk Tidsskrift – Norwegian Journal of Geography*, vol. 64, pp. 21–35, 2010. doi: 10.1080/00291950903561250 (in English).
- [16] A. J. Milson, A. Demirci, and J. J. Kerski, “International Perspectives on Teaching and Learning with GIS in Secondary Schools,” Publisher New York, Springer, 353 p., 2012. (in English).
- [17] M. K. Mzuza, and C. P. Van Der Westhuizen, “Review on the state of GIS application in secondary schools in the southern African region,” *South African Geographical Journal*, vol.101, Issue 2, pp. 175–191, 2019 (in English).
- [18] L. Dacenko, “Geographic information systems in the course of geography of the profile school,” in *the All-Ukrainian scientific-practical conference Cartographic modeling and geographical information systems*, Lviv, 2019, pp. 101–103 (in Ukrainian).
- [19] L. Dacenko, and V. Ostroux, Fundamentals of geographic information systems and technologies in schools around the world, *Regional studies, geography, tourism*, no.46, pp. 15–21, 2010 (in Ukrainian).
- [20] EO-browser, 2020. [Online]. Available: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser> (in English).

